

УДК 339.944.2

DOI: <https://doi.org/10.32782/2413-9971/2020-31-20>

Ступницький О. І.
*кандидат економічних наук, професор,
професор кафедри міжнародного бізнесу
Інституту міжнародних відносин
Київського національного університету імені Тараса Шевченка*

Швед І. В.
*магістр міжнародного бізнесу
Інституту міжнародних відносин
Київського національного університету імені Тараса Шевченка*

Stupnytskyi Oleksiy
*PhD (economics), Professor, Professor of the Department of International Business,
Institute of International Relations of
Taras Shevchenko National University of Kyiv*

Shved Ivan
*Master of International Business
Institute of International Relations of
Taras Shevchenko National University of Kyiv*

СУЧАСНА ФІРМА: ГЛОБАЛЬНІ ВИКЛИКИ ІНДУСТРІЇ 4.0

У статті розглянуті основні форми реалізації сучасної Індустрії 4.0, а саме інтернет речей, штучний інтелект і штучні нейронні мережі, та їх вплив на процес адаптації фірм в умовах глобальних технологічних викликів. Досліджений сучасний інтенсивний процес формування нового типу економіки, де домінуючого значення набувають відносини з приводу виробництва, обробки, зберігання, передачі і використання зростаючого обсягу інформації, яка є основою економічного аналізу та дослідження закономірностей функціонування сучасних фірм. Проаналізовані динамічні зміни бізнес-правил цифрової епохи, які мотивують фірми до розроблення більш ефективних власних стратегій digital-трансформації з метою підвищення прибутковості, оцінки параметрів використання послідовності завдань і рішень, які пов'язані між собою у логічному та часовому контенті. Здійснено аналіз інструментів адаптації фірм до масштабів спільного використання цифрових ресурсів за рахунок надійності та якості одночасно з метою зменшення витрат на спільних технологічних платформах та у мережевих сервісах.

Ключові слова: Індустрія 4.0, цифрові технології, цифрова трансформація, управління підприємством, інформаційно-комунікаційні технології, конкурентоспроможність.

Вступ та постановка проблеми. Індустрія 4.0 (Industry 4.0), або четверта промислова революція (4IR), пов'язана з розвитком інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), автоматизацією і роботизацією, *технологіями інтернету речей* (Internet of Things, IoT), *штучного інтелекту* (Artificial Intelligence, AI) і *штучних нейронних мереж* (Artificial Neural Network, ANN), аналітики *великих даних* (Data Driven Decision, DDD), *«хмарних» обчислень* і віртуальної або штучної реальності (Virtual Reality, VR), *3D-друку* і *5G-зв'язку, блокчейну*. Згідно з прогнозами Всесвітнього Економічного Форуму, більшість технологій Індустрії 4.0 стане повсякденністю

вже у 2027 р., а це означає, що з'являться не лише розумні підприємства, а й розумні будинки, розумні міста, безпілотні автомобілі на вулицях, штучний інтелект в офісах та супермаркетах, суперкомп'ютери у кишенях. Радикальна трансформація глобального виробництва пов'язана насамперед із новою цифровою економікою («цифровою трансформацією»), що впливає на всі види господарської діяльності фірм і організацій у контексті утримання конкурентних бізнес-переваг на освоєних ними ринках.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Різні аспекти дослідження Індустрії 4.0 були здійснені відо-

мими вченими та економістами, серед яких вагомий внесок зробили Д. Боннет, Г. Боуман, П. Крей, К. Лінц, Г. Мюллер-Стівенс, Д. Ніл, М. Уейд, С. Хаузер. Серед вітчизняних учених можна виокремити В. Апалькову, А. Маслова, Г. Чмерук, С. Волосович, В. Плєскач, М. Тарасюк, у роботах яких досліджено процеси цифровізації економіки загалом і галузей промисловості та підприємств зокрема. Проте інтенсивний процес розвитку Індустрії 4.0, цифровізації економіки генерує появу нових аспектів адаптації фірм до викликів цифрової трансформації, специфіка яких потребує додаткового наукового вивчення і зумовлює актуальність теми дослідження.

Метою даної роботи є аналіз впливу Індустрії 4.0 на внутрішнє середовище та зовнішнє оточення сучасної фірми в умовах глобальної цифровізації процесних рішень та зміни парадигми позиціонування на ринку і посилення невизначеності у прийнятті бізнес-рішень.

