

DOI: <http://doi.org/10.32750/2022-0108>

УДК (334.7+338.1):658.8

JEL: M00, O14, O32

Краус Катерина Миколаївна

кандидат економічних наук, доцентка,
доцентка кафедри управління,
Київський університет імені Бориса Грінченка,
Київ, Україна
ORCID ID: 0000-0003-4910-8330
e-mail: k.kraus@kubg.edu.ua

Краус Наталія Миколаївна

доктор економічних наук, професорка,
професорка кафедри фінансів та економіки,
Київський університет імені Бориса Грінченка,
Київ, Україна
ORCID ID: 0000-0001-8610-3980
e-mail: n.kraus@kubg.edu.ua

Радзіховська Юлія Миколаївна

кандидат економічних наук, доцентка,
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького,
Черкаси, Україна
ORCID ID: 0000-0002-6691-3182
e-mail: juliaradzihovska@gmail.com

СВІТОВА ПРАКТИКА РЕАЛІЗАЦІЇ ІНДУСТРІЇ 4.0: ПЛАТФОРМИ, ІНСТРУМЕНТИ, БЕНЧМАРКИНГ

Анотація. У статті описується інноваційна методика колективної співпраці в спільноті Індустрії 4.0, що передбачає створення нових керівних документів, цифрових платформ. У статті вказано інструменти low-code платформи, серед чого названо: віртуальну розробку, кросплатформність. Зазначено, що low-code стратегія орієнтована на доступність і можливість надати користувачам змогу самостійно створювати необхідну функціональність. Автори аналізують алгоритм low-code крізь призму етапів його реалізації, а саме: визначення вимог; визначення ринку й оцінки; вибір платформи.

Приведено приклади (бенчмаркенгу) світових компаній, що здійснили цифрову трансформацію, серед них: Boeing, Bosch, Atlas Copco, Caterpillar, Fanuc, Gehring, Hitachi, John Deere, Kaeser Kompressoren, Komatsu, KUKA. Кожна галузь, кожна компанія шляхом попереднього аналізу можливостей та оцінки ефективності впровадження й вдосконалення робить вибір на користь того чи іншого інструменту Індустрії 4.0 та 5.0. В гармонії з цими процесами реалізується і цифрова трансформація економіки, оскільки її роль у розгортанні смарт-промисловості та розвитку нових технологій невинно зростає.

Висловлено думку про те, що більшість країн світу, визначаючи напрям свого економічного, політичного, соціального, екологічного розвитку, повинні приділяти значну увагу впровадженню сучасних технологій, особливо тих, що мають відношення до Індустрії 4.0 та 5.0 та передбачають інноватизацію, глокалізацію, цифровізацію усіх сфер життя суспільства, зокрема економіки, політики, медицини, освіти, запровадження smart-спеціалізації регіонів країн, об'єднання у глобальну промислову мережу речей і послуг. У статті увага авторів сфокусована на тому, що в сучасних умовах господарювання шлях оцифровування бізнесу, пролягає через виконання оцінки стану виробничих потужностей, цифрової логістики; виявлення місця, де цифрові технології можуть підвищити ефективність діяльності традиційних підприємства; розрахування економічного ефекту від упровадження цифрових інструментів смарт-промисловості; тестування та проведення моніторинг роботи цифрового устаткування, приладів.

Ключові слова: Індустрія 4.0; цифрові платформи; цифрові інструменти; бенчмаркінг.

ВСТУП

Формування ядра 7-го технологічний уклад відбувається на базі функціонування Індустрії 4.0 та є орієнтоване у соціально-економічній перспективі на Суспільство 5.0 та економіку знань, базується на цифровізації основних факторів виробництва, посиленні ролі даних у генерації ланцюжків цінності та формуванні доданої вартості продукції. В найближчій перспективі наслідком інфраструктурних перетворень промисловості та інституційних умов цифровізації економіки стануть нові форми господарювання економічних суб'єктів і нові шерингові бізнес-моделі просьюмеризму, що забезпечують в кінцевому підсумку зростання якості життя населення.

Постановка проблеми. Розвиток Індустрії 4.0 та становлення Індустрії 5.0 викликав потребу в пошуку нових підходів до управління бізнес-процесами на українських підприємствах, пропонуючи значний асортимент новітніх цифрових технологій для якісного функціонування різних секторів економіки. Кожна галузь, кожна компанія шляхом попереднього аналізу можливостей та оцінки ефективності впровадження й вдосконалення робить вибір на користь того чи іншого інструменту Індустрії 4.0 та 5.0. В гармонії з цими процесами реалізується і цифрова трансформація економіки, оскільки її роль у розгортанні смарт-промисловості та розвитку нових технологій невіддільно зростає. Потребує подальшого поглибленого дослідження питання вивчення практичного досвіду роботи з цифровими інструментами на онлайн та офлайн платформах Індустрії 4.0.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вагомий творчий доробок у дослідження можливостей та переваг розвитку Індустрії 4.0 з метою економічного зростання й покращення виробничого і промислового потенціалу, здійснили відомі науковці: Н. Андрусяк [1], В. Апалькова [2], З. Варналій, В. Геєць, С. Голубка [3], С. Іванов [4], О. Завгородня, К. Краус [5], Н. Краус [6], І. Каширнікова [7], О. Криворучко, Ю. Коваленко, П. Леоненко, Д. Левчинський [7], О. Манжура [8], К. Маркевич, О. Марченко [9–12], М. Однорог, В. Осецький, Л. Федулова, М. Федак [13], А. Чайкіна [14], В. Чекіна [4], О. Штепа [15]. Проте наразі нерозкритими залишаються питання щодо бачення практичного активного використання цифрових технологій Індустрії 4.0 на цифрових платформах бізнесу.

Метою статті є дослідження особливостей інноваційної методики колективної співпраці в спільноті Індустрії 4.0 в рамках різних проєктів. З'ясування вдалих практик реалізації Індустрії 4.0 на кшталт інструментів low-code платформи. Представлення алгоритму роботи бізнесу на low-code платформі. Дослідження кращих практик (бенчмаркінг) роботи компаній з використанням інструментів Індустрії 4.0, технології IoT, доповненої реальності, цифрових близнюків.

