

Григорій Васильович Задорожний

академік АЕН України

д-р екон. наук, проф.

ORCID 0000-0002-4488-4173

e-mail: i.business@karazin.ua,

Наталія Геннадіївна Дуна

канд. екон. наук, доц.

e-mail: n.duna@karazin.ua,

Ольга Григорівна Задорожна

чл.-кор. АЕН України

канд. екон. наук, доц.

ORCID 0000-0001-6486-0710

e-mail: o.zadorozhna@karazin.ua,

Анастасія Абраменко,

Маргарита Іванова,

Юлія Клецова,

Юлія Личко,

Карина Травкіна,

Анна Чорна,

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

ОСОБЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ІНДУСТРІЇ 4.0 В ЕКОНОМІЦІ УКРАЇНИ

(науковий огляд)

Вступ

(Г. В. Задорожний, Н. Г. Дуна)

Сучасні мегатренди глобалізації, цифровізації, екологізації, демографічних змін, міграції та інші актуалізують необхідність цілісного осмислення проблеми напруження сучасних асиметрій та загострення дисбалансів у сфері життєдіяльності українського суспільства, котрі досить серйозно впливають на стан глобального і національного господарства. Світовий шок від поширення пандемії COVID-19 у сфері глобальної та національної економіки потребує глибокого аналізу і консолідованого колективного реагування, бо під його впливом кардинально змінюється господарська ситуація у світі, стан національного функціонування. Така ситуація вимагає, щоб національні уряди могли швидко і всебічно визначати та розв'язувати проблеми економічних розбалансувань за допомогою інструментів державної політики, ураховуючи рекомендації міжнародних організацій, насамперед Організації об'єднаних націй (ООН), Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР), Міжнародної організації праці (МОП) та інших профільних міжнародних структур. Для України це важливо також у контексті виконання Угоди про асоціацію з ЄС.

Поширення пандемії COVID-19, що вкрай негативно позначилась на економіках переважної біль-

шості країн Європи та світу, розбалансування у господарській сфері, як показує об'єктивний аналіз, буде й надалі посилюватися. За прогнозом МОП, залежно від різних масштабів впливу пандемії COVID-19, зараз загальні втрати трудових доходів працівників потенційно складають від 860 млрд до 3,4 трлн дол. США; а також відбудеться збільшення чисельності працюючих бідних і може сягнути від 8,8 до 35,0 млн осіб, хоча донедавна планувалося її скорочення на 14,0 млн осіб.

Все це стримує процеси світової, регіональної і національної конвергенції, що мають сприяти зближенню за ключовими параметрами соціально-економічного розвитку. Проте пандемічна реальність обумовлює процеси не конвергенції, а дивергенції. Вона досить швидко загострюється, навіть у розвинених країнах, зростають дисбаланси між професійними навичками працівників і вимогами роботодавців, зумовлені процесами автоматизації виробництва, переходом у передових країнах до моделі «Індустрія 4.0». Її запровадження, а це є чи не найважливішим чинником подолання глобальної кризи, потребує швидкого проведення реформ щодо покращення добробуту населення через інформатизацію, механізацію та автоматизацію виробничих процесів, розширення меж впровадження цифровізації.

Для розв'язання цих проблем необхідно підвищувати рівень людського потенціалу, осучаснювати гнучкість сучасних ринків праці, де зараз спостерігаються

негативні тенденції: зростання безробіття, втрата робочих місць та вивільнення найманих працівників, зростання обсягів неповної зайнятості, зниження доходів населення, посилення соціальної напруженості в суспільстві.

Політика ЄС сьогодні розвивається у новій парадигмі Четвертої промислової революції (національні програми «Індустрія 4.0», «Зайнятість 4.0» та ін.), цифровізації, переходу до суспільства знань. При цьому новітня політика Євросоюзу чітко зорієнтована на «людино-центричні» підходи, що у глибинному плані мають викликати розширення людських підходів до світорозуміння нової ери – виживання людства. Проте вироблені Глобальною комісією з питань майбутнього сфери праці, що передбачають збільшення інвестицій у розвиток здібностей людини, здебільшого говорять про традиційні проблеми людини як основного засобу збільшення прибутку. При цьому й надалі наукою ігнорується той фундаментальний факт, що людина є перш за все *духовною істотою*. І подолання сучасної нищівної кризи коріниться у сфері *духу*, а не у поверхневих рівнях сучасного технократичного світогляду.

Якщо ж говорити про Україну, про нинішню нашу еліту, то майже все, що стосується впровадження моделі «Індустрія 4.0», виявляється лозунговими розмови про те, які є наміри щодо майбутнього.

Сенсом *Четвертої промислової революції*, як доводять вчені Інституту економіки промисловості НАН України¹, є всеохоплююча автоматизація та роботизація виробництва, кіберфізичні системи, біотехнології, 3D-друк, альтернативна енергетика, штучний інтелект, мережева економіка, доповнена реальність, циркулярна економіка, Інтернет речей, технологія блокчейн, хмарні обчислення, квантові технології. Застосування подібних технологій зумовило цифровізацію реального сектору економіки, зміну звичних бізнес-моделей, розповсюдження зайнятості на платформах дистанційної зайнятості, створення «цифрових робочих місць» і «смарт-працівників». У сфері праці стають необхідними принципи гнучкості, мобільності, швидкого оновлення знань, перехід від суб'єкт-об'єктних відносин до суб'єкт-суб'єктних відносин в управлінні, розвиток творчої самореалізації особистостей в діяльно-трудовах процесах.

У таких складних умовах перед національними урядами та інституціями державного регулювання у весь зріст постає необхідність забезпечення конкурентоспроможності нашої країни, її високої інноваційності. Надзвичайно важливо формувати реальну здатність розробляти ефективні господарські дії як впровадження наукових відповідей на сучасні новітні виклики цифровізації, виявляти можливості переходу на нові шостий і сьомий технологічні уклади.

При цьому слід наголосити, що світ зараз захоплюється у досить скрутному плані: головним доленосним питанням стало питання *бути чи не бути людству?* І якщо лідерами світової думки досить чітко визначено, що голова причина глобальної кризи-лабіринту знаходиться у *духовній сфері*, сфері *ціннісної свідомості*, то й перехід до моделі «Індустрія 4.0» і до сьо-

мого «технологічного» укладу повинен відбуватися з урахуванням того, що людина-*особистість* має *трипостасну* – *духовно-біо-соціальну* природу, а *духовно-моральнісні цінності й мотиви* мають *передувати* процесу цілепокладання і прийняття управлінських рішень.

У цьому сенсі й мають плануватися і реалізовуватися проблеми цифровізації та її ефективності. Останніми роками наукові публікації свідчать про те, що процеси цифровізації в національних економіках переважно розглядаються у суто *технократичному* плані ефективності впровадження найсучасніших цифрових технологій (ступінь розвиненості ІКТ та їхньої інфраструктури, параметри накопичення і використання цифрового капіталу, цифрові навички населення тощо). Визначається тим, яким є технічний і технологічний рівень виробництва, наскільки складними та різноманітними є його продукти, наскільки сприяє сучасному індустріальному розвитку національна сфера НДДКР тощо. Проте *цифровізація* не повинна ставати *самоціллю*, своєрідною економічною панацеєю. Особливо в нашій країні, де існує руйнація інноваційної сфери, виробничі технології здебільшого відповідають третьому і четвертому технологічним укладам, досить високим є рівень зношення машин та устаткування, дефіцит STEM-персоналу та ін.

Процеси, що мають реалізувати національну модель «Індустрія 4.0», є досить інтегральними та суперечливими за своїм характером. Тому така проблематика наукових досліджень потребує *кардинальної зміни наукових підходів* та надання обґрунтованих відповідей практиці державного управління для позитивної зміни ситуації на краще для українців. При цьому уже слід повноцінно входити у новий формат *постнекласичної людиномірої науки*, де *ціннісна раціональність* повинна переважати над цільовою раціональністю, основоположно запліднювати моральнісними цінностями управлінські цілі та рішення; де *якість життя* залежить від реалізації *віковичних духовних цінностей виживання людського роду*.

Мета дослідження – розкрити специфічні особливості та оцінити модель «Індустрія 4.0»; обґрунтувати шляхи її впровадження у окремих галузях українського національного господарства.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТТЯ «ІНДУСТРІЯ 4.0» (Каріна Травкіна, Юлія Клецова)

1.1. Теоретичні засади визначення поняття «Індустрія 4.0»

Вагомий внесок в дослідження «Індустрії 4.0» в Україні вносить вітчизняний науковець, професор Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна д.е.н. І. Ю. Матюшенко. Проте його наукові дослідження мають суто технократичний характер: проблеми людяності й духовності при аналізі моделі «Індустрії 4.0» ним майже не висвітлюються. У цьому

¹ Трансформації соціально-трудова сфери під впливом глобальних тенденцій та цифрового розвитку економіки України: науково-довідна записка. Київ: ІЕП НАН України, 2021.

аспекті питання змісту і шляхів *одухотворення* НБІК-конвергенції, що є технісною основою впровадження моделі «Індустрії 4.0», займаються вчені *Харківської Каразінської міждисциплінарної методологічної школи досліджень сучасного господарства*¹. Вони почали формувати *нову доленосну* для людства науку *уноміку*² про людяність як головну онтологічну специфіку людського роду, а також висунули наукову гіпотезу про те, що *людяність* повинна розгортатися у нову *сотеріологічну наукову парадигму виживання людства*³.

У цьому дослідженні головним аспектом є розкриття технократичних засад моделі «Індустрії 4.0», а проблеми духовно-ціннісних суто *людяних смислів* процесів «Індустрії 4.0» ми майже не будемо торкатися,

хоча добре розуміємо, що *четверта наукова революція* і становлення їй відповідного *нового постнекласичного людиномірного знання* повинні *по-новому фокусувати світосприйняття* перш за все у форматі *реалізації імперативу виживання людства*. Якщо у фахівців державного управління є така потреба, то ми *готові надати* їм відповідну *науково-дповідну записку*.

У своїй фундаментальній праці «Технологічна конкурентоспроможність України в умовах нової промислової революції і розвитку конвергентних технологій» професор І. Ю. Матюшенко дає наступні характеристики промисловим революціям та «Індустрії 4.0» (табл. 1.1)⁴.

Таблиця 1.1

Узагальнені характеристики промислових революцій

Промислові революції	Основні характеристики промислових революцій
Перша «Індустріальна» (наприкінці XVIII століття)	Обумовлена необхідністю механізації текстильної індустрії у Великобританії появою парових двигунів, які використовувалися для виробництва енергії і забезпечили більш гнучке і потужне джерело енергії для машин, що вже не знаходилися поблизу природних джерел енергії, таких як річка. Заснована на інноваціях у виробництві чавуну, парових двигунах і розвитку текстильної промисловості
Друга «Технологічна» (з другої половини XIX — початок XX століття)	Обумовлена впровадженням бесемерівського способу виплавки сталі і появою поточного виробництва і складальної лінії, найяскравішим прикладом якої став конвеєр Генрі Форда. У 1860-1870-х роках охопила Західну Європу, США, Росію і Японію. Технологічна революція була переважно заснована на наукових досягненнях, а не просто вдалих винаходах, і відбувалася на базі виробництва високоякісної сталі, поширенні залізниць, електрики і хімікатів. Стала наслідком введення масового виробництва, заснованого на електричному приводі і поділі праці
Третя «Інформаційна» (з 1970-х років)	Обумовлена використанням комп'ютерів у виробництві. Широке використання верстатів з ЧПУ, комп'ютерної обробки якісної і логістичної інформації, а також комп'ютеризація широкого спектра ручних завдань (таких як бухгалтерський облік, управління запасами і планування). Використання електроніки та ІТ для досягнення подальшої автоматизації виробництва
Четверта «Індустрія 4.0» (2011–2050 роки XXI століття)	Рушійною силою стали інтегровані інтелектуальні процеси та продукти, що генерують так звані великі дані, які повністю змінюють ландшафт виробництва і створюють нові ринки. Ця революція відбувається не тільки з використанням даних у процесі виробництва, але й інтеграцією усіх даних з широкого спектра виробничих систем по всьому ланцюжку поставок. Заснована на широкому використанні кіберфізичних систем для впровадження орієнтованого на споживача «Інтернету речей»

Слово *«революція»* означає різку та радикальну зміну. Революції відбувалися в процесі історичного розвитку людства, коли нові технології і нові способи сприйняття світу викликали фундаментальні зміни економічних систем і соціальних структур. Оскільки тут як система координат використовується історія, раптовість таких змін може формуватися протягом багатьох років.

Концепція *Четвертої промислової революції*, більш відома як *«Індустрія 4.0»*, отримала свою назву у 2011 році під час Гановерської виставки від ініціативи німецьких бізнесменів, політиків і вчених на чолі з Ч. Грифдастафом (Siemens PLN Software), які визначили її як засіб підвищення конкурентоспроможності обробної промисловості Німеччини через посилену ін-

теграцію «кіберфізичних систем» (або CPS) у виробничі процеси. CPS— означає інтеграцію машин і людської праці, підключених до Інтернету, а також процес створення мережі машин, які будуть не тільки виробляти товари з меншою кількістю помилок, але і зможуть автономно змінювати виробничі шаблони відповідно до необхідності, залишаючись високоефективними. При цьому рушійною силою є інтегровані інтелектуальні процеси та продукти, що генерують так звані великі дані, які повністю змінюють ландшафт виробництва і створюють нові ринки. Іншими словами, Індустрія 4.0 – виробництво, еквівалентне орієнтованому на споживачів «Інтернету речей», в якому предмети побуту, від автомобілів до тостерів, будуть підключені до Інтернету⁵.

¹ Задорожний Г. В. ДНБІКС-конвергенция как возможность выживания человечества. Харьков: ВННОО, 2021; Задорожний Г. В. Прорывные методологические разработки новой постнекласической человекомерной науки в сфере хозяйствознания. *Социальная экономика*. 2019. № 57. С. 6-17; Задорожная О. Г. Ценностное управление как формат спасения от суицидного интеллектуализма. *Вісник економічної науки України*. 2019. № 1. С. 169-174 и др.

² Задорожний Г. В., Задорожная О. Г. Уномика. Прологомены судьбоносной интегральной науки о спа-

сительном развертывании человечности. Харьков: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2019. 164 с.

³ Задорожний Г. В. Человекомерность как основа научной парадигмы выживания человечества. Харьков: ВННОО, 2020. 126 с. URL: <http://ol.worldontology.org/3d-flip-book/1701/>.

⁴ Матюшенко І. Ю. Технологічна конкурентоспроможність України в умовах нової промислової революції і розвитку конвергентних технологій. *Проблеми економіки*. 2016. № 1. С. 108-120. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pekon_2016_1_14 (дата звернення: 20.03.2021).

⁵ Там само. С. 109.