Результати дослідження. Характерною рисою Індустрії 4.0 сьогодні є те, що фірми та підприємства створюють свої власні бізнес-мережі та нові «правила гри» для підключення постачальників, клієнтів і окремих внутрішніх систем, генерують цифрові сигнали для аналізу прийняття ефективних рішень контролю та управління навколишнім ринковим середовищем, транспортними потоками, виробництвом тощо. Особливостями сучасної Індустрії 4.0 (або т. з. «економіки спільного використання») є: а) повністю автоматизовані виробництва, на яких управління всіма процесами здійснюється у режимі реального часу і з врахуванням мінливих зовнішніх умов; б) кіберфізичні системи, які створюють віртуальні копії об'єктів фізичного світу, контролюють фізичні процеси і ухвалюють децентралізовані рішення; в) єдині мережі, здатні взаємодіяти у режимі реального часу, самонастроюватися і самонавчатися; г) інтернет-технології, що забезпечують комунікації між персоналом і машинами, підприємством і вимогливим індивідуалізованим замовником, що оптимізує собівартість виробництва. Так, наприклад, за оцінками консалтингової компанії *Roland Berger*, економіка ЄС може недоодержати у найближчі роки 605 млрд дол., якщо проігнорує вимоги Індустрії 4.0, проте у разі їх виконання потенційний прибуток може досягти 1,25 трлн. дол. [1]. Експерти виділяють п'ять базових ІКТ, у результаті впровадження яких сьогодні відбуваються революційні зміни Індустрії 4.0.

По-перше, це *IoT* – технології Інтернет для обміну інформацією не лише між людьми, а й між машинами, пристроями, датчиками (тобто, «речами») без участі людини. Різновидом *IoT* є промисловий (індустріальний) Інтернет речей (*Industrial IoT*), суть якого полягає у створенні виробництв «повної автоматизації» (машини працюють без участі людей), а роль персоналу полягає лише у контролі за роботою машин і реагуванні на нетипові ситуації.

По-друге, цифрові екосистеми, що складаються із різних фізичних об'єктів, програмних систем і керуючих контролерів, що набувають вигляду єдиного цілого. При цьому, традиційні інженерні моделі гармонійно співіснують із комп'ютерними.

По-третє, *DDD* – величезні обсяги інформації, що накопичуються у результаті «оцифрування» фізичного світу, ефективно обробляються комп'ютерами (у майбутньому, можливо, квантовими), із застосуванням хмарних обчислень і технологій *AI*.

По-четверте, складні інформаційні системи, відкриті для використання клієнтами і партнерами (цифрові платформи) для управління бізнес-процесами, інтеграції *IoT* у

фізичні бізнес-процеси, аналіз і прогнозування поточного стану обладнання.

По-п'яте, *VR* – створений технічними засобами світ, що надається людині через її п'ять органів відчуття (зір, слух, дотик та інші), імітує як вплив, так і людські реакції на вплив. Для створення переконливого комплексу відчуттів реальності комп'ютерний синтез властивостей і реакцій *VR* здійснюється у реальному часі (правдоподібність, інтерактивність, доступність, створення ефекту присутності).

Згідно із прогнозами *Strategy Analytics*, до 2025 р. на світовому ринку буде функціонувати понад 64 млрд пристроїв *IoT* у порівнянні з 10 млрд у 2018 р., при цьому 88 % керівників бізнес-проектів у сфері кіберфізичних систем, які включають такі технології, як *smart*-мережі, віртуальні електростанції, інтелектуальні будинки, інтелектуальний транспорт та інтелектуальне місто, усвідомлюють переваги технології для успіху фірми та прогнозують 30 % окупність інвестицій у дворічній перспективі. Поява технології *IoT* як нового етапу глобального технологічного розвитку пов'язана та зумовлена динамічним впровадженням ІКТ в усі сфери життя швидкозростаючої цифрової економіки, що базується на досягненнях мікроелектроніки та програмної інженерії. Уперше концепція *IoT* набула застосування у 1999 р. у Центрі автоідентифікації (*Auto-id Center*) у Массачусетському технологічному інституті, метою якого було обслуговування або передача повідомлення або контенту, які статистично відповідають менталітету споживача. Сьогодні вони найбільш широко представлені у таких сферах, як «розумне виробництво», «розумна енергетика», «розумна агрокультура», «розумна логістика», «розумний транспорт» і цей перелік буде лише зростати, охоплюючи все нові ринкові сегменти. У 2013 р. Глобальна ініціатива по стандартизації в *IoT-gsi* визначила *IoT* як «глобальну інфраструктуру для інформаційного суспільства, що надає розширені послуги шляхом об'єднання (фізичних і віртуальних) речей на основі існуючих інтероперабельних інформаційно-комунікаційних технологій, що розвиваються» [2]. Кожна річ унікально ідентифікується через вбудовану обчислювальну систему і при цьому здатна взаємодіяти з наявною інфраструктурою Інтернету.