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

У проведеному дослідженні використано загальнонаукові методи, такі як методи аналізу та синтезу, індукції і дедукції, з метою з'ясування позитивних та негативних сторін використання інструментів Індустрії 4.0 та платформ. Метод наукового опису дав змогу викласти основні характерні риси застосування інструментів low-code платформи та вказати правильна і хибні дії в ході їх застосування. Зокрема, задіяні в ході дослідження методи наукового узагальнення допомогли систематизувати одержані результати і на цій

основі дійти відповідних висновків в частині практичного використання цифрових платформ, інструментів Індустрії 4.0.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

В сучасних умовах господарювання шлях оцифровування бізнесу, пролягає через виконання оцінки стану виробничих потужностей, кадрового забезпечення, логістики; виявлення місця, де цифрові технології можуть підвищити ефективність діяльності традиційних підприємства; розрахування економічного ефекту від упровадження цифрових інструментів смарт-промисловості; тестування та проведення моніторинг роботи цифрового устаткування, приладів і визначитися, чи дійсно дигіталізація несе позитивні зміни, чи відбувається трансформація або цифрова програма є тільки інкрементальною [4, с. 63].

Основними напрямками цифровізації економіки з метою розвитку Індустрії 4.0 можуть бути: здійснення різних транзакцій (торгових і фінансових операцій) бізнесом; створення бізнес-порталів для розміщення замовлень і пропозицій; пошук постачальників через мережу Інтернет; покупка та продаж продукції через Інтернет; пошук персоналу через мережу Інтернет; розміщення інформації в Інтернет-довідниках; створення власного сайту; онлайн-реклама; впровадження системи Інтернет-банкінгу для роботи з активами в режимі он-лайн; створення платіжних механізмів для підтримки торгівлі товарами і послугами; створення нових форм і інститутів кредитування, інвестування та страхування бізнесу [7, с. 71].

На початку 2020 р. зафіксовано інноваційну методику колективної співпраці в спільноті Індустрії 4.0, що передбачає створення нових керівних документів (гайдів, аналітичних звітів, методичних рекомендацій). Вона має 2 фундаментальні положення:

1. Слід формувати колаборативні команди, де першим кроком є розподіл ролей між університетами, науковцями, розробниками та промисловцями. Це є очевидним для більшості policy-makers, адже зазначені категорії мають різні ролі і спеціалізації, тому їх поєднання та баланс є важливим в більшості процесів та проєктів Індустрії 4.0.

2. Запускати ці команди неможливо без використання спеціальних інструментів, досконале володіння якими є дуже важливим. Тут можна багато імпровізувати. До певної міри, команді проєкту аСамприс пощастило, вона використала досить цікаву європейську методику, яка визначально передбачає і фокусується на залученні широких аудиторій до процесу створення стандартів. Таким чином, суть інноваційної методики колективної співпраці в спільноті Індустрії 4.0 передбачає:

- досягнення цілі відбувається шляхом проходження 4-х головних етапів – Аналіз, Дискусія, Консенсус, Стандарт, – потрібно подолати кілька сходинок (ітерацій) поєднуючи при цьому різні категорії стейкхолдерів. Особливість методики в тому, що не можливо перейти на наступну сходинку поки не буде правильно поєднано 4 головні інструменти для єднання стейкхолдерів: Дослідження, Нетворкінг, Розвиток ідей та Промоція (табл. 1). Під терміном “стандарт” (як ціль) мається на увазі краща практика, яка фіксується у вигляді вихідного документу. Це може бути аналітичний огляд чи звіт, керівництво до дій, методичні рекомендації, біла книга, policy-paper тощо;

- вихід документу проходить декілька послідовних етапів (бізнес-процеси):

Аналіз → Дискусія (ринок, команди проєктів, профільні спеціалісти інших галузей) → Консенсус → Стандарт (ринок)

- в процесі переходу з однієї сходинки на іншу, використовуються різноманітні

інструменти:

а) аналіз ситуації (research) – надає ідеї потрібного напрямку, потребує вивчення фактів та існуючого досвіду;

б) розвиток ідей (develop) – допомагає перейти на новий рівень, потребує постійних ітерацій, мотивує експертів;

в) нетворкинг (network) – з'єднує зі стейкхолдерами, посилює всі інші інструменти;

г) промоція (advertise) – допомагає перестрибнути на новий рівень там, де розвиток ідей не може допомогти [16].

Виграє бізнес в режимі онлайн, тобто той, який дає якісний продукт в найкоротші терміни, адже клієнти живуть в режимі “тут і зараз”. Нині, 90% не цифрових підприємств зіткнулися зі зростанням конкуренції із цифровими, 87% підприємств включають digital-трансформацію в стратегію розвитку, 40% підприємств-лідерів протягом 5 років будуть витіснені, якщо не піддадуться цифровій трансформації і не переорієнтують управлінські моделі на нові цінності та орієнтири. Цифрові технології необхідні для зростання ефективності української промисловості, а в деяких секторах вони стають основою продуктових та виробничих стратегій. Їх перетворююча сила змінює традиційні моделі бізнесу, виробничі ланцюжки й обумовлює появу нових продуктів та інновацій. Діджиталізація для України носить позитивний соціальний характер, адже зосереджена на поліпшенні якості інфраструктури соціального забезпечення, соціальних послуг, організації прозорості та адресності соціальної допомоги, та скорочення витрат [17].