В рамках Модуля Жана Моне 611674-EPP-1-2019-1-UA-EPPMO-MODULE I. Ю. Матюшенко виділяє наступні революційні *тренди* промислового розвитку до 2030 року:

1. Революція в проєктуванні і організації виробничих процесів – сьогодні промисловість переживає тотальний технологічний і організаційний реінжиніринг, заснований на тотальній діджиталізації виробничих процесів;

2. Перехід до нових матеріалів – їх інтеграція в автоматизовані системи проєктування і виробництва, суміщення виробництва матеріалів і виробництва компонентів / виробів;

3. Розумні середовища - очікується їх масове впровадження на горизонті 2020-2030-х років. Боротьба за ринок розумних мереж / інфраструктур у світі йде повним ходом, реалізуються масштабні регіональні ініціативи.

Узагальнене розуміння передових виробничих технологій (ПВТ) охоплює наступне:

1) технологічне заміщення, що веде до якісного вдосконалення існуючих або створення принципово нових продуктів;

2) автоматизація виробничого процесу, що ставить нові вимоги до кваліфікації фахівців;

3) кастомізація виробництва як гнучка адаптація до потреб замовника;

4) локалізація – зниження витрат за рахунок економії на логістиці і географічній близькості до споживача (замовника);

5) економічна ефективність, пов'язана або зі зменшенням собівартості у порівнянні з масовим виробництвом, або з економією ресурсів, підвищенням продуктивності праці, інвестиційної привабливості і конкурентоспроможності¹.

Еволюційно склалося, що четверта промислова революція прийшла на зміну попередньої, принісши до електронного та комп'ютерного середовища ринок Інтернет речей.

Тобто, створюється одна спільна мережа техніки/комп'ютерів, що підключається до однієї системи – інтернету, та може автономно виробляти товари з меншою кількістю помилок, а також будуть залишатися такими ж високоефективними.

Індустрія 4.0 – це «розумне виробництво» з масовим використанням цифрових технологій в автоматизації процесів виробництва та реалізації продукції, створення кіберфізичного простору, розбудови та використання промислового Інтернету².

Застосування цифрових технологій та використання інтелектуального ресурсу є основою модернізації та розбудови високотехнологічних виробництв, що дозволить вітчизняній економіці інтегруватися та взаємодіяти в світовому економічному просторі в умовах впровадження технологій Четвертої промислової революції.

¹ Модуль Жана Моне 611674-EPP-1-2019-1-UA-EPPMO-MODULE 2019-2022 'European Integration of Ukraine in Industry 4.0' (EUI4)EEIoU-4.0European economic integration of Ukraine in trade, science, technology transfer and changing business models in Industry 4.0.

² Кириченко О. С. Практичні аспекти впровадження модернізації промисловості на засадах індустрії 4.0 в Україні. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2020. №4 (60). С. 210-218. URL: <http://snku.krok.edu.ua/vcheni>

Сьогодні багато вчених, що досліджують проблеми цифровізації та інтелектуалізації, виділяють штучний інтелект як один з передових виробничих технологій, які будуть для міжнародного бізнесу найбільш перспективними.

1.2. Застосування штучного інтелекту в промисловості

На виробничих підприємствах штучний інтелект може бути застосований на таких рівнях:

1) На рівні проєктування:

– для підвищення ефективності розробки нових продуктів,

– для автоматизації вибору та оцінки постачальників,

– для аналізу вимог до деталей та запчастин.

2) На рівні виробництва:

– для вдосконалення бізнес-процесів,

– при автоматизації ліній виробництва,

– для зменшення кількості помилок,

– для спрощення процесу виробництва за рахунок використання функцій розпізнавання зображень та діалогового інтерфейсу.

3) На рівні логістики:

– для покращення планування маршрутів транспортних засобів,

– для зменшення термінів доставки сировини,

– для покращення взаємодії з клієнтами та постачальниками за допомогою інтерактивного спілкування,

– для відстеження відправлень та процесу доставки на всіх етапах, у перспективі – для передбачення коливання обсягів відгрузок до того, як вони відбудуться.

4) На рівні просування:

– для прогнозування обсягів послуг підтримки та обслуговування,

– при управлінні ціноутворенням.

Загальна тенденція застосування штучного інтелекту у промисловості полягає у тому, що завдяки його використанню виробництво більше автоматизується, а участь людини поступово зменшується. Тому тут важливо знаходити такі шляхи його використання, щоб людина цінності не ігнорувалися у процесах впровадження моделі «Індустрія 4.0»³. Не людина повинна служити штучному інтелекту, а навпаки – штучний інтелект має служити людині.

РОЗДІЛ 2. ІНДУСТРІЯ 4.0 В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВІСТІ

(Маргарита Іванова)

2.1. Харчова промисловість України

Харчова промисловість України уже багато років є однією із стратегічно важливих галузей національної економіки. Україна є важливим торговим партнером

zapiski-universitetu-krok/article/view/363/393 (дата звернення: 20.04.2021).

³ Задорожний Г. В. НБИК-конвергенция, искусственный интеллект как реальная предпосылка замены человека киборгом в кризисном глобальном мире (препринт доклада на Каразинском междисциплинарном методологическом научном семинаре 22 января 2019 г.). Харьков: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2019. 25 с.

і одним з найбільших експортерів аграрної та харчової продукції на світові ринки.

Харчова промисловість об'єднує понад 40 галузей, які виробляють продукти харчування. Основними серед них є цукрова, борошномельно-круп'яна, олійно-жирова, хлібопекарська, спиртова, плодоовочеконсервна, рибна, молочна, м'ясна, виноробна, кондитерська, пивоварна, тютюнова та ін.

За даними Держстату, у січні – листопаді 2020 року український експорт продукції АПК та харчової промисловості склав 20 млрд дол. США, що на 0,3% або на 62,3 млн дол. США менше в порівнянні з аналогічним періодом 2019 року. При цьому позитивним моментом є тенденція до уповільнення темпів зниження експорту¹.

Сучасний етап розвитку харчової промисловості характеризується наявністю невирішених проблем, зумовлених негативними політичними і соціально-економічними процесами та глобальними викликами економічної реальності, що стримують її розвиток, а саме:

- проблема відсутності системного підходу в державній політиці до забезпечення стабільного та ефективного розвитку харчових підприємств;
- низький рівень технічного оснащення;
- майже відсутність інноваційної діяльності, низький рівень забезпечення сировинною базою та купівельної спроможності населення, недостатність інвестицій;
- відсутність взаємозв'язку між постачальниками сировини та підприємствами-переробниками для виготовлення продукції із високою доданою вартістю.

Інноваційний розвиток стимулює модернізацію усіх сфер економіки та суспільства. Основні ознаки модернізації втілюються в нарощуванні можливостей використання сучасних технологій у ключових галузях матеріального виробництва, розширенні форм споживання, створенні соціальних, політичних і культурних умов для розвитку нового виробництва. Вирішальну роль в цьому відіграють нові інформаційні технології та культурно-освітня здатність учасників виробництва до їх використання у виробничих процесах та управлінні.

Суттєвий негативний вплив на інноваційний розвиток харчової промисловості справляє низький рівень платоспроможного попиту підприємств на науково-технічну продукцію.

Відсутність у більшості вітчизняних товаровиробників власних коштів, що супроводжується обмеженістю бюджетних джерел фінансування, не дозволяє їм займатися освоєнням нових технологій.

Слабкою ланкою у формуванні інноваційного ринку харчової промисловості є вивчення попиту на інновації. При відборі інноваційних проектів не проводиться їх достатньо повна економічна експертиза. Щорічно залишається незатребуваною в харчовій промисловості значна частка завершених науково-технічних розробок, що є наслідком відсутності ефективного організаційно-економічного механізму управління інноваційною діяльністю в умовах ринку.

2.2. Індустрія 4.0 в харчовій промисловості

Одними з найважливіших досягнень у людській історії є винаходи в сфері сільського господарства і тваринництва. Цілеспрямоване і широкомасштабне виробництво і переробка продуктів харчування зробили можливим сталий розвиток людської цивілізації. Населення світу неухильно зростає, і тому сьогоднішня харчова промисловість продовжує залишатися однією з головних опор світової економіки.

Інтернет речей (IoT), робототехніка та автоматизація відкривають епоху четвертої промислової революції (Індустрія 4.0).

Інтернет речей – концепція мережі передачі даних між фізичними об'єктами, оснащеними вбудованими засобами і технологіями для взаємодії один з одним або з зовнішнім середовищем.

Ці технології, наряду з величезним обсягом даних та аналітикою, а також кібер-фізичні системи (інтеграція обчислювальних ресурсів у фізичні процеси), лежать в основі моделі «Індустрія 4.0». Завдяки тому, що вони створюють нові зв'язки в реальному часі між машинами, виробничими процесами та системами, виникають основні зміни в методиках організації промислового виробництва, на основі яких лежать досконалі нові бізнес-моделі.

Індустрія 4.0 – це інтелектуальне виробництво: повністю інтегровані системи для спільної роботи, які реагують в режимі реального часу на мінливі потреби і умови на фабриці. Це наступний вирішальний стрибок в історії індустрії, коли автоматизація поєднується з IT-мережами і системами, збагаченими живими і постійно доступними даними та аналітикою, для більш ефективного та дієвого управління операціями.

Автоматизація, а також збір і обробка даних вже існують в харчовій промисловості не одне десятиліття, але сьогоднішні споживачі як ніколи вимогливі до якості продуктів харчування. Екологічні методи виробництва з можливістю відстежити походження, а також відсутність штучних добавок – всі ці моменти зараз дуже важливі. Новий попит спонукає харчову промисловість реагувати і переосмислювати свої продукти, а також технології їх виробництва. Очевидно, що створення сучасного продукту, який відповідає високим стандартам якості споживачів, також вимагає залучення значно більших ресурсів. В рамках Індустрія 4.0 інтелектуальні робототехнічні і сенсорні технології відкривають абсолютно нові можливості для підвищення ефективності виробництва. Вони дають змогу:

- підвищити пильність щодо безпеки харчових продуктів, наприклад, шляхом забезпечення більшої простежуваності;
- підвищити продуктивність за рахунок кращого розуміння того, де є проблемні місця на виробництві та як їх можна подолати;
- покращити гарантію якості за рахунок більшої автоматизації;
- керувати більш складними глобальними ланцюгами поставок за допомогою IT-технологій і робототехніки;

¹ За 11 місяців 2020 року Україна експортувала продукції АПК на 20 млрд дол. URL: <https://www.me.gov.ua/News/Detail?lang=uk-UA&isSpecial=True&id=3856094a-c094-40a9-89d0-2dec8ed6e15c&title=Za11-Misiatsiv2020-RokuUkrainaEksportovalaProduktisiiApkNa-20-Mlrd/> (дата звернення: 23.03.2021).

– швидше реагувати на мінливі потреби споживачів, використовуючи дані в реальному часі.

Четверта промислова революція може привести до таких характерних змін на виробництві:

– дані з кожного кроку в ланцюзі поставок будуть аналізуватися та інтегруватися для отримання результатів у реальному часі, що сприятиме вдосконаленню процесу прийняття рішень;

– бізнес-рішення стануть більш складними через інтеграцію та аналіз багатьох етапів процесу. І менеджерам, і безпосереднім працівникам будуть потрібні нові навички, щоб забезпечити успішне використання результатів даних;

– все частіше автоматизація керуватиме плануванням виробництва, управлінням запасами, плануванням технічного обслуговування, виконанням замовлень, експлуатацією обладнання, машинним навчанням та робототехнікою. Інтегрована система буде використовувати операції з сенсорним екраном, роботів та доповнену реальність;

– збільшати вимоги до кібербезпеки та набору і навчання персоналу;

– витрати простою виробництва зростуть через інтегрований характер усіх етапів процесу та більш складні вимоги до технічного обслуговування.

2.3. Індустрія 4.0 в харчовій промисловості України

У липні 2016 році була досягнута стратегічна угода секторів ІТ та АСУТП (Автоматизована система управління технологічним процесом) навколо положень Хартії Індустрії 4.0. Так виник національний рух Індустрії 4.0 в Україні.

В 2017 році вийшов окремий сайт «Індустрія 4.0 в Україні», пройшли перший конкурс інноваторів та перші експортні заходи в Берліні.

У грудні 2018 року була створена перша версія проєкту Національної стратегії Індустрії 4.0. І, незважаючи на те, що розробка виконана на замовлення уряду, її досі не затвердили і навіть не розглянули на урядовому рівні. Якщо коротко, то портфель представлених в ній проєктів стосується шести основних напрямків, які вже реалізуються без участі держави.

У 2020 році Асоціація промислової автоматизації України (АППАУ) фокусується на інтеграції в державні політики – ряд проєктів розвиваються в регіонах в напрямках кластерів «Інжинірингу – Автоматизації – Машинобудування» та смарт-спеціалізації.

Головний виклик спільнот в 2021 році залишається таким же, як і в 2016 році, – потрібна значно краща консолідація різних секторів та стейкхолдерів Індустрії 4.0 для того, щоб вивести цю стратегію на державний рівень.

Платформа Industry4Ukraine – це майданчик для діалогу з промисловими асоціаціями та об'єднаннями, з одного боку, і органами влади – з іншого. На сьогодні до неї приєдналися близько 50 бізнес-асоціацій, багато агентств розвитку, торгово-промислових палат, а також державних установ, включаючи департаменти

Мінекономіки. Експерти платформи розробили ряд принципових документів державної політики в сферах кластерного розвитку та інновацій, діджиталізації, макроекономічного розвитку тощо.

За підтримки платформи Industry4Ukraine 25 вересня 2019 року в рамках проєкту «Побудова дорожньої карти цифрової трансформації в Харчовій промисловості» відбувся семінар «Технології простежування в харчовій промисловості»¹. У ньому взяли участь представники підприємств молочної, кондитерської, хлібопекарної промисловості, а також розробники з хайтек сегментів.

Головні висновки семінару:

Простежування – важлива тема для харчової промисловості, актуальність якої буде тільки зростати. Свідчення цьому були отримані як від учасників – підприємств, так і від інших експертів. Однак повних, якісних рішень простежування українського походження не було знайдено.

Також акцентували увагу на тому, що для більшості наших харчових підприємств такі рішення мало доступні за своєю ціною.

Великим викликом є відсутність галузевих рішень для простежуваності, – наприклад, Національного реєстру харчових продуктів. В ЄС подібні давно існують. Харчовим асоціаціям потрібно об'єднуватись та швидше вирішувати це питання. Посильну допомогу в цьому може надавати платформа Industry4Ukraine.

Зроблений висновок, що стандартизація в порційному виробництві (batchcontrol) допомагає і в питанні простежуваності (кейс білоруського підприємства).

Безумовним прогресом цього семінару в порівнянні з попереднім став діалог зацікавлених сторін – розробників та кінцевих користувачів, заводів. Олександр Юрчак, генеральний директор АППАУ, закликав харчові підприємства активніше приєднуватись до проєкту побудови дорожньої карти цифровізації галузі. АППАУ вже пропонує замовникам консультації своїх експертів, допомогу в виборі кращих рішень, програми освіти та просвіти в сфері цифрових технологій.

2.4. Рішення Schneider Electric для харчової промисловості: досвід Carlsberg Ukraine

23 жовтня 2019 року лідер з управління енергоспоживанням та автоматизації компанія «Schneider Electric Ukraine» реалізувала масштабний проєкт по будівництву нової трансформаторної підстанції для Київського пивоварного заводу Carlsberg Ukraine. Завдяки впровадженню даного устаткування підприємство отримало надійне й безпечне електропостачання технічних ділянок, а також допоміжних споживачів.