Передбачається, що до 2020 р. на кожну людину в середньому буде припадати 6 різних пристроїв у режимі онлайн (комп'ютери, мобільні телефони, смартфони, фаблети та планшети, пристрої для будинку, контролю показників здоров'я тощо) і *IoT* буде складатися з 30 млрд об'єктів. Очікується, що у 2020 р. споживачі перетнуть межу у 50 млрд об'єднаних у мережу речей через адресацію протоколу *Ipv6* (шоста версія, яка забезпечить можливість використання кожним понад 300 млн. *Ipv6*-адрес), що дозволить практично без обмежень ідентифікувати у мережі будь-яку річ [3]. Є такі аспекти, які необхідно враховувати під час застосування *IoT*: системний, проектний, інформаційний, управлінський, інтелектуальний. Останній аспект вимагає поділу *IoT* за функціями на «розумні» (*smart*-системи і технології, що виконують функції підтримки і «підказки» людині у складних ситуаціях) та «інтелектуальні» (використовують знання для пошуку нових рішень і отримання нових знань на цій основі) технології. *AI*, блокчейн і *Bluetooth* (версія 5.1 *Bluetooth Core Specification*) прискорюють поширення *IoT* у рамках сучасної глобальної економіки. Сьогодні *IoT*-технології, що генеруються підключеними до Інтернету пристроями, впроваджуються у різних галузях, фірмах, корпоративних і урядових організаціях, допомагають ефективніше керувати підприємствами і бізнес-процесами (облік активів,

послуги по внутрішній навігації, використання простору та взаємодії за допомогою функції визначення бізнес-напрямів), дозволяють у режимі реального часу ухвалювати бізнес-рішення.

У сучасних умовах відбувається перехід від впровадження цифрових можливостей у фізичних об'єктах до повної автоматизації і доповненню людського досвіду за допомогою *IoT*-технологій (споживачі через доступ до *IoT*-пристроїв можуть отримувати інформацію про своє житло, автомобілі і членів родини, а також власне здоров'я та фізичну активність). На найбільшій виставці споживчої електроніки «*CES 2019*» у м. Лас-Вегас (США) фірма *Bosch*, за допомогою власної хмарної технології, продемонструвала низку з більш ніж 270 проектів у таких сферах, як мобільність, розумний будинок, розумне місто і сільське господарство (кількість сенсорів і пристроїв, підключених до *Bosch IoT Suite*, за останній рік зросло на 40 % і зараз досягає 8,5 млн). І хоча 70 % компаній усе ще не мають чіткої стратегії у цьому напрямі, вони погоджуються, що створення додаткових джерел доходу є основною причиною для їхнього виходу на ринок *IoT* [4].

Згідно з прогнозами, обсяг ринку *IoT*-технологій у 2022 р. перевищить 1 трлн дол., суб'єктами якого є як світові вендори-розроблювачі цифрових стратегій з розроблення бізнес-моделей для запуску цифрових проектів, інноваційних стартапів, що надають рішення для цифровізації підприємств, так і акселератори та венчурні фонди, що пропонують інвестиційно-технологічні бізнес-проекти. У 2020 р. серед галузей найбільші витрати на *IoT*-проекти очікуються з боку підприємств, що спеціалізуються у дискретному виробництві, переробній промисловості, а також транспортної галузі. При цьому, найшвидшими темпами світові інвестиції у *IoT* будуть здійснювати страхові компанії (+17,1 %), державні органи федерального і центрального управління (+16,1%), а також сфера охорони здоров'я (+15,4 %) [5]. Вже сьогодні у США 85 % компаній здійснюють не менш одного бізнес-проекту в сфері *IoT*, а до 2024 р. ця частка повинна збільшитися до 94 %, при цьому 88 % керівників таких проектів усвідомлюють переваги технології для успіху компанії. Загалом фірми у 56 % випадків впроваджують *IoT*-проекти з метою оптимізації робочих процесів, у 47 % – для підвищення продуктивності персоналу, у 44 % – для збільшення загальної безпеки компанії. Складність застосування *IoT*-технологій і подальшої роботи з ними, відсутність необхідної інфраструктури ІКТ у компаніях, створення надійної системи аутентифікації користувачів, нестача кваліфікованих фахівців і ресурсів для їх навчання є одними з основних факторів, що гальмують впровадження проектів у сфері *IoT* [6].