Таблиця 1

Інноваційна методика колективної співпраці в спільноті Індустрії 4.0 в рамках різних проєктів

Проект	Етап			
	Дослідження	Нетворкинг	Розвиток ідей	Промоція
1	2	3	4	5
<i>Національна програма кластерного розвитку</i>	Дослідження проводили О. Кушніренко, О. Ципліцька, С. Кропельницька, Л. Шийко. Ці експерти демонстрували високу здатність обробляти нову інформацію – адже кожен з них апелював до свого багажу знань, а тому для досягнення консенсусу їх всіх слід було переглядати.	Ключова роль в проєкті належала АППАУ, як бізнес-асоціації. Роль сполучення науковців з ринком – це роль бізнес-об'єднань. Залучено до процесу обговорення всі активні кластери – їх участь та зворотній зв'язок були важливим для валідації вихідного документу.	Скільки б ідей ми не генерували, їх підхоплення та розвиток відбувається мляво, не прямим чином (наприклад, як негайний відгук, цитування) й частіше всього не публічно. Натомість – за виключенням “лайків”, ніяких професійних відгуків від українських експертів по кластерам, яких чимало в країні, не надходить.	Вихід експертів на єдиний ресурс платформи.
<i>Інструменти промислової політики</i>	Документи UNIDO опрацювали експерти, зокрема П. Вернівський. Інтенсивність	Залучення й тестування методики проєкту на 3-х бізнес-асоціаціях –	Реакція спільноти policy-makers млява. Відсутні відгуки експертної спільноти на кейси, але	Вивід на сайт платформи Industry4Ukraine перекладів

	дискусій в команді проекту була значно нижчою в порівнянні з проектом кластерного розвитку.	АППАУ, Федерації автопрому та Української меблевої асоціації.	очевидно, що саме українські кейси, багато з яких є дуже контрверсійними по своїм результатам мали б бути в центрі уваги справжньої експертної дискусії про інструменти промислової політики в Україні.	матеріалів UNIDO.
<i>Інтеграція 4.0</i>	Добре досліджено розвиток смарт-спеціалізації в Україні. Натомість, - критикуючи формальні, поверхневі чи ізоляціоністські підходи від владних структур, мало вивчено питання як все-ж, малі країни ЄС реалізують цей напрям в себе.	Перші заходи що відбулись в регіонах показують різну картину та різні контексти: потрібно рухатись поступово – об'єднати “всіх відразу” й досягти консенсусу будь в чому просто нереально; потрібно діяти системно та планомірно.	Проект дає нові ідеї щодо розвитку та об'єднання, й більшість з них фіксується окремими звітами.	Швидка і публічна фіксація результатів з наступними обмінами по регіонам, що створює не лише ефект передачі ідей, але й мотивує учасників. Сайт платформи Industry4Ukraine відіграє роль комунікаційного та ресурсного хабу.

(складено авторами на основі джерела 16)

Отже, наступними кроками можуть бути:

1. Уніфікація, доповнення та розширення запропонованої методики роботи колаборативних команд, що дасть значний синергетичний ефект в діях експертів в цілому ряді поточних та нових проектів policy-making.

2. Найбільш проблемну зону “розвиток ідей” – потрібно деталізувати та конвертувати в ряд більш простих, доступних та зрозумілих інструментів та методів дій.

3. По кожному з інструментів є зони росту. Зокрема, кількість методів та тактик в темі “нетворкинг” є дійсно великою.

4. Обговорення з науковцями та освітянами методів їх мотивації до кращих досліджень, а головне – публічного представити й у вигляді, орієнтованому на широкі категорії.

Варто зауважити в рамках проблеми статті, що широке розповсюдження Інтернету по Україні дозволить поширити використання цифрових сервісів на багато сфер та бізнесів. Так, збільшення кількості користувачів з 5 млн у 2016 році до 15 млн уже у 2021 дозволить 95% усіх магазинів, салонів, сервісів проводити розрахунки безготівково [2]. Варто зазначити, що хоча перехід до Індустрії 4.0 відбувається повільно, все ж є позитивні зрушення. Зокрема, більшість операцій, що надаються у форматі G2C та G2B, переведено у цифровий формат (створено додаток “Дія”), підприємці мають можливість відкрити власний бізнес онлайн, відбувається фінансування інноваційних проектів,

зкладаються основи побудови smart-city та smart-спеціалізації регіонів, напрацьовуються інструменти електронної демократії (e-democracy): е-бюджет, е-обговорення [14, с. 29].

Так, засновник Amazon Джефф Безос засвідчує, що “єдина довгострокова перевага, яку Ви можете мати перед іншими, - це гнучкість”, адже в сучасних умовах лише технологій вже недостатньо для успішної конкурентної боротьби. “Поки Ви тільки плануєте інновації, конкуренти вже встигли їх впровадити і готують нові бізнес-ідеї”, – Д. Безос. У цих умовах єдино правильна стратегія – стати ще більш швидкими й ефективними: безперервно змінюватися і впроваджувати нові процеси й технології.

Одним із головних викликів, з яким стикаються компанії на шляху цифрової трансформації, є брак ІТ-ресурсів. Кожен день ІТ-відділ переповнений запитами на розробку різного програмного забезпечення: рішень для автоматизації продажів або маркетингу, контакт-центру або HR-служби. І чим більшою є організація, тим частішими і складнішими будуть ці запити. При цьому потреби можуть відрізнятися у різних підрозділів, команд або навіть співробітників.

Попит бізнесу на технології зростає в геометричній прогресії, і це призводить до перевантаження ІТ-відділів. Багато компаній зіштовхуються з гострою нестачею фахівців, враховуючи підвищений попит ринку на кваліфіковані ІТ-кадри. Як результат, ІТ не може своєчасно закривати потреби бізнесу в технологіях, які потрібні для вирішення нагальних завдань. Як наслідок, компанія сповільнюється, стаючи нездатною наздогнати більш швидких конкурентів.

Компаніям потрібні фундаментально нові технології, які зможуть дати необхідну швидкість і гнучкість. І сьогодні такою технологією стає low-code. Low-code вже змінює роль ІТ і бізнес-ландшафт компанії та всього ринку. За даними Forrester ринок low-code платформи зростає приблизно на 40% щорічно, а Gartner прогнозує, що до 2024 року більше 65% активностей з розробки програмного забезпечення будуть виконуватися з використанням low-code інструментів. Low-code – це підхід до створення програмного забезпечення, метою якого є підвищення ефективності та доступності засобів розробки. Low-code платформи надають інструменти, які значно прискорюють розробку програмного забезпечення і дозволяють робити це внутрішніми ресурсами компанії. При цьому сама розробка більше не знаходиться виключно в руках професійних програмістів – за допомогою low-code платформ практично будь-який співробітник компанії, від HR-менеджера до маркетинголога або фінансового аналітика, може самостійно додавати і налаштовувати необхідну функціональність.