Київський пивоварний завод – один з найсучасніших пивоварних заводів в Україні, який займається виробництвом пива, сидру та безалкогольних напоїв. Потужність підприємства складає 473 млн літрів пива на рік, вісім місяців на рік працює без зупину в режимі 24/7. За офіційною інформацією, в його будівництво

¹ Індустрія 4.0 в Україні. URL: <https://industry4-0-ukraine.com.ua/category/smart-%D1%96%D0%BD%D0%B4%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D1%96%D1%97/%D0%B0%D0%B3%D1%80%D0%BE/>/(дата звернення: 22.04.2021).

було вкладено більше 68 млн. доларів США інвестицій¹. Тут впроваджені передові інноваційні рішення в пивоварінні, встановлено новітнє устаткування з Бельгії, Німеччини і Швейцарії. Технологічний процес побудовано таким чином, що враховано останні напрацювання в енергозбереженні, охороні праці та довкілля.

Рішення встановити комплектну трансформаторну підстанцію, яка виконана на базі обладнання SchneiderElectric, було прийняте, виходячи із стратегічного завдання. Компанія хотіла скоротити викиди CO₂ до нуля, довести до мінімуму витрати води та електроенергії, підвищити ефективність очисних споруд. У зв'язку з цим було вирішено провести реконструкцію очисних споруд, але для цього не вистачало потужності, що існувала на той момент. Тому основою реалізації масштабного проєкту стало будівництво нової підстанції.

За внутрішніми даними з споживання електроенергії Київський пивоварний завод досягнув кращого показника в Східній Європі серед підприємств Carlsberg. На сьогодні на гектаріт випущеної продукції витрачається менше 5,2 кВт/г електроенергії. Тоді як ще 4 роки тому – на рівні 5,8. Це значне зниження з урахуванням того, що на рік завод випускає близько 4 млн гектолітрів продукції².

Розділ 3. МАШИНОБУДУВАННЯ В УКРАЇНІ (Юлія Личко)

3.1. Про стан машинобудування та інженерних послуг

В умовах стагнації вітчизняної економіки питання модернізації промисловості виходять на перший план. Однак в сучасному світі лише заміни обладнання або оновлення продукції недостатньо для досягнення світової конкурентоспроможності країни. Отже, виникла потреба в істотній трансформації бізнес-моделей промислового виробництва за рахунок радикальних технологічних і організаційних рішень, що знаменує собою перехід до нового технологічного укладу.

Галузь, що потерпіла більш за все за роки незалежності – це, без сумніву, машинобудування. Відставання почалося ще в СРСР і підприємства закривалися сотнями, опинившись незатребуваними в нових реаліях. Багато, але не всі. Продовжували працювати аерокосмічний комплекс, важке машинобудування зберегло клієнтів в першу чергу в ГМК та енергетиці.

Машинобудування в Україні за вкладом в економіку відстає від більшості країн ЄС, а в абсолютному вимірі сформований в цій галузі ВВП можна порівняти з аналогом машинобудівної промисловості в такій невеликій країні, як Словенія. Тому з урахуванням в цілому значної ролі промисловості в національній економіці, для наближення рівня життя в Україні до наших західних сусідів і збереження конкурентоспро-

можності вітчизняних товарів на світовому ринку необхідно істотно підвищити продуктивність і якість промислового виробництва.

На сьогодні місію популяризації Індустрії 4.0 взяла на себе український бізнес і громадянське суспільство. Зокрема, Асоціація підприємств промислової автоматизації України (АППАУ) стала засновником національного руху "Індустрія 4.0 в Україні". Експерти асоціації та руху 4.0 (за підтримки координатора ОБСЄ в Україні) розробили проєкт національної стратегії Індустрії 4.0. Документ визначає основні напрямки стратегічного розвитку: від створення інноваційної системи та цифровізації ключових секторів економіки до інтернаціоналізації бізнесу.

Проєкт національної стратегії Індустрії 4.0, розроблений групою експертів від АППАУ та руху 4.0, вийшов в грудні 2018 року. Сьогодні він перебуває на розгляді в КМУ та доступний для експертного обговорення.

В стратегії 4.0 аргументується, чому наразі та в найближчі 5 років в Україні немає умов для будь-якого позиціонування серед лідерів, – провідних 20-30 пост-індустріальних держав світу. Натомість, Україна може бути як мінімум регіональним лідером у сфері складних та наукоємних інженерних послуг як:

- програмування у сфері промислових хайтек/створення нових програмних продуктів, включно на нових технологіях 4.0;
- проєктування (електричне, механічне, електронне, технологічне, будівельне тощо);
- промислова автоматизація та комплексний інжиніринг (включно з введенням в експлуатацію промислових об'єктів);
- розробка та виробництво складних, малосерійних або унікальних виробів³.

Для внутрішнього ринку Індустрія 4.0 має стати каталізатором зростання промисловості, а також оборонно-промислового комплексу. Зокрема, успішний досвід Естонії, Ірландії, Швеції та Ізраїлю свідчить, що безпосередній ефект від комплексного розвитку цифрової економіки становить 20% ВВП протягом п'яти років, а ROI інвестицій в цифрову трансформацію сягає 500%⁴. Тенденція впровадження Індустрії 4.0 відкриває нові перспективи і для розвитку українського малого та середнього бізнесу. Адже українські компанії можуть інтегруватися до міжнародних мереж доданої вартості, що деякі з них вже успішно реалізують. Це – шлях до зростання експорту та виробництва продукції з більшою доданою вартістю. Величезний виклик для Індустрії 4.0 на внутрішньому ринку – це залучення до діджиталізації української промисловості та енергетики ІТ-сектору, а також науки.

Експерти АППАУ коментують, що загальний стан українського машинобудування далекий від пріоритетів цифрової трансформації.

Національний рух «Індустрія 4.0 в Україні» також ставить сектори інжинірингу та машинобудування як пріоритетні – фокус національних та державних про-

¹ Індустрія 4.0 в Україні. URL: <https://industry4-0-ukraine.com.ua/2019/10/23/rishennya-schneider-electric-dlya-harchovoyi-promislovoosti/> (дата звернення: 22.04.2021).

² Рішення Schneider Electric для харчової промисловості: досвід Carlsberg Ukraine/ URL: <https://eba.com.ua/rishennya-schneider-electric-dlya-harchovoyi-promislovoosti-dosvid-carlsberg-ukraine/> (дата звернення: 22.04.2021).

³ Індустрія 4.0 в Україні. URL: <https://industry4-0-ukraine.com.ua/2019/01/02/ukrainska-strategiya-industrii-4-0-7-napriankiv-rozvtuku/> (дата звернення: 12.04.2021).

⁴ Індустрія 4.0 в машинобудуванні. Стан в Україні та перспективи розвитку. Аналітичний звіт. URL: <https://mautic.appau.org.ua/asset/1:analytical-report-digital-transformation-in-machine-building-ukraine.pdf> (дата звернення: 12.04.2021).

грам розвитку економіки має бути на цих секторах. Але, зараз ці програми сфокусовані на Агро-індустрії чи IT-стартапах.

І хоча всі сегменти потребують окремого обґрунтування щодо привабливості та перспектив росту, значимо, що вони належать до сфери промислового

інжинірингу (Industrial engineering), тобто комплексу галузей, де виробляються засоби виробництва. Тобто, це те, куди перш за все інвестують кінцеві промислові споживачі – в виробничі технології, машини, лінії, а також їх компоненти (рис. 3.1).

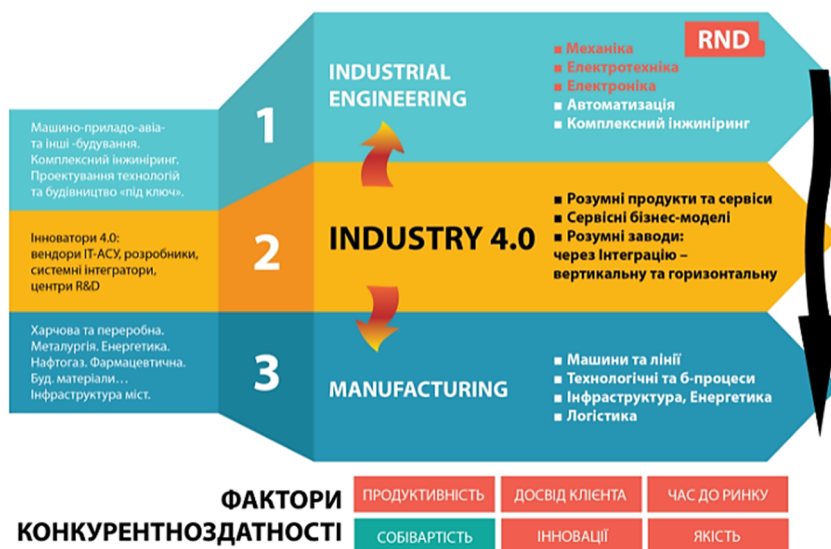


Рис. 3.1. Загальний фреймворк розподілу ролей та категорій між кінцевими споживачами технологій – машин, їх виробниками та інноваторами 4.0¹

Але, на жаль, на шляху цифрової трансформації української промисловості існує ряд викликів. Так, більшість інженерів чи конструкторів вважають, що оскільки їх машини вже автоматизовані, мають підключення до мережі, то значить ніяких «проблем з цифровізацією» немає. Але, видається, що все ж частина підприємців не дуже добре розуміє сучасні тенденції. Індустрія 4.0, подібно до попередньої третьої промислової революції, базується на ІКТ. Тому її іноді розглядають тільки як наступний етап третьої промислової революції, впровадження якої до сих пір триває в багатьох країнах світу. Але якщо Індустрія 3.0 передбачала звичайну комп'ютеризацію та автоматизацію, то серед важливих елементів нового типу виробництва – кіберфізичні системи, big data, штучний інтелект, 3D-друк і т.д. Навіть більше, мова йде також про еволюцію і самих моделей роботи бізнесу. Саме тому можна говорити про зміну парадигми у виробництві і про нову промислову революцію.

Повертаючись до галузі машинобудування, АППАУ провели чимало опитувань з приводу обізнаності машинобудівників у галузі Індустрії 4.0. Згідно одного з цих опитувань ² більшість керівників, або просто людей, які так чи інакше пов'язані з машинобудуванням, знає про тенденції 4.0, але надто мало про самі технології та як ними користуватись. Зокрема, можна зробити наступні висновки:

– найслабший рівень знань респондентів саме в володінні новими технологіями 4.0 – як інтернет ре-

чей, великі дані, розумні пристрої, предиктивні моделі, доповнена реальність, тощо;

– більша частина відповідей про фактори конкурентоздатності через 5 років не стосується технологій DX. Мова йде про ті ж загально-ринкові фактори як «ціна-якість». Це також може говорити про недостатню обізнаність з конкретними технологіями та їх впливом на бізнес-показники.

Щоб проаналізувати вплив Індустрії 4.0 на галузь українського машинобудування, слід дати характеристику ключовим технологіям 4.0 для машинобудівників.

3.2. Шість інноваційних технологій для машинобудування в форматі «Індустрія 4.0»

Розглянемо детальніше принципи роботи шести інноваційних технологій 4.0, які доцільно використовувати у машинобудуванні³.

1. **Предиктивна аналітика** (обслуговування), що базується на обробці даних. Предиктивне обслуговування – новий вид обслуговування машин та обладнання, що замінює традиційні методи як планово-попереджувальні роботи. Зупинка виробництва (тобто, певних машин чи ліній) може коштувати підприємству від декількох тисяч доларів на день й до кількох мільйонів в день (автомобільна галузь). Сьогодні розумні машини самі можуть видавати дані щодо того, чому та коли певна деталь може вийти з ладу, таким чином, упереджувати несправності. Застосування предиктивної аналітики з новими методами та моделями об-

¹ Українська стратегія Індустрії 4.0 – 7 напрямів розвитку. URL: <https://industry4-0-ukraine.com.ua/2019/01/02/ukrainska-strategiya-industrii-4-0-7-napriankiv-rozvtuku/> (дата звернення: 12.04.2021).

² Індустрія 4.0 в машинобудуванні. Стан в Україні та перспективи розвитку. Аналітичний звіт. URL:

<https://mautic.appau.org.ua/asset/1:analytical-report-digital-transformation-in-machine-building-ukraine.pdf> (дата звернення: 20.04.2021).

³ Там само.

робки даних може економити до 40% на обслуговування й до 50% знижувати незаплановані простой в експлуатації.

Щодо застосування цієї технології в Україні, найбільш активною в цій області є вітчизняна компанія IT-Enterprise. Їх продукт Smart EAM є переможцем конкурсу 4.0 2017-го року. Smart EAM використовує метод RCM, що є наступним кроком в обслуговуванні по відношенню до планово-попереджувальних робіт. Реалізації є також на Інтерпаїлі – виробництво безшовних труб та з/д колес, «Зоря-Машпроект» – газотурбобудування та інших підприємствах, включно з машинобудівними.

2. Управління життєвим циклом продукту (Product Life cycle Management, PLM). Це давно відома категорія програмних продуктів. Особливо це актуально для машинобудівників, коли мова йде про інновації та постійні зміни. Різноманітні системи автоматизованого проектування (САПР) давно використовуються конструкторами. Що нового принесла Індустрія 4.0 – це подальшу диджиталізацію всіх процесів й на всьому життєвому циклі. Головні тренди в цій області стосуються перенесення PLM в хмарне середовище, появи Product-Data-as-a-Service (PDAAS), що перетворює дані про продукт в цінні активи, колабораційні платформи, мікро-сервіси, а також інтеграції з блокчейн. Всього декілька компаній в Україні активно розвивають цей напрям: ТОВ «Аркада» (будівництво), IT-Enterprise, інші дистрибутори західних брендів.

3. Доповнена та віртуальна реальність. Для освоєння нових машин, їх пуску в експлуатацію, а потім для обслуговування оператори та експлуатаційний персонал раніше використовували інструкції в pdf чи друкованому форматі. Але коли йдеться про швидкий пошук необхідної інформації, як правило, такі речі не працюють – це надто довго. Інша справа, коли зображення необхідного вузла чи деталі подається в візуальному вигляді в 3D та ще й зі всією супутньою інформацією про стан механізму в реальному часі. Саме так працюють технології віртуальної та доповненої реальності (VR & AR). Застосування AR значно знижує витрати на навчання персоналу та обслуговування обладнання, а також зменшує час на незаплановані простой. Ось як це роблять вже в Німеччині. В Україні компанії, що активно застосовують ці технології в промислових сегментах, наразі невідомі. Хоча їх кількість швидко зростає – перша класифікація та лендскейп зроблені в Unit.city. В рух 4.0 з цього переліку входить компанія Sensorama (розробка VR & AR).