У low-code платформах прості інтерфейси з функціями dragand-drop замінюють традиційне програмування. Автоматизація замінює ручну роботу. І найголовніше, швидкість приходить на заміну тривалій розробці. Як професійні, так і непрофесійні розробники (citizen developers) обирають low-code технології для створення систем і застосунків різної складності, щоб задовольняти потреби компанії в нових ІТ-рішеннях, автоматизації процесів і прискоренні цифрової трансформації. Low-code залишиться надовго, і все більше організацій обирають цей вектор у якості стратегії на найближчі декілька років.

По-перше, для low-code стратегії важливою є швидкість, а тому low-code платформи містять інструменти, які значно прискорюють процес розробки застосунків. Це досягається завдяки автоматичному виконанню багатьох операцій і мінімізації потреби в написанні програмного коду (рис. 1).



Рис. 1. Інструменти low-code платформи (узагальнено авторами)

По-друге, low-code стратегія орієнтована на доступність і можливість надати користувачам змогу самостійно створювати необхідну функціональність. Що стосується користувачів, то для них low-code може стати таким же звичним інструментом, як і ті технології, які вже використовуються в робочих процесах. Навіть маркетологи, sales-менеджери, фінансові аналітики, HR-фахівці та інші співробітники компанії можуть швидко створювати нову функціональність, щоб більш ефективно вирішувати свої бізнес-завдання.

За даними Gartner до 2024 року 75% великих підприємств будуть використовувати як мінімум 4 low-code інструменти, з якими буде працювати ІТ та бізнес. McKinsey підтверджує, що результати цифрової трансформації вдвічі вище, якщо співробітники використовують технології, які вони можуть розвивати самостійно.

Маркетологу ж потрібно періодично контролювати результати безліч компаній. І замість ручного збору даних із різних джерел у звичайній електронній таблиці, правильніше було б налаштувати один дашборд, який буде автоматично отримувати і розраховувати потрібні показники. Якщо співробітник звернеться із запитом в ІТ-службу, то очікування результату може зайняти не один тиждень. І тоді користувач буде змушений відмовитися від своєї ідеї або шукати сторонні програми для вирішення свого завдання. Перший варіант означає меншу ефективність і велику ймовірність помилок, у той час як другий варіант провокує тіньовий ІТ і становить потенційну загрозу безпеці. Але з low-code платформою у маркетолога з'являється ще один варіант – самостійно налаштувати потрібний дашборд, який буде вирішувати завдання і буде створений у межах контрольованої ІТ-інфраструктури. Саме тому, low-code не лише знижує навантаження на ІТ, але й розширює можливості користувачів. Тепер кожен може стати розробником і зробити свій вклад в успіх організації.

По-третє, low-code стратегія допомагає зробити ІТ-інструменти гнучкими без втрати надійності та безпеки. Зазвичай великі проекти супроводжуються додатковими складнощами й обмеженнями, пов'язаними із взаємодією команди. Це численні ітерації, переробки та узгодження з метою отримати прийнятний для всіх результат.

Перевагою low-code платформ є багатокористувацький режим роботи, а також наявність універсальних інструментів, з якими в однаковій мірі може працювати кожен.

Будь-хто може стати учасником процесу вже на стадії прототипу: коментувати, синхронізувати свої вимоги з колегами і навіть самостійно вносити зміни – на щастя, платформа дозволяє це робити з легкістю.

На відміну від no-code інструментів, low-code платформи мають необмежені можливості кастомізації. Завдяки готовим функціональним модулям, зрозумілому інтерфейсу, можливостям спільної роботи і потужним інструментам для професійних розробників, low-code дозволяє буквально всім у компанії говорити однією мовою і в одному середовищі створювати програми будь-якої складності. Low-code є унікальним інструментом для спільної розробки програм і сполучною ланкою між бізнесом та ІТ. Low-code – це не ще один різновид технологій для компанії, це новий погляд на розробку програмного забезпечення (табл. 2).

Таблиця 2

Алгоритм low-code

Етапи	Характеристика етапу
1	2
<i>Визначення вимог</i>	Складення списку вимог з урахуванням стратегічних цілей та їх розподіл за пріоритетами. Опрацювання основних кейсів використання (use-кейси) з урахуванням цілей і процесів.
<i>Вивчення ринку й оцінка</i>	Дослідження аналітичних агентств, таких як Gartner і Forrester, з метою отримання достовірної інформації про low-code платформи й інші технології. Ці компанії відомі своїми оглядами і рейтингами ключових гравців ІТ-ринку – з їх допомогою можна зібрати варіанти й інформацію для порівняння.
<i>Шорт-лист і вибір платформи</i>	Вибір фаворитів за результатами порівняння та опитування постачальників щодо тест-драйву або жива демонстрація, щоб побачити, як кожна платформа працює на практиці і чи відповідає це use-кейсам. Уточнення вартості, термінів впровадження системи. Вибір платформи з найкращим співвідношенням між функціональністю, вартістю та важливими факторами.

(узагальнено авторами)

В сьогоденнішніх умовах господарювання бізнес вже усвідомлює, що настав час здійснювати цифрову трансформацію. Водночас, у багатьох підприємств цикл програм і до сьогодні вимірюється місяцями, якщо не роками; вони використовують ізольовану інфраструктуру і жорстку, застарілу архітектуру – тобто продовжують стикатися з бар'єрами на шляху до цифрової трансформації. Так, 12% підприємств використовують застарілі інформаційні технології, 42% демонструють прогрес в ІТ-трансформації, але мало впроваджують сучасні технології дата-центрів, 41% підприємств використовують і модернізують технології дата-центрів і методи доставки ІТ-послуг, і лише 5% підприємств йдуть в ногу з цифровими перетвореннями [7, с. 72].

В рамках статті варто сфокусувати свою увагу на бенчмаркінгу, який являє собою кращі приклади та практики в своїй або суміжних галузях. В області машинобудування достатньо вже прикладів застосування цифрових технологій Індустрії 4.0. В будь-якому секторі машинобудування сьогодні легко знайти приклади лідерів (табл. 3), що широко впроваджують технології 4.0 та перетворюють це на фактори значних (або навіть головних) конкурентних переваг.

Таблиця 3

Приклади лідерів машинобудування у світі

Компанія-лідер	Досягнення компанії у сфері машинобудування
1	2
<i>Boeing</i>	Авіаційний гігант системно й протягом вже багатьох останніх років впроваджує в своє виробництво, а також самі вироби, ідеї цифрової трансформації. Компанія має довгострокові цілі яким чином переходити на сервісну модель, в якій послуги стають більш важливими, ніж самі продукти. Boeing вже провів трансформаційні зміни. Boeing та його філія Tapestry Solutions швидко розгортають технології IoT для кращої операційної ефективності своїх заводів, а також всього ланцюжка постачань. Компанія також значно наростила кількість під'єднаних до мережі датчиків що вбудовані в їх літаки.
<i>Bosch</i>	Bosch Rexroth широко використовує на виробництві розумні пристрої, камери та мобільні додатки, що дозволяють вийти на новий рівень гнучкості та продуктивності. Інтеграція таких технологій дозволяє мати всю інформацію про машини, процеси та потоки продуктів, й в результаті генерувати нові сценарії роботи операторів. В 2015 Bosch запустив програму яка в IoT та Індустрії 4.0 може бути визнана як перша тестувальна лабораторія (test bed). Так звана програма Track & Trace мала на меті вирішення проблеми, коли робітники витрачали надто багато часу на пошук необхідного інструменту. Компанія додала сенсори, що дозволяють моніторити місцезнаходження певного інструменту. В результаті Bosch планує використання принципів цієї системи для використання по всіх складальних операціях.
<i>Atlas Copco</i>	Концепція компанії Smart Connected Assembly показує яким чином продукти та системи компанії підтримують архітектури 4.0 та які переваги це дає. В 2017 компанія здійснила європейський тур демонструючи переваги своїх продуктів та технологій, базованих на 4.0.
<i>Caterpillar</i>	Виробник важкої техніки Caterpillar вже давно є піонером в IoT. Недавно компанія показала нові досягнення в цій технології. Наприклад, уявіть собі як використання IoT та добавленої реальності (AR) дає операторам машин повне бачення та розуміння стану всього що відбувається з машиною – від рівня палива й до повітряних фільтрів, що потребують заміни. Коли термін використання старого фільтра закінчується, оператор отримує спеціальну інструкцію (вкл з правилами заміни) яку він бачить в додатку AR. Морський дивізіон компанії також є інноваторами в цій сфері. 2021 року, Forbes описав як компанія використовує аналітику для того, щоб більш ефективно управляти судами.
<i>Fanuc</i>	Виробник роботів Fanuc зайняв серйозну позицію щодо незапланованих простоїв на своїх заводах. Використовуючи сенсори в своїх роботах в тандемі з хмарною аналітикою, компанія може точно прогнозувати збій чи несправність обладнання. Тоді як предиктивне обслуговування є давно відомим концептом для багатьох, Fanuc ставить в цій області більш амбіційні для себе завдання. В 2017, GM нагородив систему Fanuc's Zero Downtime (ZDT) призом Постачальнику року.
<i>Gehring</i>	Німецька компанія Gehring Technologies, - компанія якій вже 91 рік, виробляє шліфувальні машини, й також впроваджує технології 4.0 та IIoT. Компанія робить доступним для своїх клієнтів "бачити" машини перед тим, як вони розміщують замовлення. Цей процес доступний завдяки цифровій технології, що передає інформацію в реальному часі з машини до клієнта й таким чином відповідає на його чисельні питання щодо ефективності та точності. Gehring використовує такі самі технології трекингу в реальному часі (й через хмарні сервіси) для того, щоб зменшити простой своїх машин та моніторити їх стан та показники роботи в об'єднаних системах управління на заводах, куди вони поставляються.
<i>Hitachi</i>	Ця японська компанія традиційно виділяється на ринку своїм кращим підходом до інтеграції систем IT та OT. Тоді як більшість промислових компаній надіються в цій інтеграції на партнерів, є більш незалежною Компанія має 16,000 фахівців, що мають відношення до високих технологій. Hitachi має власну платформу IoT, що Lumada та

	яка вже застосовується для управління розподіленими активами як поїзди, й де компанія вже переходить на сервісну модель. Hitachi також розробила просунуту модель виробництва доступного через IoT (IoT-enhanced production model), що дозволила вдвічі скоротити час виготовлення для свого дивізіону Omika Works division, що виготовляє обладнання для галузей електротехніки, металургії та інших.
<i>John Deere</i>	У сфері сільськогосподарства John Deere впроваджує технології IoT – й найбільше з самокерованими тракторами. В 2015 році Washington Post написала, що Google не зміг зробити революцію в самокерованих машинах – але це зробив John Deere. Компанія також є піонером у використанні технологій GPS. Найбільш просунуті системи, що використовуються в тракторах мають точність до 2 см. Компанія використовує технології телематики для предиктивного обслуговування.
<i>Kaesar Kompressoren</i>	Німецький виробник компресорів є інноватором в інтеграції технологій 4.0 в свої продукти. Компанія пропонує цілий ряд таких технологій – від хмарних сервісів, предиктивної аналітики й до цифрових близнюків (digital twins) для того, щоб повністю забезпечити вимоги до предиктивного обслуговування. Таким чином, компанія змогла перейти на модель “продукт (стиснене повітря) – як сервіс”. Це чудовий приклад “переродження” компанії з майже 100-літньою історією.
<i>Komatsu</i>	Інновації в важкій техніці для гірничої галузі. Японський виробник важкої техніки давно відданий інноваціям в IoT та 4.0. Починаючи з 2011 компанія розгортає цифрові технології на своїх японських заводах. Komatsu приєднала свої роботи до центральних систем управління через інтернет, забезпечуючи менеджерів по всьому світові інформацією в реальному часі. Компанія є інноватором в гірничій галузі. Їх масивні самокеровані вантажівки застосовуються на рудниках в Австралії. В 2017 Komatsu придбала американську компанію Joy Global, що є спеціалістом в вугільній галузі й приєднує на безпроводних технологіях 7,000 точок даних до єдиного Центру даних компанії.
<i>KUKA</i>	Німецький виробник роботів KUKA давно застосовує технології IoT по всіх своїх виробництвах. Наприклад, Jeer зробив запит до компанії допомогти збудувати завод, де ритм виходу нового авто буде в межах 77 секунд. Компанія запропонувала модель, базовану на архітектурі IoT в якій знаходяться сотні роботів, приєднані до приватної хмари. Сьогодні цей завод виготовляє 800 машин кожного дня.