4. Системи управління виробництвом (Manufacturing Execution System, MES). Системи управління виробництвом – не нова річ в промисловості. Водночас, мова сьогодні йде вже про 4-те покоління MES – програмне забезпечення для керування виробничими процесами в реальному часі. Від автономних, локальних рішень, через інтегровані й модульні, – на часі вже рішення, що базуються на платформах й дозволяють легко інтегрувати сторонні рішення та додатки (apps).

Здається, Україна пропустила 3 покоління MES – знайти їх на наших виробництвах (будь-яких) вкрай важко. З того, що заслуговує уваги – система

SmartFactory від IT-Enterprise на заводі ФЕД в Харкові. IT-Enterprise має декілька подібних реалізацій в машинобудуванні. Також варта уваги інша їх розробка APS (Advanced Planning & Scheduling System) – просунута система планування виробництвом. Великий попит подібна система має на всіх машинобудівних підприємствах з «одичними» замовленнями (не серійними).

Варто розглянути уважніше діяльність Харківського ФЕД. Чи судилося усім поступитися місцем німецьким і китайським конкурентам? Далеко не факт. І про це свідчить досвід харківської компанії ФЕД. Підприємство, з історією понад 90 років, зараз є одним з небагатьох підприємств, які реалізують повний цикл створення сучасного авіаційного агрегату – від передпроектних наукових досліджень до створення, випробування, сертифікації, серійного виробництва та післяпродажного обслуговування.

Віктор Попов, глава правління ФЕД, дає коментар щодо сучасної діяльності фірми. «Завдяки технологіям зараз ми – чи не єдине підприємство цієї галузі в Україні, яке може брати участь в провідних аерокосмічних програмах і експортувати більше 60% продукції. Діджиталізація з елементами технологій Індустрії 4.0 допомогла нам збільшити пропускну здатність обладнання і скоротити терміни поставок. Колись ми поставили собі питання: яка компанія буде затребувана на ринку високоточного машинобудування, тобто на нашому ринку? Одне з невідмінних умов затребуваності – швидкість виведення нових продуктів на ринок, і тут ми маємо на увазі повний цикл: від розробки до експлуатації нових виробів. Сьогодні вимога ринку така: розробка і постановка на об'єкт нового виробу в аерокосмічній галузі повинна займати не більше одного року, і це дуже стислий термін для нашого напрямку. Тому цифрові технології пронизують все в нашому виробництві: від контролю металу на вході і розробки конструкторської документації до випуску готової продукції», – говорить глава правління ФЕД Віктор Попов¹.

На міжнародних ринках компанії ФЕД допомагають конкурувати оптимальне планування робіт конструкторів і технологів, використання цифрових двійників виробництва, робота з 3D-моделями виробів, контроль термінів, якості та собівартості.

«Ми створили цифрового двійника нашого виробництва – віртуальний план підприємства, де обладнання розташоване точно так, як в реальності. Над кожним верстатом видно інформацію про те, який виріб він зараз виробляє або зробив останнім: в якій кількості, за яким маршрутним листом, хто зафіксував подію, коли планується закінчити обробку партії. Якщо верстат не працює, видно причину. За допомогою віртуального цеху на одному екрані можна побачити багато інформації, «прокрутити» цех з різних сторін, «політати» над ним. В результаті виробничі служби бачать цілісну картинку й приймають рішення оперативніше. Крім того, ця функція корисна при переговорах з новими замовниками: уявлення сучасного виробництва онлайн і в 3D вражає навіть західних партнерів», – зазначає директор з виробництва ФЕД Ігор Кренделев².

¹Отрасли украинской экономики, которым технологии Индустрии 4.0 нужны прямо сейчас. *Український бізнес-портал Delo.ua.4.* URL: <https://delo.ua/business/4->

ukrainskih-otrasli-ekonomiki-kotorym-tehnolog-378763/ (Дата звернення: 12.04.2021).

² Там само.

5. **Розумні пристрої та мобільні додатки.** Перехід інтелекту на будь-які пристрої – характеристика Інтернету речей (Internet of Things, IoT) та 4.0. Здешевлення датчиків та багатьох інших пристроїв дозволяє значно наростити інтелект фізичних об'єктів. Типовими прикладами використання є краший моніторинг обладнання, включно з предиктивною аналітикою, трекінгом (відстеженням) вагонів чи машин, мобільного персоналу, оптимізація та краще управління виробництвом і т.п. Один з кращих кейсів, описаних АППАУ в Індустрії 4.0, де згадується про масове використання розумних датчиків у виробництві – це кейс Intel.

Застосування в Україні «розумних» (більш інтелектуальних) пристроїв, що легко інтегруються в мережі, давно пропонують маса виробників в Україні, перш за все, західних. Так – інколи вони є більш дорогими, але навіть в таких випадках вигоди від їх використання компенсують початкову вартість. Один з кращих прикладів використання нової технології Real-Time Location Services з датчиками нового типу та використанням мобільних додатків демонструє київська Leantegra. Компанія широко впроваджує цю технологію в Туреччині для трекінгу рухомого складу та персоналу в підземних шахтах.

6. **Хмарні платформи та сервіси.** Діджиталізація неможлива сьогодні без ІТ-інфраструктури. Два центральні її елементи – мережа та центри обробки даних (ЦОД). Утримання власного, сучасного ЦОД є дуже дорогим для більшості підприємств. Тому більшість виробників переходить сьогодні на користування хмарними сервісами та платформами. Для промисловців важливо знати, що трендовими в Індустрії 4.0 є користування готовими платформами-як-сервісами (PaaS). Інтеграцію в них сьогодні пропонує майже кожен виробник САЕ/CAD/PLC/SCADA. Платформи як Mindsphere (Siemens), Predix (GE), Ability (ABB), Ecostruxure (Schneider Electric) й багато подібних – є все більш вживаними в користуванні, в тому числі машинобудівниками.

Тут слід згадати світовий досвід. Наприклад, найбільша світова компанія таксі Uber не має машин. Власник найпопулярнішого у світі засобу масової інформації Facebook не створює власного контенту. Продавець роздрібних товарів із найвищим індексом Alibaba не має власного продукту. А Airbnb, найбільший світовий постачальник послуг із тимчасового проживання, не володіє нерухомістю¹. Це тому, що цифрові платформи суттєво скоротили операційні та інші витрати. Але українські промисловці дуже обережно ставляться до нових можливостей. Упередженість щодо кібер-загроз, ігнорування світових тенденцій, небажання платити за абонементське обслуговування тощо – в сукупності відкидають нас в минуле століття. Все-ж, рух є. В сфері промислових платформ гарні приклади показують переможці конкурсу 4.0 2017 року – IT-Enterprise, Indusoft та Новатек-Електро (Overvis).

Ще одним викликом на шляху цифрової трансформації є кібер-безпека. Internet of Things інколи ще називають Internet of Threats (інтернет загроз). Кібер-

атаки на обленерго, «Петя» та інші (в тому числі маса непублічних атак) є красномовним свідченням вразливості українських замовників. Центрифуги на іранській АЕС пішли «вразнос» через вірус Stuxnet, який зламав алгоритми управління в контролерах Siemens. Чи означає це, що варто тоді заборонити інтернет й закритись в своєму середовищі? Очевидно, що ні. Весь світ переходить на хмарні технології й промисловий Інтернет речей (IIoT), де питання кібер-безпеки є одними з головних. Стандарт MEK62443 (Міжнародна електротехнічна комісія) є обов'язковим для промисловців в тому, щоб слідувати цим шляхом й будувати свої системи та продукти безпечними. Для машинобудівників важливим також є стан – дарт MEK 62451 (OPC UA), що дозволяє «вбудувати» сервер OPC в машину в безпечному виконанні. Щодо України, технічний комітет 185 та його група по кібер-безпеці ведуть активну роботу по гармонізації українських ДСТУ до міжнародних стандартів. Крім цього варто знати й слідувати кращим практикам лідерів брендів, що присутні в АППАУ та русі 4.0 – Siemens, Schneider Electric, Phoenix Contact та інших. Але не варто забороняти Інтернет, як ще й досі це роблять керівники деяких українських підприємств – цей шлях невірний, якщо підприємство планує працювати і далі.

Висновки

Стрімкий розвиток цифрової економіки кардинально змінює світ. З одного боку, це серйозний виклик, з іншого – нові можливості, могутні переваги для країн та бізнесу. Подальший перехід до цифрових послуг є неминучим і лише прискорюватиметься та поширюватиметься. Це вимагає нових форм глобальної співпраці та розуміння спільної відповідальності за поширення цифрових технологій світом, а також ефективної взаємодії між державним, приватним, громадським і науковим секторами з метою координації дій та контролю.

Попри масштабні, руйнівні наслідки для усіх без винятку країн, Індустрія 4.0 дала світу унікальну можливість змінити майбутнє теперішнього та наступних поколінь: формування більш інклюзивного, екологічно відповідального та економічно вигідного середовища із застосуванням цифрових технологій.

Розділ 4. ШЛЯХИ ІНТЕГРАЦІЇ ІНДУСТРІЇ 4.0 ДО ХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

(Анна Чорна)

Індустрія 4.0 впроваджена в хімічну промисловість у вигляді концепції Chemicals 4.0, яке базується на концепції 3«Р»:

- прогнозувати (predict) – зрозуміти вплив хімічних речовин;
- розставити пріоритети (prioritize) – розставити пріоритети на важелях, щоб отримати від них максимум;
- працювати (pursue) – комплексно впроваджувати попередні два пункти².

¹ Клаус Шваб. Четверта промислова революція. Формуючи четверту промислову революцію. 2019. С. 24.

² Götz G. Wehberg. Chemicals 4.0 Industry digitalization from a business-strategic angel. URL: <https://www2.deloitte.com/de/de/pages/consumer-industrial-products/articles/chemicals-4-0.html> (дата звернення: 20.04.2021).

Для хімічної промисловості Chemicals 4.0 – це інноваційна концепція управління, яка на системній основі використовує Інтернет-технології. Крім того, це надає підтримку для реагування на інші виклики, такі як викиди CO₂¹. Таким чином, це виводить хімічні операції та підприємства на новий рівень. Крім того, це потенційно підтримує обрані ключові тенденції, такі як індивідуалізація поведінки клієнтів та консолідація ринку. З цієї причини Chemicals 4.0 можна вважати рушієм динаміки ринку в галузі.

Концепція Chemicals 4.0 виконує 3 основних завдання, які прямо пов'язані з актуальними проблемами стану хімічної промисловості України наразі:

- поліпшення продуктивності праці;
- скорочення ризиків;
- одержання нового та додаткового доходу².

Дані завдання виконуються на основі 5 ключових інструментів Industry 4.0:

– інтеграція технологій (Technology integration), що допомагає інтегрувати концепцію Internet of Things, створюючи архітектуру даних;

– управління даними (Data management), що дозволяє інтегрувати та перевіряти дані, будуючи інфраструктуру бази даних;

– передова аналітика (Advanced analytics), що дозволяє аналізувати дані, будувати моделі для оптимізації існуючих процесів;

– цифровий інтерфейс (Digital interface), який забезпечує мобільність інформації, що допомагає досягати гнучкості та орієнтованості на клієнта;

– бізнес імперативи (Business imperatives), які покривають загальний процес організації виробництва, шляхом впровадження нових маркетингових та виробничих стратегій³.

Таким чином, інструменти Industry 4.0, імплементовані в Chemicals 4.0, покривають кожен ланку процесу виробництва від операційної діяльності до етапів управління та прийняття управлінських рішень.

Дані інструменти реалізуються через моделі smart production (розумного виробництва), які засновані на EDI-стандартах, що передбачає зменшення залучення людського ресурсу в операційній частині⁴. Модель даної схеми зображена на рис. 4.1.

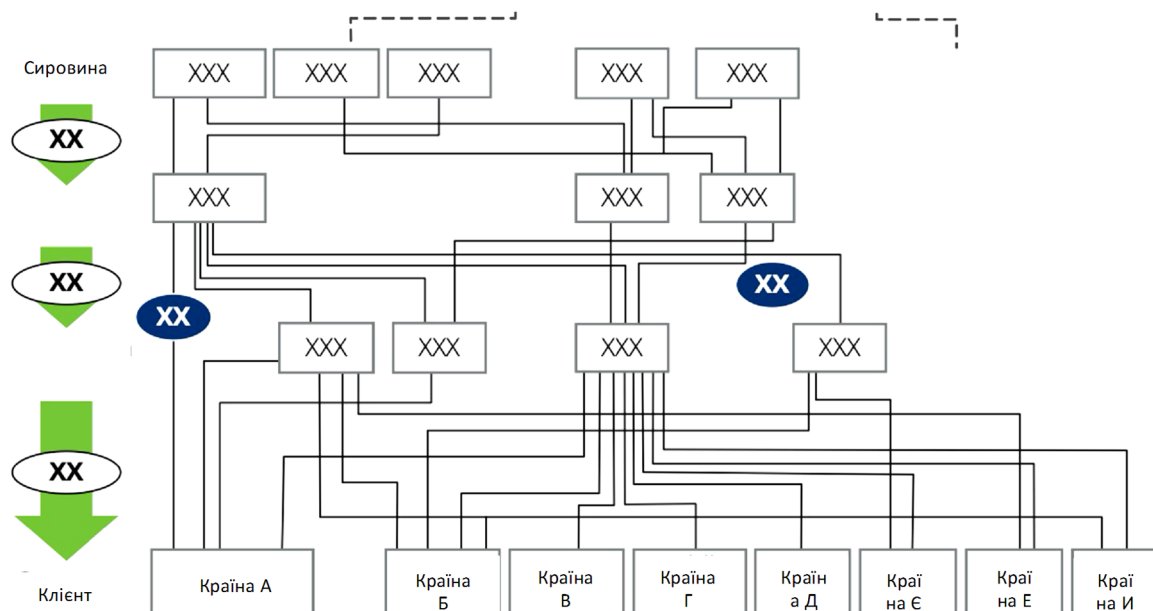


Рис. 4.1. Модель розумного виробництва за концепцією Chemicals 4.0

Джерело: Götz G. Wehberg. Chemicals 4.0 Industry digitalization from a business-strategic angel. URL: <https://www2.deloitte.com/de/de/pages/consumer-industrial-products/articles/chemicals-4-0.html> (дата звернення: 20.04.2021).

Дана модель передбачає автоматичність процесу виробництва та залученість людського ресурсу на етапі оформлення замовлення, на якому застосовуються опти- канали, який передбачають клієнтоорієнтованість та мобільність, які досягаються за рахунок циф-

ровізації даного процесу та зростанні доступності до ресурсу надання специфікацій продукції. Приклад даної моделі застосовується німецькою корпорацією BASF⁵, схема якої зображена на рис. 4.2.

¹ CHE Manager: Chemicals 4.0 – Bringing the Industry to the Next Level. URL: <https://www.chemanager-online.com/en/news/chemicals-40-bringing-industry-next-level> (дата звернення: 20.04.2021).

² Шевцова Г. З. Хімічна Індустрія 4.0 як галузева концепція реалізації основ четвертої промислової революції. *Економічний вісник Донбасу*. 2017. №2(48). С. 35-41.

³ Там само. С. 39.