(складено авторами на основі джерела 18)

Представлені приклади в табл. 3 стосуються більше сфери IoT та хмарних обчислень. Аналогічні приклади легко підібрати по іншим технологічним напрямкам 4.0 як PLM / PDM, CAE/CAD тощо. Орієнтація на них, детальна аналітика є одним з головних завдань продакт-менеджерів машинобудівних підприємств, в чю зону відповідальності входить розробка технічного завдання на нові продукти. До того ж, нові характеристики економічного простору вимагають перейти від культу ефективності й раціональності до перенесення акцентів на відкритість, демократизацію, соціологізацію, креативність організаційних процесів, нерівноважність та нелінійність управлінських ієрархічних ланцюгів, непередбачуваність і різноманітність траєкторій розвитку підприємств [7, с. 72–73].

Український дослідник Федак М. [13] наголошує, що існує щонайменше 5 суттєвих причин необхідності посилення сильних робочих груп за технологічними напрямками:

1. *Консолідація та лідерство*. В епоху Індустрії 4.0, де конкуренція йде між технологічними екосистемами та країнами, саме в цих екосистемах і національних потугах ключовим фактором є консолідація та розуміння місця на глобальній арені. Тому, спільні цілі об’єднують та зміцнюють спільноти, тоді як корпоративні (власні) “плани продажу” – їх роз’єднують, фрагментують й ослаблюють.

2. *Прийняття викликів національного масштабу.* Визначення відповідальних, розподіл ресурсів та конкретизація плану дій – одне з перших завдань робочих груп в умовах цифрової трансформації.

3. *Координація та злагодженість дій, оптимізація сил та ресурсів.* Сильні робочі групи одразу налагоджують комунікації по всій спільноті й намагаються досягти консенсусу та взаємодії. Якісна координація і комунікації дають значний позитивний ефект.

4. *Консолідований пошук донорської та спонсорської допомоги.* Сильні робочі групи можуть краще впливати на розподіл донорських ресурсів та їх ефективність. В сфері Індустрії 4.0 вже є проекти, де донорські ресурси і міжнародна технічна допомога виділяються по незрозумілим критеріям та з відверто слабкими результатами – з тієї ж причини відсутності координації національного рівня.

5. *Вплив на державні структури та університети.* Сьогодні в сфері впровадження штучного інтелекту простежується значна активність, зокрема за участі Міністерства цифрової трансформації України.

Для досягнення кращих результатів за визначеними технологічними напрямками, керівники робочих груп мають працювати над виконанням таких ключових завдань:

1. *Залучення кращих експертів ринку з урахуванням ринкових викликів національного масштабу.* Це не обов'язково мають бути представники лідерів ринку, більш важливими є експертиза та готовність до співпраці окремих фахівців. Не менш важливим є їх розуміння викликів в даному секторі в національних масштабах та мотивація до їх вирішення.

2. *Налагодження комунікацій серед стейкхолдерів* шляхом організації мітапів в національних масштабах для початкової побудови адженди. Важливим тут є розподіл відповідальності. Від керівників робочих груп наразі очікується лише ініціація таких мітапів в різних форматах і пропозиція тем – порядку денного. На цих мітапах мають бути кращі розробники, замовники, інтегратори тощо, інакше не можна досягти справжньої консолідації.

3. *Start small* – розпочинати з простих конкретних дій, наприклад технологічних мітапів. Інші варіанти – спільні конференції, цілі кампанії, хакатони, конкурси на кращі кейси тощо.

Сучасні цифрові технології, що з'явилися протягом останнього десятиліття, допомагають знайти джерела підвищення ефективності та можливості стрімкого конкурентного розвитку традиційних вітчизняних підприємств. Водночас, вони вимагають змінити існуючі моделі управління, переформатувати комунікації, технології та організаційну структуру підприємств на основі нових цінностей, пріоритетів та орієнтирів, що ґрунтуються на партнерстві, клієнтоорієнтованості, інноваційності та синергії [7, с. 67].

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

В підсумку варто зазначити, що більшість країн світу, визначаючи напрям свого економічного, політичного, соціального, екологічного розвитку, повинні приділяти значну увагу впровадженню сучасних технологій, особливо тих, що мають відношення до Індустрії 4.0 й 5.0 та передбачають інноватизацію, глокалізацію, цифровізацію усіх сфер життя суспільства, зокрема економіки, політики, медицини, освіти, запровадження smart-спеціалізації регіонів країн, об'єднання у глобальну промислову мережу речей і