⁴ European Union Agency for Cybersecurity: Cybersecurity is a key enabler for Industry 4.0 adoption. URL: <https://www.enisa.europa.eu/news/enisa-news/cybersecurity-is-a-key-enabler-for-industry-4-0-adoption> (дата звернення: 20.04.2021).

⁵ Götz G. Wehberg. Chemicals 4.0 Industry digitalization from a business-strategic angel. URL: <https://www2.deloitte.com/de/de/pages/consumer-industrial-products/articles/chemicals-4-0.html> (дата звернення: 20.04.2021).

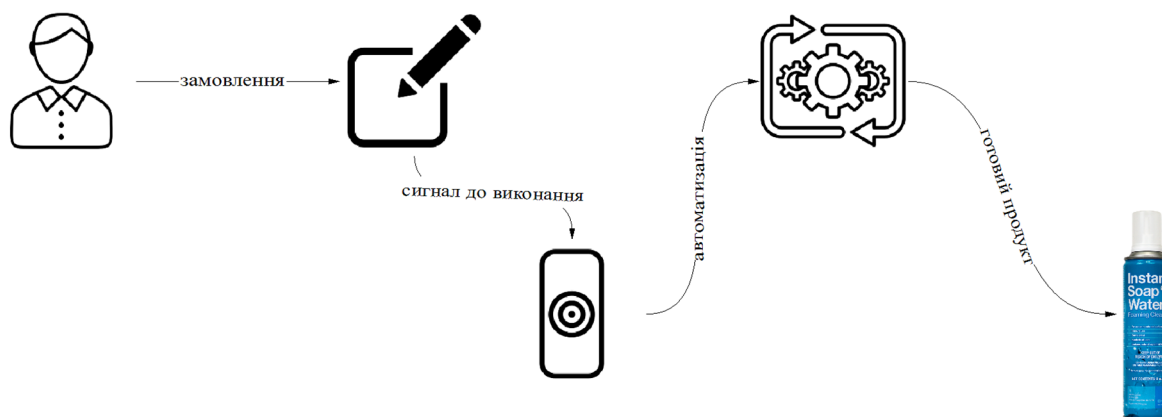


Рис. 4.2. Схема застосування моделі розумного виробництва на прикладі виготовлення мила в німецькій корпорації BASF

Автоматичність процесу виробництва допомагає досягти зростання доданої вартості за рахунок мінімізації витрат. Даний процес досягається шляхом цифровізації хімічної промисловості, який проходить в три етапи, що зображено на рис. 4.3.

Таким чином, застосування Chemicals 4.0 необхідно на усіх рівнях організації процесу хімічного виробництва.

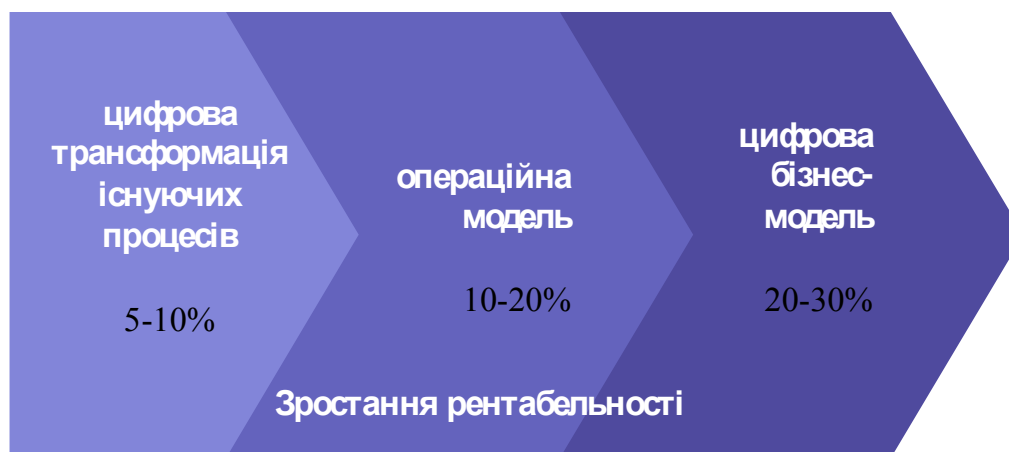


Рис. 4.3. Рівні діджиталізації хімічної промисловості

Складено автором за джерелом: Götz G. Wehberg Chemicals 4.0 Industry digitalization from a business-strategic angel. URL: <https://www2.deloitte.com/de/de/pages/consumer-industrial-products/articles/chemicals-4-0.html> (дата звернення: 20.04.2021).

Одним з очевидних позитивних наслідків впровадження Industry 4.0 в хімічну промисловість є застосування неминучих технічних затримок. Дану практику застосовують корпорації Ваєгта Evonіc, які прогнозують тривалість діяльності клапанів обладнання виробництва, плануючи виробництво певних типів продукції хронологічно враховуючи технічні затримки на виробництві.

Завдання уникнення ризиків у процесі хімічного виробництва тісно пов'язане з екологічним аспектом даної галузі та її енергоємністю. Індустрія 4.0 може також вплинути на використання енергії, шляхом початкового планування та контролю виробництва безпосередньо, застосовуючи інструменти Chemicals 4.0 та управління енергетичного навантаження виробництва.

Найзначнішим фактором впливу на розвиток хімічної промисловості для України є поступове впровадження заходів діджиталізації для досягнення найбільшої ефективності, адже наразі емпіричність знач-

но переважає над застосуванням математичних моделей, які наразі вже застосовуються в багатьох країнах світу.

Висновки

Українська хімічна промисловість залишається орієнтованою на сировину, визначає територіальну концентрацію основного хімічного виробництва і, водночас, визначає необхідність структурної трансформації цього сектору у напрямку зростання високотехнологічних галузей. Однак така трансформація повинна передбачати необхідність збереження існуючих конкурентних переваг (родовищ сировини та виробничих потужностей), які можуть бути використані для розвитку хімічної промисловості в довгостроковій перспективі. Тому пріоритетом для розвитку в Україні мають бути ті хімікати, які розглядаються як сировина та напівфабрикати не лише для хімічної, але й для інших галузей (легкої, харчової та ін.), а також інших видів економічної діяльності.

Розділ 5. МЕТАЛУРГІЯ ТА ВИКЛИКИ ПРОМИСЛОВОСТІ 4.0 (Анастасія Абраменко)

5.1. Впровадження систем штучного інтелекту відкриває для сталеливарної промисловості нові перспективи зростання

Сталеливарна промисловість – одна з лідерів «розумного» виробництва. Можливості четвертої промислової революції активно використовуються і зароджують автономність всіх процесів на металургійному заводі: всі співробітники, продукти і виробничі потужності взаємопов'язані завдяки інтернету речей (IoT); величезні обсяги даних збираються за допомогою сенсорних датчиків та програм зчитування інформації; далі дані обробляються штучним інтелектом (AI) – за рахунок цього оптимізується виробництво та на підприємстві забезпечується висока синергія.

Процес виробництва сталі був відомий ще й раніше, але з новими технологіями промисловості 4.0 можна збирати більше інформації за допомогою розумних лічильників, датчиків і систем, які працюють та обмінюються даними по локальній мережі.

Наприклад, коли заготовка потрапляє в піч повторного нагріву, датчики перевіряють повітрязабірник. Потім результати передаються AI, що визначає правильну температуру і далі заміряються та перевіряються температури верхньої і нижньої частин заготовки.

Промислова революція змінила взаємодію заводів з постачальниками та клієнтами шляхом використання онлайн-платформ, програм та систем, за допомогою яких стало зручніше відстежувати замовлення та інші послуги. Тим самим, цифровізація сприяє створенню принципово нових бізнес-моделей.

Сталеливарні підприємства використовують нові технології промислової революції не тільки з метою підвищення продуктивності, а й з боку піклування про навколишнє середовище: встановлюють «розумні» лічильники та інші датчики, які дозволяють скоротити викиди CO₂ і знизити втрати енергії; деякі з заводів виробляють власну електрику, використовуючи газ із печей і процеси прокатки. Але є ще певний відсоток таких, яким доводиться використовувати багато енергії від мережі, і вони завжди прагнуть зменшити витрати на це.

Різні сорти сталі вимагають нерівномірної кількості енергії, а сучасні сенсори можуть точно визначити, які сорти сталі найбільш енергоємні. Виробники сталі можуть аналізувати ціни на енергоносії, щоб певні сорти вироблялися при найменших витратах енергії.

Штучний інтелект ще дає змогу знизити витрати при цинкуванні. Після занурення сталі, лезо для різання встановлюється на основі вимірювань у режимі реального часу. Це дає змогу суворо контролювати товщину покриття.

Така точність гарантує повну відповідальність за якість і дає виробникам сталі можливість усувати дефекти шляхом безперервних покращень.

Головним завданням впровадження «розумного» заводу є збір точних даних, від яких залежать усі інші процеси.

5.2. Вплив інновацій у промисловості на робочу силу

Незважаючи на стрімкий прогрес технологій, роботи ще не можуть позбавити людину робочого місця. Зараз відбувається перерозподіл функцій: співробітники мало працюють на виробничій лінії, а все більше займаються аналізом отриманих даних та розробленням стратегій інноваційних впроваджень та рішень.

Управління автоматизованими процесами і технікою вимагає фахівців, які розуміють, як функціонують роботи, як ними управляти. Тому підприємства створюють для своїх співробітників спеціальні курси з перепрофілювання чи підвищення кваліфікації.

Сьогодні існує велика конкуренція не лише з боку інших сталеливарних компаній, а й виробників інших матеріалів, тому виробники сталі повинні використовувати можливості промисловості 4.0, щоб підвищити свою ефективність і випередити конкурентів¹.

Розвиток IT-технологій в металургії

Поточний рівень

За рівнем впровадження технологій Індустрії 4.0, компанії металургійної галузі є лідерами в Україні.

Цифрова трансформація створює конкурентну перевагу: дає можливість підвищити продуктивність праці та якість продукції, знизити собівартість і скоротити витрати. Крім того, через впровадження цифрових технологій, виробництво та продажі стають більш прозорими, адже зменшується вплив людського фактору, а всі ланцюги взаємодії з товаром можна відстежити.

Опитуванням компанії KPMG в Україні свідчать, що один з нечисленних позитивних ефектів пандемії коронавірусу полягає в прискоренні цифровізації та роботизації бізнесу. Зокрема, це підтверджують 39% українських менеджерів (у світі – 80% опитаних). Водночас 30% вказали на те, що прогрес у цифровізації був значним, випереджаючи процес на декілька років².

Розмір бюджетів на цифровізацію компаній горно-металургійного комплексу (ГМК) невідомий, але сумарно їх можна оцінити в десятки мільйонів доларів, чимало з яких приховані в рамках спільних інвестиційних проєктів. За деякими даними, одна з великих компаній ГМК виділяє на свої цифрові проєкти на рік приблизно 0,6% від валової виручки. Але, важливо пам'ятати, що у різних компаній існують різні потреби цифрового розвитку.

За даними Держстату за 2010-2018 роки, українські компанії ГМК інвестували в програмне забезпечення в середньому 4-5 млн дол. Пік припав на 2013 рік – 5,9 млн дол. Проте слід враховувати, що інноваційні інвестиції здебільшого йдуть у машини й обладнання³.

Основні фонди українських гірничо-металургійних підприємств переважно складаються з обладнання радянських часів. А отже, загалом вітчизняну металургію складно назвати високотехнологічною галуззю.

¹ Індустрія 4.0 в машинобудуванні. Стан в Україні та перспективи розвитку. Аналітичний звіт. URL: <https://mautic.appau.org.ua/asset/1:analytical-report-digital-transformation-in-machine-building-ukraine.pdf> (дата звернення: 21.04.2021).

² Звіт KPMG. URL: <https://home.kpmg/ua/uk/home/insights/2021/03/ceo-outlook-pulse.html> (дата звернення: 21.04.2021).

³ Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 20.04.2021).

Однак професійний рівень фахівців, рівень автоматизації та запитів на автоматизацію в ГМК високий. Саме прагнення галузі підвищити свій рівень цифровізації виділяє її серед інших.

Ситуація із впровадженням цифрових технологій на кожному підприємстві ГМК відрізняється. Для підприємств ГМК характерний безперервний виробничий цикл, а в таких випадках дуже важливий принцип безперебійності роботи всіх складових. Зростання обсягів даних, підвищення вимог до реакції, масштаби виробництва висувають підвищені вимоги в ІТ-інфраструктурі та кібер-безпеці.

Тому, в ГМК стежать за регулярним оновленням серверного парку та систем зберігання даних, розширенням пропускної спроможності й захисту корпоративної мережі, вдосконаленням ERP-систем (Enterprise Resource Planning – система управління ресурсами компанії).

Напрями впровадження

Основними інструментами цифрової трансформації для металургії є впровадження аналізу великих даних, штучний інтелект і машинне навчання, промисловий інтернет речей, предикативна аналітика, машинний зір, віртуальна й доповнена реальність. Важливо, щоб усе це функціонувало в єдиній інформаційній системі.

Обладнання випуску минулого століття можна цифровізувати шляхом зчитування даних за допомогою сучасних датчиків і передавати цю інформацію в систему для моніторингу та аналізу.

Нові технології у процесі виплавки стали можна використовувати для зберігання історії параметрів плавки, щоб спрогнозувати результат або, за допомогою машинного втручання, визначити початковий склад сплаву й параметри плавки, щоб домогтися певної якості – це дасть змогу знизити витрати сировини, оптимізувати склад елементів, спрогнозувати якість продукції та ін.

Для підприємств ГМК актуальними є такі завдання з інформатизації:

1. Централізація розрізнених даних (інформація про контрагентів, ціноутворення, груп продукції, робітників, клієнтів, доступів та ін.).

2. Забезпечення чітких комунікацій між підрозділами: як на рівні поточного документообігу, так і на рівні прийняття/узгодження/контролю виконання управлінських рішень.

3. Централізація інформаційних потоків – консолідована звітність.

4. Бізнес-аналітика (BI) – аналіз і прогнозування виробничих і комерційних процесів.

5. Автоматизація рутинних процесів¹.

Якщо говорити про окремі сегменти ГМК, то модернізація металургійних виробництв спричиняє розширення пов'язаних ІТ-проектів.

Також стабільною залишилася потреба в системах безпеки (особливо систем контролю доступу та моніторингу периметра) й мережевих технологіях. Відчувається зростаючий інтерес до гіперконвергентних інфраструктур, які об'єднують в єдину систему сховище, обчислювальні й мережеві ресурси, що спрощує процеси управління, захисту й масштабування.

¹ Григоренко Ю. Сталева цифра: як металурги й гірники розвивають ІТ-технології (назва з екрану). URL: <https://gmk.center/ua/posts/staleva-cifra-yak-metalurgi-j-gir-niki-rozvivajut-it-tehnologii/> (дата звернення: 10.04.2021).

На рудовидобувних підприємствах залишається актуальною автоматизація завантаження/розвантаження руди та інших залізничних вантажів, а також контроль за переміщенням людей та техніки в шахті. Металурги активно впроваджують і цифрові системи спостереження і моніторингу. Взагалі, автоматизувати й цифровізувати в металургії та видобутку руди можна дуже багато – починаючи з офісних операцій, продажів і логістики, закінчуючи багатьма виробничими процесами.

Практика впровадження на прикладі конкретних компаній

Основні проекти компанії «Інтерпайп» в рамках цифровізації:

1. SmartFactory («розумне» виробництво) – повне планування виробництва за кожним замовленням від приймання замовлення до відвантаження готової продукції, моніторинг виготовлення продукції за всіма переліками в режимі онлайн.

2. SmartLogistics – управління ланцюжками поставок для зниження простоїв вантажних авто і мінімізуються понижки персоналу.

3. Predictive Maintenance – прогноз необслуговування обладнання. Необхідні дані надходять до загальної системи від датчиків, встановлених на кожній одиниці обладнання, через промисловий IoT. Аналіз великих даних дає змогу зробити правильний прогноз і вчасно закупити запчастини.

4. MashineVision – автоматичне розпізнавання й облік виготовлення продукції на виробничій лінії.

5. MashineLearning – розпізнавання та ідентифікація номенклатури та параметрів документів в електронному документообігу.

Планується, що найближчим часом «Інтерпайп» сфокусується на діджиталізації логістики та запустить онлайн-кабінет клієнта, в якому можна бачити статус і терміни виробництва своїх замовлень².

Група «Метінвест» у 2018 році створила окрему компанію на базі свого ІТ-напрямку – «Метінвест-Діджитал». Ця компанія є центром експертизи цифрових технологій всієї групи «Метінвест» і працює зі сторонніми замовниками. Існують і інші цифрові проекти «Метінвесту»:

1. Впровадження SAP Success Factory – системи управління продуктивністю та цілями персоналу, яка дає змогу визначати завдання та моніторити КРІ й інші показники ефективності роботи.

2. Перенесення системи SAP на хмарну платформу. Міграція даних визнана найбільшою за обсягом у Центральній та Східній Європі: у хмарі працюють 138 систем і понад 18 тис. користувачів.

3. Міграція ІТ-інфраструктури групи (680 серверів двох дата-центрів «Метінвесту») на хмарну платформу Microsoft Azure.

4. Впровадження централізованої диспетчерської системи управління з алізничними перевезеннями. Система працює на платформі SAP та інтегрується з програмними продуктами «Укрзалізниці».

5. Використання дронів на ГЗК для контролю виконуваних робіт у кар'єрах, проведення оцінки обсягів сипучих матеріалів на складах, створення цифрових моделей комбінатів для подальшого планування будівельних робіт та інше.

//gmk.center/ua/posts/staleva-cifra-yak-metalurgi-j-gir-niki-rozvivajut-it-tehnologii/ (дата звернення: 10.04.2021).

² Там само.

6. Автоматизація документообігу із застосуванням електронно-цифрового підпису (ЕЦП).

Станом на минулий рік загальна промислова автоматизація якою охопило близько 45% виробничих переділів і функцій «Метінвесту». На кожному підприємстві впроваджуються різні проекти автоматизації та цифрової трансформації.

Такі зусилля компанії були відзначені в поточному році: «Метінвест» увійшов до топ-5 найкращих металургійних компаній світу за цифровими комунікаціями за версією World Steel¹.

Цифровізація компаній ГМК

В Україні нагальною проблемою є застаріле обладнання на металургійних підприємствах. Зношеність основних засобів у металургії становить 70%, у видобутку металевих руд – близько 60%. Цей показник загалом по країні складає 61%, у промисловості – 66%².

Металургія та видобуток руди – досить капіталомістке виробництво. Але постійні кризи та мінлива кон'юнктура світових ринків послаблюють інвестиційні можливості підприємств ГМК.

Ще однією важливою проблемою є слабе розуміння щодо Індустрії 4.0 серед ІТ-департаментів і серед менеджменту.

Цифровий ефект вимірюється комплексно – в показниках і характеристиках рівня продажів і якості продукції, обслуговування клієнтів, зниження втрат. За словами Юрія Риженкова, генерального директора «Метінвесту», група економить близько 50 млн дол. на рік за рахунок проектів цифровізації. Зокрема, йдеться про такі новації:

1. Математичне моделювання оптимального складу вугільної шихти для виробництва коксу. Ефект – зниження вартості вугільної шихти на 1,1%. Економія складає 20 млн дол.

2. Використання штучного інтелекту для управління температурою в доменних печах. Ефект – зниження вмісту кремнію в чавуні з 0,65 до 0,50%. Економія – 30 млн дол.

Денис Морозов, директор з економіки та фінансів компанії «Інтерпайп», на одному з галузевих заходів розповів про ефект впровадження технологій 4.0 (станом на кінець минулого року): продажі до країн Європи зросли на 62%, в США – на 22%. Енерговитрати на виробництво сталі скоротилися на 45%, простої автотранспорту знизилися втричі.

Незважаючи на всі переваги цифровізації, світові витрати на впровадження ІТ підпали під оптимізацію. За оцінками компанії Gartner, за підсумками поточного року очікується падіння витрат на ІТ в світі на 5,4% – до 3,6 трлн дол. Однак уже у 2021 році можна очікувати зростання на 4% – до 3,8 трлн дол.³

Ефект від цифровізації очевидний: процес у країні загалом йде повільно, але через це перспективи і можливості цифрової трансформації величезні. У передових компаніях ГМК, на відміну великих бізнесів з інших галузей, є розуміння необхідності прагнути до

впровадження Індустрії 4.0, тобто певний рівень зрілості. Відповідно, і перспективи діджиталізації в ГМК величезні. Чим більше у нас буде таких передових компаній, тим швидше будуть підтягуватися і розвиватися інші галузі⁴.

Розділ 6. ІНДУСТРІЯ 4.0 В АВІАЦІЙНОМУ КОМПЛЕКСІ (Карина Травкіна)

6.1. Стан світового та вітчизняного авіабудування

Літакобудування – одна з найбільш наукомістких і капіталомістких галузей машинобудування. На ринку літакобудування історично домінують американські і європейські виробники. Boeing (США) і Airbus (Європа) є найбільшими виробниками цивільних літаків у світі. Компанія «Боїнг» входить у десятку найбільших транснаціональних корпорацій світу і є лідером у галузі з виробництва літаків. Із збільшенням конкуренції, особливо з європейською компанією «Airbus», керівництво корпорації «Boeing» постійно шукає нові шляхи й методи відстоювання своїх інтересів на світовому ринку. До найбільших виробників також відносять Embraer (Empresa Brasileira de Aeronautica) – Бразилія та Bombardier Inc. (Бомбард'єр) – Канада.

Україна належить до 9 країн світу, які володіють циклом створення цивільних літаків. Галузь нараховує понад 60 підприємств, які задіяні у виготовленні компонентів, вузлів і готових літаків (рис. 6.1).

Головним розробником цивільних літаків є «ОКБ ім. Антонова», яке спроектувало більше 100 типів цивільних, транспортних і спеціалізованих літаків. Основними виробниками кінцевої продукції галузі цивільних літаків є два підприємства: ДП «Антонов» та Харківське державне авіаційне виробниче підприємство (ХДАВП).

На думку І. Ю. Матюшенка, авіаційна галузь України сьогодні знаходиться у кризовому стані: вона потребує реорганізації, реструктуризації та великих (600 млрд дол.) інвестицій для модернізації виробничої бази. Потенційно при переході на сучасні технології виробництва та вбудування у міжнародні концерни авіабудування може перетворитися на одну із цікавих економіки майбутньої України⁵.

Вітчизняне авіабудування посідає не останнє місце в контексті світової промисловості, оскільки українські літаки мають низку особливостей, які дають змогу конкурувати на ринку транспортної авіації.

До основних проблем авіаційного комплексу України можна віднести:

- невиконання урядом законодавчих актів щодо стимулювання розвитку авіаційної промисловості;
- відсутність державної підтримки експортерів АТ;

¹ Григоренко Ю. Сталева цифра: як металурги й гірники розвивають ІТ-технології (назва з екрану). URL: <https://gmk.center/ua/posts/staleva-cifra-yak-metalurgi-j-girniki-rozvivajut-it-tehnologii/> (дата звернення: 10.04.2021).

² Звіт KPMG. URL: <https://home.kpmg/ua/uk/home/insights/2021/03/ceo-outlook-pulse.html> (дата звернення: 21.04.2021).

³ Григоренко Ю. Сталева цифра: як металурги й гірники розвивають ІТ-технології (назва з екрану). URL: <https://gmk.center/ua/posts/staleva-cifra-yak-metalurgi-j-girniki-rozvivajut-it-tehnologii/> (дата звернення: 10.04.2021).

[//gmk.center/ua/posts/staleva-cifra-yak-metalurgi-j-girniki-rozvivajut-it-tehnologii/](https://gmk.center/ua/posts/staleva-cifra-yak-metalurgi-j-girniki-rozvivajut-it-tehnologii/) (дата звернення: 10.04.2021).

⁴ Там само.

⁵ Модуль Жана Моне 611674-EPP-1-2019-1-UA-EPPJMO-MODULE 2019-2022 'European Integration of Ukraine in Industry 4.0' (EUI4)EEIoF-4.0 European economic integration of Ukraine in trade, science, technology transfer and changing business models in Industry 4.0.

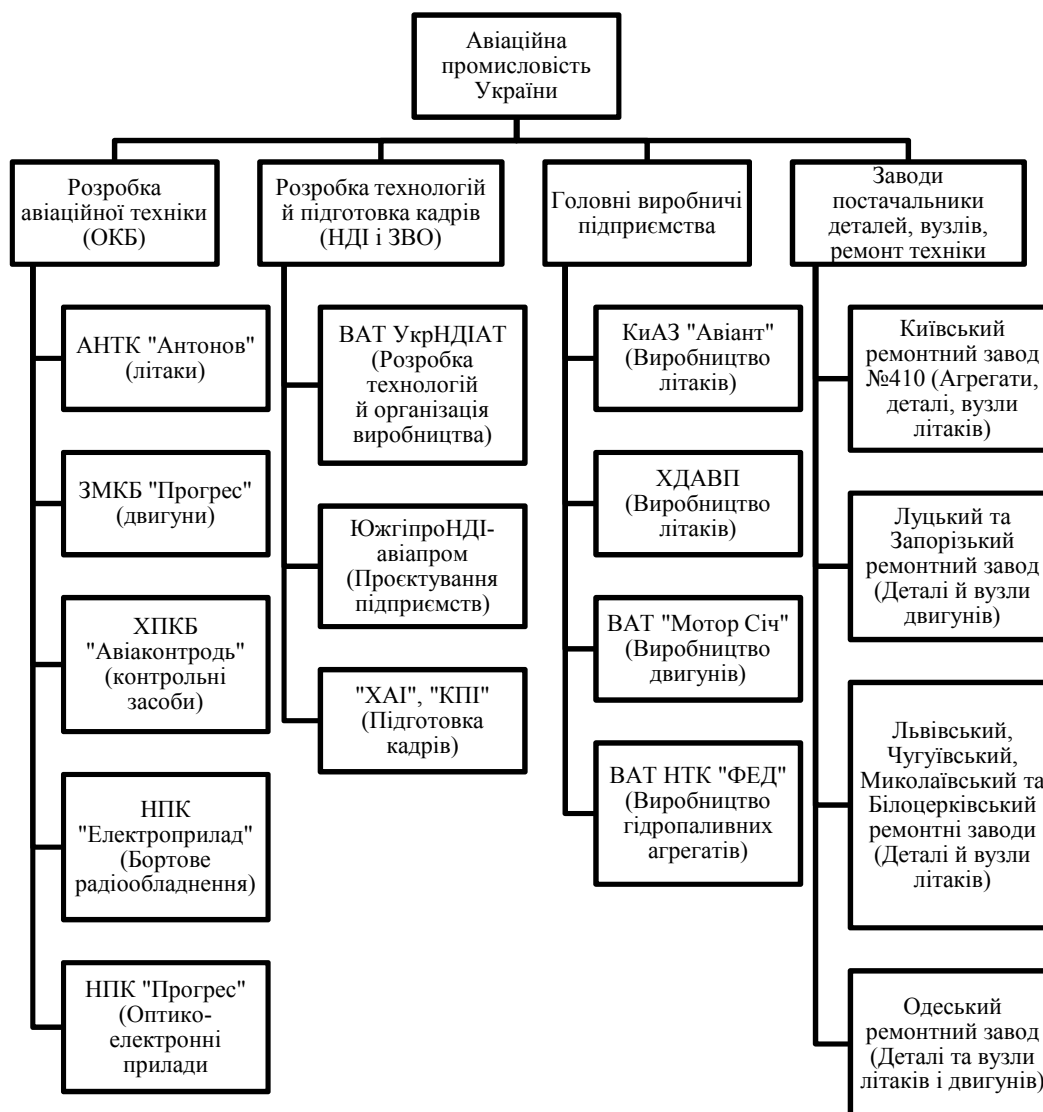


Рис. 6.1. Структурна схема авіаційної промисловості України

Джерело: Офіційний сайт АНТК «Антонов». URL: <https://www.antonov.com/> (дата звернення: 16.04.2021).

– нестачу обігових коштів для виконання виробничих програм підприємств;

– недостатню кількість прибуткових проектів, які б змогли забезпечити підприємства ресурсами для переходу на серійне виробництво, що призводить до подорожчання АТ та фактичної нерентабельності виробництва.

Після закінчення дії «Державної комплексної програми розвитку авіаційної промисловості України на період до 2010 року» нові програми не ухвалювалися. Брак підтримки призвів до зупинки серійного виробництва літаків, відставання галузі від світового рівня в науково-дослідній, проектній та виробничій сферах, скорочення кількості фахівців. У червні 2018 року Кабінет Міністрів ухвалив «Стратегію відродження вітчизняного авіабудування на період до 2022 року». Її реалізація, на думку авторів, «дасть змогу створити конкурентоспроможний, інтегрований у сві-

тову авіаційну промисловість авіабудівний комплекс», а також забезпечити експорт української АТ на зовнішні ринки. В уряді припускають, що для цього з різних джерел буде потрібно понад 23 млрд грн, у тому числі з держбюджету – близько 7 млрд грн.¹

І. Ю. Матюшенко провів оцінку стратегічного потенціалу й можливостей розвитку авіаційного комплексу з урахування галузі вертольотобудування найбільш прийнятним у даному разі методом SWOT-аналізу.

АТ «Мотор Січ» – найпотужніше підприємство авіаційного комплексу України. На сучасному етапі воно може серійно виготовляти конкурентоспроможні вертольоти та застосовувати їх для відповідних служб. Найголовнішою цінністю вертольотів «Мотор Січ» є те, що вони будуть цілком українського виробництва. Україні важливо мати свій замкнутий цикл виробництва вертольотів.

¹ Матюшенко І. Ю., Купріянова В. С. Галузеві проблеми і пріоритетні напрями розвитку вертольотобудування в системі авіаційного комплексу України. *При-*

чорноморські економічні студії. 2019. Вип. 39(1). С. 25-30. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/bses_2019_39\(1\)_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/bses_2019_39(1)_7) (дата звернення: 16.04.2021).