послуг. В основі цифровізації повинно бути забезпечення стратегічного планування майбутнього розвитку як у цілому кожної з економік світу, так і регіону, підприємства, людини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Kraus N.M., Kraus K.M., Andrusiak N.O. (2020). Digital cubic space as a new economic augmented reality. *Sci. innov.*, vol. 16, no. 3. 92–105.
2. Апалькова В.В. (2015). Концепція розвитку цифрової економіки в Євросоюзі та перспективи України. *Вісник Дніпропетровського університету. Серія: Менеджмент інновацій*, Вип. 4. 9–18.
3. Краус К.М., Краус Н.М., Голубка С.М. (2021). Шерінгова економіка: цифрова трансформація підприємництва на шляху до індустрії 4.0. *Ефективна економіка*, 8. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=9139> (дата звернення: 28.08.2021).
4. Іванов С.В., Чекіна В.Д. (2020). Розвиток гірничодобувної промисловості в умовах Індустрії 4.0: нові виклики та можливості. *Економіка промисловості*, 1(89). 45–74.
5. Краус К.М., Краус Н.М. (2018). Які зміни несе в собі “Індустрія 4.0” для економіки та виробництва. *Формування ринкових відносин в Україні*, 9. 128–135.
6. Краус Н.М., Краус К.М. (2018). Цифровізація в умовах інституційної трансформації економіки: базові складові та інструменти цифрових технологій. *Інтелект ХХІ століття*, 1. 211–214.
7. Левчинський Д.Л., Каширнікова І.О., Кононова О.Є. (2018). Аспекти розвитку цифрової економіки в Україні. *Економічний простір*, 139. 66–76.
8. Kraus K., Kraus N., Manzhura O. (2021). Digitalization of Business Processes of Enterprises of the Ecosystem of Industry 4.0: Virtual-Real Aspect of Economic Growth Reserves. *WSEAS Transactions on Business and Economics*, vol. 18, Art. #57. 569–580. URL: [https://www.wseas.org/multimedia/journals/economics/2021/b165107-021\(2021\).pdf](https://www.wseas.org/multimedia/journals/economics/2021/b165107-021(2021).pdf) (assessed 5 May 2022).
9. Краус К.М., Краус Н.М., Марченко О.В. (2020). Цифрова економіка та інноваційно-підприємницький університет крізь призму конкурентоспроможності. *Ефективна економіка*, 3. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=7705> (дата звернення: 01.03.2020).
10. Краус К.М., Краус Н.М., Марченко О.В. (2021). Цифрові градієнти як ключові атрибути становлення Освіти 5.0 та Індустрії X.0. *Економічний простір*, 165, 13–17. URL: https://www.business-inform.net/export_pdf/business-inform-2021-6_0-pages-50_58.pdf (assessed 15 May 2022).
11. Краус К.М., Краус Н.М., Марченко О.В. (2021). Становлення Індустрії X.0 на засадах інноваційно-цифрової підприємницької діяльності та віртуальної мобільності. *БІЗНЕС ІНФОРМ*, 6. 50–58. URL: https://www.business-inform.net/export_pdf/business-inform-2021-6_0-pages-50_58.pdf (дата звернення: 01.10.2020).
12. Kraus K., Kraus N., Marchenko, O. (2021). Management of BAIS: Technological Trends and Digital Initiatives 4.0. *VUZF review*, 6(2), pp. 88–99. URL: <http://papersvuzf.net/index.php/VUZF/article/view/150/163> (assessed 10 June 2022).
13. Федак М. (2021). Що таке порядок денний в Tech-X на навздо його створювати. *АПІАУ*. URL: <https://aprau.org.ua/publications/poryadok-dennyj-v-tech-x/> (дата звернення: 09.12.2021).
14. Чайкіна А.О. (2021). Індустрія 4.0: особливості цифрової трансформації України. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Економіка і управління*, Том 32 (71), 3. 24–31.
15. Краус К.М., Краус Н.М., Штепа О.В. (2021). Індустрія X.0 і Індустрія 4.0 в умовах цифрової трансформації та інноваційної стратегії розвитку національної економіки. *Ефективна економіка*, 5. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=8901> (дата звернення: 27.05.2021).
16. Головні інструменти колаборації в policy-making Індустрії 4.0 (2021). *INDUSTRY4UKRAINE*. URL: <https://www.industry4ukraine.net/publications/golovni-instrumenty-kolaboracziyi-v-policy-making-industriyi-4-0/> (дата звернення: 30.05.2022).
17. Цифрова адженда України – 2020 (Цифровий порядок денний – 2020). Концептуальні засади (версія 1.0). Першочергові сфери, ініціативи, проекти цифровізації України до 2020 року. *HITECH office*. URL: <https://ucsi.org.ua/uploads/files/58e78ee3c3922.pdf> (дата звернення: 24.05.2022).
18. Індустрія 4.0 в машинобудуванні стан в Україні та перспективи розвитку. *Аналітичний звіт АПІАУ*. Вип. 1.

Kateryna M. Kraus

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
Borys Grinchenko Kyiv University,
Kyiv, Ukraine
ORCID ID: 0000-0003-4910-8330
e-mail: k.kraus@kubg.edu.ua

Nataliia M. Kraus

Doctor of Economics, Professor,
Borys Grinchenko Kyiv University,
Kyiv, Ukraine
ORCID ID: 0000-0001-8610-3980
e-mail: n.kraus@kubg.edu.ua

Yuliia M. Radzikhovska

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
Bohdan Khmelnytskyi National University at Cherkasy,
Cherkasy, Ukraine
ORCID ID: 0000-0002-6691-3182
e-mail: juliaradzihovska@gmail.com

WORLD PRACTICE OF INDUSTRY 4.0: PLATFORMS, TOOLS, BENCHMARKING

Abstract. The article describes an innovative method of collective cooperation in the Industry 4.0 community, which involves the creation of new guidelines, digital platforms. The article lists the tools of the low-code platform, among which are: virtual development, cross-platform. It is noted that the low-code strategy is focused on accessibility and the ability to allow users to create the necessary functionality. Authors analyze the low-code algorithm through the prism of the stages of its implementation, namely: definition of requirements; market definition and evaluation; platform selection.

Examples (benchmarking) of global companies that have made the digital transformation are given, among them: Boeing, Bosch, Atlas Copco, Caterpillar, Fanuc, Gehring, Hitachi, John Deere, Kaeser Kompressoren, Komatsu, KUKA. Each industry, each company, by preliminary analysis of opportunities and evaluation of the effectiveness of implementation and improvement, makes a choice in favor of one or another tool Industry 4.0 and 5.0. Digital transformation of the economy is being realized in harmony with these processes, as its role in the development of the smart industry and the development of new technologies is constantly growing.