6.2. Світові лідери авіаційної промисловості в процесі переходу до Індустрії 4.0

Сьогодні серед кращих прикладів інтеграції в індустрію 4.0 серед лідерів світового машинобудування особливе місце займає компанія Boeing та Airbus. Вони використання IoT для кращої ефективності виробництва¹. Авіаційний гігант Boeing на протязі вже багатьох останніх років впроваджує в своє виробництво, а також самі виробити 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 значні 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 вже значно наростила кількість під'єднаних до мережі датчиків, що вбудовані в їх літаки².

Згідно з висновками компанії, завантаження своїх сервісів на кілька хмарних платформ знижує ефективність бізнесу. Рішення обумовлено зниженням ефективності відповідних сервісів Boeing при використанні відразу декількох хмарних платформ.

Перехід на хмарні обчислення - частина довгострокової стратегії Boeing, спрямованої на збільшення річного доходу компанії в комерційному і у військовій сферах з 15 до 50 млрд дол. до 2025 року. Використання хмарних технологій допоможе більш ефективно використовувати можливості самих комерційних літаків, у функціонуванні яких все більшу значимість отримує Інтернет. Зокрема, доступ до всесвітньої мережі відкриває пілотам і авіаційному персоналу доступ до інформаційних ресурсів в режимі реального часу. У довгостроковій перспективі Boeing має намір запустити пакет додатків, орієнтованих на підвищення ефективності експлуатації ПС. Очікується, що за рахунок обробки інформації в режимі реального часу витрата палива вдасться знизити майже на 10%. Microsoft має намір забезпечувати технічну підтримку Boeing і сприяти продажу програмних продуктів авіабудівників. Необхідність використання хмарних обчислень обумовлена особливістю авіаційної галузі генерувати величезні масиви різноманітних даних. Зокрема, літаки Boeing 787 формують понад 500 ГБ даних за один політ. Ця інформація збирається з тисяч датчиків, встановлених на повітряному судні. Авіакомпанії використовують ці дані для прогнозування технічного стану літака і оптимізації витрат палива³.

6.3. Сучасний стан переходу вітчизняного авіабудування до Індустрії 4.0

Сьогодні ми бачимо початок змін та спроби консолідації гравців. В 2016 році створений кластер «Мехатроніка», що об'єднує провідні підприємства авіабудівної галузі⁴.

¹ Gardner Aerospace Holdings / Northern Aerospace merger inquiry. URL: <https://www.gov.uk/cma-cases/gardner-aerospace-holdings-northern-aerospace-merger-inquiry> (дата звернення: 16.04.2021).

² Індустрія 4.0. АППАУ. URL: <https://mautic.appau.org.ua/asset/1:analytical-report-digital-transformation-in-machine-building-ukraine.pdf> (дата звернення: 15.04.2021).

³ The Boeing Company. URL: <https://www.boeing.com/> (дата звернення: 16.04.2021).

Реконструкція та технічне переозброєння, підвищення технологічного рівня виробничої бази діючих підприємств з метою наближення їх можливостей до світового рівня в авіабудуванні, космічному, атомному, енергетичному, транспортному, електротехнічному, сільськогосподарському машинобудуванні та інших галузях для нарощування виробництва конкурентно-спроможної високотехнологічної продукції.

У авіабудівній галузі, як можливий, може бути Національний проєкт зі створення сучасного виробничо-технологічного комплексу по серійному виробництву конкурентоспроможних літаків марки Антонов, що включає формування ефективних систем: технології конструювання; комплектації сучасним обладнанням, матеріалами та приладами; створення сучасних виробничих потужностей; систем просування літаків на ринки, якісного і оперативного післяпродажного обслуговування і сучасного проєктного фінансування. Його реалізація дозволить здійснити перезапуск серійного виробництва літаків марки Антонов в Україні⁵.

За прогнозами низки маркетингових компаній, таких як Strategy&PwC, KPMG, Technavio, світова концепція «Індустрії 4.0» впливає на ринок секторів промисловості, таких як автомобілебудування, авіакосмічна та оборонна галузь, електричне та електронне обладнання, медичні прилади, промислове машинобудування. В рамках програми «Індустрія 4.0» будуть формуватися такі тренди, як:

1) поширення автоматизації виробництва. Робототехніка, заснована на системах управління сенсорними датчиками і виконавчими механізмами, які працюють автономно або напівавтономно, взаємодіючи з людьми і з можливістю адаптації до динамічного середовища. Очікується продовження зростання інвестицій в глобальну автоматизацію процесів (близько 6% на рік);

2) використання адитивних технологій: дозволяє скорочувати витратні матеріали від 30% до 70% в порівнянні з традиційними технологіями. В основі розуміння адитивних технологій лежать 3D-друковані технології, які можна застосовувати при розробці продукту і дослідного зразка, де їх швидкість і гнучкість можуть прискорити інновації і зменшити термін впровадження на ринок. В основі якого лежить принцип пошарового «виросування» твердого об'єкта⁶.

6.4. Питання національної безпеки під час реалізації проєктів індустрії 4.0 в авіабудуванні за допомогою угод злиття та поглинання

Індустрії 4.0 покликана розвивати промислові технології. Найчастіше впровадження таких технологій відбувається за рахунок передачі технологій та інвестицій інших країн. Це реалізується за допомогою транскордонних угод злиття та поглинання. Але варто усвідомлювати, що таким чином закордонні компанії

⁴ Індустрія 4.0. АППАУ. URL: <https://mautic.appau.org.ua/asset/1:analytical-report-digital-transformation-in-machine-building-ukraine.pdf> (дата звернення: 15.04.2021).

⁵ Нова індустріалізація – шанс для України. URL: https://uspp.ua/assets/doc/maket_nov_2019.pdf (дата звернення: 16.04.2021).

⁶ Машинобудівна галузь в Україні: потенціал та можливості для розширення експорту на період до 2021 року URL: <https://www.me.gov.ua/Documents/Download?id=79eabe19-5253-41b8-b2ce-eaccd61116> (дата звернення: 14.04.2021).

можуть встановлювати корпоративний контроль над підприємствами стратегічно важливих галузей. І як наслідок, постає питання національної безпеки. Країни залишаються перед вибором – керуватись мотивом захисту національної безпеки, або реалізація проекту Індустрії 4.0. Розглянемо деякі приклади, що стосуються авіабудування.

Великобританія традиційно була однією з найбільш відкритих європейських економік для іноземних інвестицій. У 2017 році уряд Великобританії опублікував консультативний документ, в якому пропонувався розширити свої повноваження з аналізу національної безпеки. В 2018 році уряд Великобританії пом'якшив вимоги до схвалення транскордонних угод злиття та поглинання в певних секторах, таких як військова промисловість, квантові технології та комп'ютерне обладнання¹. В цьому ж році відбулось придбання контрольованої Китаєм Gardner Aerospace компанії Northern Aerospace². Зараз керівництво компанії наголошує об'єднання цих двох компаній створило бізнес з виручкою, що перевищує 300 мільйонів доларів США, і вони значно просунулись на шляху досягнення мети – до 2022 року увійти до п'ятірки найбільших світових компаній з виробництва деталей для аерокосмічної галузі шляхом впровадження технологій Індустрії 4.0 після угоди злиття та поглинання.

Досить ілюстративним прикладом іншої позиції держави є ситуація, що склалась на вітчизняному ринку злиття та поглинання. З 2016 по 2019 рік китайською компанією Skyizon було придбано контрольний пакет акцій українського підприємства ВАТ «Мотор січ» (четвертий у світі виробник двигунів для авіаційної техніки).

В 2020 році акції компанії ВАТ «Мотор січ» було заморожено, оскільки урядом України визнано, що дане поглинання загрожує національній безпеці України. Китайська сторона звинуватила Україну в експропуванні, а вирішення цього спору триває і досі. В березні 2021 року в Україні створюється законопроект про націоналізацію ВАТ «Мотор Січ». Уся описана ситуація має та матиме багато наслідків для України, більшої мірою негативних. Хоча, вперше за час незалежності України після цього транскордонного поглинання було розроблено та схвалено стратегію економічної безпеки України. Вперше на законодавчому рівні визначені взаємоузгоджені поняття «економічна безпека», «національні економічні інтереси», «економічна стійкість» та «економічний суверенітет», а також основні виклики й загрози для економічної безпеки України та шляхи їх подолання³.

Таким чином, країнам-реципієнтам необхідно мати розроблені власноруч стратегії захисту національної економічної безпеки в контексті транскордонних угод злиття та поглинання. Оскільки кожна національна економіка має свої характерні особливості стосовно стану стратегічно важливих галузей. Подібні

стратегії повинні враховувати і такі делікатні питання, що пов'язані з Індустрією 4.0.

І перед усім, говорячи про національний розвиток, як зазначає Г. В. Задорожний⁴, потрібно керуватись принципами діяльності не економічної еліти, а саме господарської еліти. Бо господарювання полягає в захисті, розвитку та процвітанні власного національного господарства, а не отриманні максимально великого прибутку не зважаючи на стан свого господарства.

Висновки

1. Індустрія 4.0. в авіабудуванні невід'ємна частина його сталого розвитку.

2. Вітчизняний авіаційний комплекс потребує значних фінансових та інтелектуальних інвестицій. Впровадження технологій, що відповідають реаліям Індустрії 4.0, зможуть його відновити.

3. Перший глобальний проєкт впровадження технологій, котрі відповідають дійсності Індустрії 4.0 завершується непердбачувано. Провал проєкту врешті має і позитивний наслідок, а саме загострення питання національної економічної безпеки. Закладено основу для його рішення. Доцільно було б подібні стратегії розширювати в контексті врахування питань, котрі пов'язані з Індустрією 4.0.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

(Г. В. Задорожний, О. Г. Задоржнa)

1. Трансформації вітчизняної економічної сфери певною мірою відбивають наслідки глобальних трансформацій і повинні оцінюватися, по-перше, у форматі наукового розуміння глобальних тенденцій, що впливають на стан національної економіки; по-друге, руслі господарського цілісного світогляду, де економіка розглядається як одна із обслуговуючих сфер функціонування і розвитку українського суспільства. У цьому плані доцільно розмежовувати сфери можливостей національної та наднаціональної політики економічного розвитку у форматі актуальної моделі «Індустрія 4.0», що дозволяє визначити можливості та конкретний інструментарій впливу на подолання й мінімізацію ризиків і небезпек, що загрожують національному господарству.

2. Глобальний тренд «Індустрія 4.0», як показав наш аналіз, повинен стати вагомим важелем позитивного впливу на національний економічний розвиток у продуктивному плані. Проте він має й негативний вплив, а тому дослідження способів та шляхів пом'якшення ризиків та небезпек також повинно стати одним із завдань наукових досліджень. Майже у всіх наукових публікаціях розкриваються технократичних засад та аспекти моделі «Індустрії 4.0», а проблеми духовно-ціннісних суто людських смислів процесів «Індустрії 4.0» практично не досліджуються. Проте *четверта наукова революція* і становлення її відповідного

¹ National Security and Investment. URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/728310/20180723_-_National_security_and_investment_-_final_version_for_printing_1.pdf (дата звернення: 15.04.2021).

² Industry 4.0 in Aeronautics: Io Tapplications. URL: <https://ati.ec.europa.eu/sites/default/files/2020-07/Industry%204.0%20in%20Aeronautics%20-%20IoT%20Applications%20%28v1%29.pdf> (дата звернення: 16.04.2021).

³ Прес-служба Мінекономіки: Уряд схвалив проєкт стратегії економічної безпеки України на період до 2025 року. URL: <https://me.gov.ua/News/Detail?lang=uk-UA&id=7a698e05-a121-4375-850e-79a9abb9f215&title=UriadSkhvalivProktStrategiiEkonomichnoiBezpekiUkrainiNaPeriodDo2025-Roku> (дата звернення: 16.04.2021).

⁴ Задорожний Г. В. Мирохозяйственное университетское образование как сфера смыслопостижения современных глобальных кризисных трансформаций. Харьков: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2017. 19 с.

нового постнекласичного людиномірного знання повинні по-новому фокусувати світосприйняття перш за все у форматі реалізації імперативу виживання людства. Насамперед розуміння людиномірності моделі «Індустрії 4.0» слід формувати у фахівців державного управління. Це нове розуміння повинно задавати не лише цілі впровадження (цільова раціональність) цієї моделі трансформацій, але й відображати ціннісні принципи життєдіяльності українського суспільства задля зростання рівня якості життя українців (ціннісна раціональність). Технологічні інновації та процеси цифровізації, що зараз починають розвиватися у економіці та українському суспільстві, у певній мірі супроводжуються асинхронним взаємовпливом економічних і політичних тенденцій. Це значно актуалізує проблематику національної безпеки перш за все у необхідності розгортання людяності у виробничих відносинах і потребі відповідного суспільно-індивідуального закріплення в соціально-поведінкових трендах, де духовно-моральнісні цінності та мотиви повинні запліднювати цілепокладання та управління. В разі виникнення такої потреби у ціннісному форматі (а вона є вкрай актуальною) ми готові надати центральним органам державної влади відповідну науково-додаткову записку.

3. Індустрія 4.0 – це «розумне виробництво» з масовим використанням цифрових технологій в автоматизації процесів виробництва та реалізації продукції, створення кіберфізичного простору, розбудови та використання промислового Інтернету. Загальна тенденція поширення застосування штучного інтелекту є чи не найвагомішою ознакою моделі «Індустрії 4.0» у промисловості. Вона полягає у тому, що завдяки використанню штучного інтелекту виробництво більше автоматизується, а участь людини поступово зменшується. Тому тут важливо знаходити такі шляхи його використання, щоб людині цінності не ігнорувалися у процесах впровадженні моделі «Індустрія 4.0». Не людина повинна служити штучному інтелекту, а навпаки – штучний інтелект має служити людині.

Досліджуючи теоретичні засади впровадження моделі «Індустрія 4.0», можна виділити три головні тренди промислового розвитку до 2030 року: революція в проектуванні і організації виробничих процесів, що прослідковується в тому, що промисловість переживає тотальний технологічний і організаційний реінжиніринг, заснований на тотальній діджиталізації виробничих процесів; перехід до нових інтелектуально-матеріальних ресурсів через інтеграція їх в автоматизовані системи проектування і виробництва, суміщення виробництва матеріалів і виробництва компонентів / виробів; швидке поширення розумних середовищ та їх масове впровадження на горизонті 2020-2030-х років. Боротьба за ринок розумних мереж/інфраструктур у світі йде повним ходом, реалізуються масштабні регіональні ініціативи.

На виробничих підприємствах штучний інтелект може бути застосований на 4 засадничих рівнях: рівень проектування (для підвищення ефективності розробки нових продуктів, для автоматизації вибору та оцінки постачальників, для аналізу вимог до деталей та за частин); рівень виробництва (для вдосконалення бізнес-процесів, при автоматизації ліній виробництва, для зменшення кількості помилок, для спрощення процесу виробництва за рахунок використання функцій розпізнавання зображень та діалогового інтерфейсу); рівень логістики (для покращення планування маршрутів транспортних засобів, для зменшення тер-

мінів доставки сировини, для покращення взаємодії з клієнтами та постачальниками за допомогою інтерактивного спілкування, для відстеження відправлень та процесу доставки на всіх етапах, у перспективі – для передбачення коливання обсягів відгрузок до того, як вони відбудуться); рівень просування (для прогнозування обсягів послуг підтримки та обслуговування, при управлінні ціноутворенням).