The opinion is expressed that most countries of the world, determining the direction of their economic, political, social, environmental development, should pay considerable attention to the introduction of modern technologies, especially those related to Industry 4.0 and 5.0 and involve innovation, glocalization, digitalization of all spheres of life of society, including economics, politics, medicine, education, the introduction of smart-specialization of regions of countries, integration into a global industrial network of things and services. In the article authors' attention is focused on the fact that in modern economic conditions the way of digitalization of business is through the assessment of the state of production facilities, digital logistics; identifying places where digital technologies can increase the efficiency of traditional enterprises; calculation of the economic effect of the introduction of digital tools in the smart industry; testing and monitoring the operation of digital equipment, devices.

Keywords: Industry 4.0; digital platforms; digital tools; benchmarking.

REFERENCES

1. Kraus, N.M., Kraus, K.M., Andrusiak, N.O. (2020), "Digital cubic space as a new economic augmented reality", *Sci. innov.*, vol. 16, no. 3, pp. 92–105. (in English)
2. Apalkova, V.V. (2015), "The concept of digital economy development in the European Union and prospects of Ukraine", *Visnyk Dnipropetrovskogo universytetu. Seriya: Menedzhment innovatsii*, vol. 4, pp. 9–18. (in Ukrainian)

3. Kraus, K.M., Kraus, N.M., Golubka, S.M. (2021), "Schering economy: digital transformation of entrepreneurship on the way to industry 4.0", *Efektivna ekonomika*, no. 8, available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=9139> (Assessed 28 August 2021). (in Ukrainian)
4. Ivanov, S.V., Chekina, V.D. (2020), "Development of the mining industry in the conditions of Industry 4.0: new challenges and opportunities", *Ekonomika promyslovosti*, no. 1(89), pp. 45–74. (in Ukrainian)
5. Kraus, K.M., Kraus, N.M. (2018), "What changes does Industry 4.0 bring to the economy and production?", *Formuvannia rynkovykh vidnosyn v Ukraini*, no. 9, pp. 128–135. (in Ukrainian)
6. Kraus, N.M., Kraus, K.M. (2018), "Digitalization in the context of institutional transformation of the economy: basic components and tools of digital technologies", *Intelekt XXI stolittia*, no. 1, pp. 211–214. (in Ukrainian)
7. Levchynskiy, D.L., Kashyrynikova, I.O., Kononova, O.E. (2018), "Aspects of digital economy development in Ukraine", *Ekonomichnyi prostir*, no. 139, pp. 66–76. (in Ukrainian)
8. Kraus, K., Kraus, N., Manzhura, O. (2021), "Digitalization of Business Processes of Enterprises of the Ecosystem of Industry 4.0: Virtual-Real Aspect of Economic Growth Reserves", *WSEAS Transactions on Business and Economics*, vol. 18, Art. #57, pp. 569-580, available at: [https://www.wseas.org/multimedia/journals/economics/2021/b165107-021\(2021\).pdf](https://www.wseas.org/multimedia/journals/economics/2021/b165107-021(2021).pdf) (Assessed 5 May 2022). (in English)
9. Kraus, K.M., Kraus, N.M., Marchenko, O.V. (2020), "Digital Economics and the University of Innovation and Entrepreneurship through the prism of competitiveness", *Efektivna ekonomika*, no. 3, available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=7705> (Assessed 01 March 2020). (in Ukrainian)
10. Kraus, K.M., Kraus, N.M., Marchenko, O.V. (2021), "Digital gradients as key attributes of the formation of Education 5.0 and Industry X.0", *Ekonomichnyi prostir*, no. 165, pp. 13–17, available at: https://www.business-inform.net/export_pdf/business-inform-2021-6_0-pages-50_58.pdf (Assessed 15 May 2022). (in Ukrainian)
11. Kraus, K.M., Kraus, N.M., Marchenko, O.V. (2021), "Formation of Industry X.0 on the basis of innovation and digital entrepreneurship and virtual mobility", *BIZNES INFORM*, no. 6, pp. 50–58, available at: https://www.business-inform.net/export_pdf/business-inform-2021-6_0-pages-50_58.pdf (Assessed 01 October 2020). (in Ukrainian)
12. Kraus, K., Kraus, N., Marchenko, O. (2021), "Management of BAIS: Technological Trends and Digital Initiatives 4.0", *VUZF review*, no. 6(2), pp. 88–99, available at: <http://papersvuzf.net/index.php/VUZF/article/view/150/163> (Assessed 10 June 2022). (in English)
13. Fedak, M. (2021), "What is the agenda in Tech-X and why create it", *APPAU*, available at: <https://appau.org.ua/publications/poryadok-dennyj-v-tech-x/> (Assessed 09 December 2021). (in Ukrainian)
14. Chaikina, A.O. (2021), "Industry 4.0: features of Ukraine's digital transformation", *Vcheni zapysky TNU imeni V.I. Vernadskogo. Seriya: Ekonomika i upravlinnia*, Tom 32 (71), no. 3, pp. 24–31. (in Ukrainian)
15. Kraus, K.M., Kraus, N.M., Shtepa, O.V. (2021), "Industry X.0 and Industry 4.0 in the context of digital transformation and innovative strategy of national economy development", *Efektivna ekonomika*, no. 5, available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8901> (Assessed 27 May 2021). (in Ukrainian)
16. "Main tools of collaboration in policy-making Industry 4.0" (2021), *INDUSTRY4UKRAINE*, available at: <https://www.industry4ukraine.net/publications/golovni-instrumenty-kolaboraciyi-v-policy-making-industriyi-4-0/> (Assessed 30 May 2022). (in Ukrainian)
17. "Digital Agenda of Ukraine – 2020 (Digital agenda – 2020). Conceptual principles (version 1.0). Priority areas, initiatives, projects of digitalization of Ukraine until 2020", *HITECH office*, available at: <https://ucci.org.ua/uploads/files/58e78ee3c3922.pdf> (Assessed 24 May 2022). (in Ukrainian)
18. "Industry 4.0 in mechanical engineering situation in Ukraine and development prospects", *Analitichnyi Zvit APPAU*, vol. 1. (in Ukrainian)