4. Впровадження моделі «Індустрія 4.0» в Україні має бути заснований на галузевому підході, бо кожна галузь має свою специфіку. Тому ми проаналізували стан такого впровадження у окремих галузях української економіки та внесли пропозиції щодо подальшого розвитку цієї моделі.

Сучасний етап розвитку харчової промисловості характеризується наявністю невирішених проблем, зумовлених негативними політичними і соціально-економічними процесами та глобальними викликами економічної реальності, що стримують її розвиток, а саме:

- проблема відсутності системного підходу в державній політиці до забезпечення стабільного та ефективного розвитку харчових підприємств;
- низький рівень технічного оснащення;
- майже відсутність інноваційної діяльності, низький рівень забезпечення сировинною базою та купівельної спроможності населення, недостатність інвестицій;
- відсутність взаємозв'язку між постачальниками сировини та підприємствами-переробниками для виготовлення продукції із високою доданою вартістю.

У харчовій промисловості доцільно розвивати платформу Industry4Ukraine як продуктивний майданчик зацікавленого діалогу з промисловими асоціаціями та об'єднаннями, з одного боку, і органами влади – з іншого. На цій платформі об'єднуються зусилля близько 50 бізнес-асоціацій, багато агентств розвитку, торгово-промислових палат, а також державних установ, включаючи департаменти Мінекономіки. Експерти платформи розробили ряд принципових документів державної політики в сферах кластерного розвитку та інновацій, діджиталізації, макроекономічного розвитку тощо. Проте доцільно нарощувати спільні зусилля уряду і платформи Industry4Ukraine щодо завершення проекту «Побудова дорожньої карти цифрової трансформації в Харчовій промисловості» та його впровадження у галузі.

Машинобудування в Україні за вкладом в економіку відстає від більшості країн ЄС, а в абсолютному вимірі сформований в цій галузі ВВП можна порівняти з аналогом машинобудівної промисловості в такій невеликій країні, як Словенія. З урахуванням в цілому значної ролі промисловості в національній економіці, для наближення рівня життя в Україні до західних сусідів і збереження конкурентоспроможності вітчизняних товарів на світовому ринку необхідно істотно підвищити продуктивність і якість промислового виробництва. Для подальшого розвитку національного машинобудування доцільно широке впровадження шести інноваційних технологій в форматі «Індустрія 4.0»

Предиктивна аналітика (обслуговування), що базується на обробці даних як новий вид обслуговування машин та обладнання, що замінює традиційні методи як планово-попереджувальні роботи.

Управління життєвим циклом продукту особливо актуально для машинобудівників, коли мова йде про

інновації та постійні зміни. Різноманітні системи автоматизованого проектування (САПР) давно використовуються конструкторами, але Індустрія 4.0 принесла подальшу діджиталізацію всіх процесів й на всьому життєвому циклі

Доповнена та віртуальна реальність. Для освоєння нових машин, їх пуску в експлуатацію, а потім для обслуговування оператори та експлуатаційний персонал раніше використовували інструкції в pdf чи друкованому форматі. Але коли йдеться про швидкий пошук необхідної інформації, як правило, такі речі не працюють – це надто довго. Інша справа, коли зображення необхідного вузла чи деталі подається в візуальному вигляді в 3D та ще й зі всією супутньою інформацією про стан механізму в реальному часі. Саме так працюють технології віртуальної та доповненої реальності (VR & AR). Застосування AR значно знижує витрати на навчання персоналу та обслуговування обладнання, а також зменшує час на незаплановані простой. В Україні компанії, що активно застосовують ці технології в промислових сегментах невідомі. Тому доцільно спрямовувати зусилля українських виробників у цьому напрямі.

Системи управління виробництвом 4-го покоління як програмне забезпечення для керування виробничими процесами в реальному часі від автономних, локальних рішень до інтегрованих та модульних. Великий попит подібна система має на всіх машинобудівних підприємствах з «одиночними» замовленнями (не серійними). Система надає можливість реалізовувати повний цикл створення сучасного авіаційного агрегату – від передпроектних наукових досліджень до створення, випробування, сертифікації, серійного виробництва та післяпродажного обслуговування. Подальша діджиталізація з елементами технологій Індустрії 4.0 сприяє збільшенню пропускної здатності обладнання і скороченню термінів поставок, забезпечує оптимальне планування робіт конструкторів і технологів, використання цифрових двійників виробництва, робота з 3D-моделями виробів, контроль термінів, якості та собівартості.

Розумні пристрої та мобільні додатки для значного нарощення інтелекту фізичних об'єктів. Типовими прикладами використання є кращий моніторинг обладнання, включно з предиктивною аналітикою, трекінгом персоналу, оптимізацією та кращим управлінням виробництвом. Один з кращих кейсів, описаних в моделі Індустрії 4.0, є кейс Intel. Один з кращих прикладів використання нової технології Real-Time Location Services з датчиками нового типу та використанням мобільних додатків демонструє київська Leantegra.

Хмарні платформи та сервіси. Діджиталізація неможлива сьогодні без ІТ-інфраструктури. Два центральні її елементи – мережа та центри обробки даних (ЦОД). Утримання власного, сучасного ЦОД є дуже дорогим для більшості підприємств. Тому більшість виробників переходить сьогодні на користування хмарними сервісами та платформами. Для промисловців важливо знати, що трендовими в Індустрії 4.0 є користування готовими платформами-як-сервісами (PaaS). Інтеграцію в них сьогодні пропонує майже кожен виробник CAE/CAD/PLC/SCADA. Платформи як Mindsphere (Siemens), Predix (GE), Ability (ABB), Ecostruxure (Schneider Electric) й багато подібних – є все більш вживаними в користуванні, в тому числі машинобудівниками.

Індустрія 4.0 впроваджена в *хімічну промисловість* у вигляді концепції Chemicals 4.0, яка базується на концепції 3«P»: прогнозувати (predict) – зрозуміти вплив хімічних речовин; розставити пріоритети (prioritize) – розставити пріоритети на важелях, щоб отримати від них максимум; працювати (pursue) – комплексно впроваджувати попередні два пункти.

Chemicals 4.0 – це інноваційна концепція управління, яка на системній основі використовує Інтернет-технології та потенційно підтримує ключові тенденції, такі як індивідуалізація поведінки клієнтів та консолідація ринку. З цієї причини Chemicals 4.0 можна вважати рушієм динаміки ринку в галузі.

Концепція Chemicals 4.0 виконує три основних завдання, які прямо пов'язані з актуальними проблемами стану хімічної промисловості України наразі: поліпшення продуктивності праці; скорочення ризиків; одержання нового та додаткового доходу. Для цього використовуються 5 ключових інструментів Industry 4.0: інтеграція технологій (Technology integration), що допомагає інтегрувати концепцію Internet of Things, створюючи архітектуру даних; управління даними (Data management), що дозволяє інтегрувати та перевіряти дані, будуючи інфраструктуру бази даних; передова аналітика (Advanced analytics), що дозволяє аналізувати дані, будувати моделі для оптимізації існуючих процесів; цифровий інтерфейс (Digital interface), який забезпечує мобільність інформації, що допомагає досягати гнучкість та орієнтованість на клієнта; бізнес імперативи (Business imperatives), які покривають загальний процес організації виробництва, шляхом впровадження нових маркетингових та виробничих стратегій.

І інструменти Industry 4.0, імplementовані в Chemicals 4.0, покривають кожну ланку процесу виробництва від операційної діяльності до етапів управління та прийняття управлінських рішень.

Українська хімічна промисловість залишається орієнтованою на сировину, визначає територіальну концентрацію основного хімічного виробництва і, водночас, визначає необхідність структурної трансформації цього сектору у напрямку зростання високотехнологічних галузей через впровадження моделі Індустрія 4.0. Така трансформація повинна, по-перше, передбачати необхідність збереження існуючих конкурентних переваг (родовищ сировини та виробничих потужностей), які можуть бути використані для розвитку хімічної промисловості в довгостроковій перспективі. По-друге, пріоритетом для розвитку хімічної промисловості в Україні має бути виробництво тих хімікатів, які розглядаються як сировина та напівфабрикати не лише для хімічної, але й для інших галузей (легкої, харчової та ін.), а також інших видів економічної діяльності.

Металургійна промисловість України – одна з лідерів «розумного» виробництва щодо можливостей четвертої промислової революції через автономність всіх процесів на металургійному заводі: всі співробітники, продукти і виробничі потужності взаємопов'язані завдяки інтернету речей (IoT); величезні обсяги даних збираються за допомогою сенсорних датчиків та програм зчитування інформації; далі дані обробляються штучним інтелектом (AI) – за рахунок цього оптимізується виробництво та на підприємстві забезпечується висока синергія. З новими технологіями промисловості 4.0 можна збирати більше інформації за допомогою розумних лічильників, датчиків і систем,

які працюють та обмінюються даними по локальній мережі. Промислова революція змінила взаємодію заводів з постачальниками та клієнтами шляхом використання онлайн-платформ, програм та систем, за допомогою яких стало зручніше відстежувати замовлення та інші послуги. Тим самим, цифровізація сприяє створенню принципово нових бізнес-моделей.

Цифровий ефект вимірюється комплексно – в показниках і характеристиках рівня продажів і якості продукції, обслуговування клієнтів, зниження втрат, що відкриває широкі можливості впровадження таких новацій, як математичне моделювання оптимального складу вугільної шихти для виробництва коксу; використання штучного інтелекту для управління температурою в доменних печах та ін. Ефект від цифровізації очевидний: хоча процес у країні загалом йде повільно, але через це перспективи і можливості цифрової трансформації величезні. Тому українські компанії ГМК повинні прагнути до впровадження моделі Індустрії 4.0, бо перспективи діджиталізації в ГМК величезні.

Авіаційна галузь України сьогодні знаходиться у кризовому стані: вона потребує реорганізації, реструктуризації та великих інвестицій для модернізації виробничої бази. Потенційно при переході на сучасні технології виробництва та вбудування у міжнародні концерни авіабудування може перетворитися на одну із перспективних напрямків розвитку економіки майбутньої України, що потягне за собою оживлення багатьох секторів виробництва.

До основних проблем авіаційного комплексу України можна віднести невиконання урядом законодавчих актів щодо стимулювання розвитку авіаційної промисловості; відсутність державної підтримки експортерів АТ; нестачу обігових коштів для виконання виробничих програм підприємств; недостатню кількість прибуткових проєктів, які б змогли забезпечити підприємства ресурсами для переходу на серійне виробництво, що призводить до подорожчання АТ та фактичної нерентабельності виробництва.

Світова концепція «Індустрії 4.0» впливає на ринок різних секторів промисловості, в тому числі й авіакосмічної галузі. В рамках програми «Індустрія 4.0» мають формуватися такі тренди, як, по-перше, поширення автоматизації виробництва через використання робототехніки, що заснована на системах управління сенсорними датчиками і виконавчими механізмами, які працюють автономно або напівавтономно, взаємодіючи з людьми і з можливістю адаптації до динамічного середовища; по-друге, використання адитивних технологій, що дозволяє скорочувати витратні матеріали від 30% до 70% в порівнянні з традиційними технологіями. В основі розуміння адитивних технологій лежать 3D-друковані технології, які можна застосовувати при розробці продукту і дослідного зразка, де їх швидкість і гнучкість можуть прискорити інновації і зменшити термін впровадження на

ринок. В основі якого лежить принцип пошарового «вирощування» твердого об'єкта.

Таким чином, при проведенні розумної національної політики у проаналізованих галузях економіки доцільно *першочергово фінансувати і розвивати способи та інструменти моделі «Індустрії 4.0»* на основі розробки її комплексної національної програми, де чітко обґрунтувати «дорожню карту» необхідних економічних трансформацій.

5. Системна дія глобальних трендів, зокрема за впровадження моделі «Індустрії 4.0», сприяє швидкому розвитку нової, так званої, платформної економіки. Вона відрізняється технологічними новаціями, що характеризують процес *НБІК-конвергенції*, та *цифровізацією*, насамперед створенням фундаменту для цифрових платформ в різних галузях національної економіки. Україна, за різними експертними оцінками, входить до числа світових лідерів за зайнятістю на цифрових платформах. Проте відсутність надійних статистичних даних дуже ускладнює можливість якісного аналізу та прийняття адекватних управлінських рішень у форматі моделі «Індустрії 4.0». Тому виникає нагальна потреба у проведенні *систематичних постійних спеціальних досліджень*, що дозволять більш чітко і комплексно характеризувати уже наявні та швидко виникаючі типи платформ. Широко висвічувати досвід передових підприємств, що вже працюють на моделі «Індустрії 4.0».

Для цього важливо запровадити *моніторинг* розвитку платформної економіки. Доцільно проводити постійний моніторинг, а для цього слід включати платформну економіку в офіційну статистику щодо фіксації наявного стану і динаміки процесів розгортання НБІК-конвергенції та цифровізації в Україні.

6. Важливо розуміти, що модель «Індустрія 4.0» не повинна сприйматися лише у суто технократичному цілераціональному (кількісно-розрахунковому) сенсі, що зараз панує серед науковців та практиків. Для виживання людини/людства, яке є найбільш гострим питанням сьогодення, модель «Індустрія 4.0» повинна характеризуватися на основі *принципів нової людиномірної науки*, коли будь-яка організація чи підприємство є *людинорозмірним комплексом*, ядром якого виступає *людина-особистість* з її цінностями, внутрішніми життєвими сенсами і мотивами, а тому саму цю модель не слід розглядати лише як засіб зростання прибутків. Модель «Індустрія 4.0» повинна перш за все оцінюватися як *засіб покращення якості життя українців*, як *механізм коеволуційного розвитку людини, суспільства і Природи*, коли ці «елементи» не наносять шкоди один іншим. Тому визначальною інтегративною функцією держави повинен стати *неодирижизм*, що має забезпечувати симфонію національного відродження через Великий проєкт будівництва *Спільного Українського Дому* заради покращення добробуту українців.

Стаття надійшла до редакції 30.04.2021

Формат цитування:

Задорожний Г. В., Дуна Н. Г., Задорожна О. Г., Абраменко А., Іванова М., Клецова Ю., Личко Ю., Травкіна К., Чорна А. Особливості та перспективи Індустрії 4.0 в економіці України (науковий огляд). *Вісник економічної науки України*. 2021. № 1 (40). С. 159-179. doi: [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2021.1\(40\).159-179](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2021.1(40).159-179)

Zadorozhny, G. V., Duna, N. G., Zadorozhna, O. G., Abramenko, A., Ivanova, M., Kletsova, Yu., Lychko, Yu., Travkina, K., Chorna, A. (2021). Features and Prospects of Industry 4.0 in the Economy of Ukraine (Scientific Review). *Visnyk ekonomichnoi nauky Ukrainy*, 1 (40), pp. 159-179. doi: [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2021.1\(40\).159-179](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2021.1(40).159-179)