В умовах швидкого зростання ринку *IoT* фірми шукають найбільш ефективні рішення у процесі адаптації до викликів четвертої промислової революції, однак для багатьох з них адміністрування проектів *IoT* залишається серйозною проблемою. Згідно з дослідженням, проведеним на замовлення *IoT World Today*, майже 90 % опитаних керівників-технологів фірм повідомили про труднощі з імплементацією таких рішень. Наприклад, *Rio Tinto* провідна міжнародна гірничодобувна група ще у 2008 р. започаткувала програму *Mine of the Future* для моніторингу роботи устаткування, що застосовувалося під час видобутку залізної руди (були створені та використані автономні транспортні засоби на основі передових технологій *IoT*). За десять років *Rio Tinto* перейшла від пілотного проекту до використання сотень датчиків *IoT* для моніторингу стану та місцезнаходження вантажівок, заощаджуючи, як повідомляється, до 2 млн дол. щодня за умов, коли

вдається уникнути аварії. Компанія продовжує масштабувати даний проект, автоматизує усе більшу кількість операцій, пов'язаних з видобутком корисних копалин, і з дійсним їх вилучений моніторинг, залишаючись піонером у цій сфері [7].

Згідно із прогнозами *Strategy Analytics*, дійсний «прорив» у перетворенні даних у коштовний ресурс відбудеться у 2025 р., коли 59 % даних, що надаються пристроями *IoT*, будуть оброблятися за допомогою технології периферійних обчислень (*Edge computing*), які поліпшують пропускну здатність мереж (знижують латентність) і обробку даних у режимі реального часу та з будь-якого місця, зменшують вартість обчислювальних ресурсів та транспортування даних. [8]. На бізнес-лідерів перетворюються ті, хто скористається перевагами *Industrial IoT* у комбінації технологій трьох сфер: 1) одержання даних у режимі реального часу; 2) технології розширеної аналітики на основі машинного навчання; 3) апробація технологічних знань виробничих процесів для прийняття рішень там, де це має найбільше значення (підвищення безпеки, скорочення споживання енергії, подолання розриву у кваліфікації і збільшення маржинального прибутку). У зв'язку з цим фірми прагнуть, по-перше, зменшити видатки за трьома ключовими напрямками (сировина, споживання енергії і обслуговування устаткування), по-друге, ефективніше використовувати виробничі потужності для збільшення частки ринку, підвищення прибутковості відповідно до всього товарного циклу [9].

Застосування *IoT*-технологій у сфері прогнозу аналітики впливає також на логістичні моделі, що використовуються у секторі вантажоперевезень, починаючи з більш точного інформування клієнтів про доставку («ланцюг спостережень») й закінчуючи ефективною закупівлею палива, запчастин і основних допоміжних сервісів (бінарні рішення на основі зваженої логістичної регресії). Важливим застосуванням *IoT*-технологій є розподільні системи управління, моніторингу і контролю операцій транспортної інфраструктури (події або зміни, які є загрозою безпеці або збільшують ризик, ефективного планування ремонтних робіт, координації завдань між постачальниками послуг і користувачами). Більш того, їх використання для моніторингу операційної інфраструктури (мости, міський транспорт і т. п.) поліпшує координацію управління інцидентами та реагування на надзвичайні ситуації [10]. Так, наприклад, сьогодні фірма *Cainiao* пропонує цілу низку передових технологій та послуг через впровадження нових платформ *IoT*, що дозволяє партнерам та розробникам здійснювати обмін інформацією та встановлювати стандартні протоколи, які сприяють логістичним компаніям у масштабному розгортанні *IoT*-рішень; страхова компанія *Lemonade* працює на основі штучного інтелекту та поведінкової економіки, стимулом якої є забезпечення отримання доходу від фіксованої суми, яку ви сплачуєте за її послуги, а не за рахунок традиційної відстрочки або відмови у виплаті премії, як зазвичай роблять традиційні страхові компанії. Згідно із прогнозом компанії *Mckinsey*, до 2025 р. сукупний економічний ефект від впровадження лише *Industrial IoT* становитиме приблизно 11 трлн дол. на рік. А отже, ті компанії, які вже сьогодні беруть активну участь у четвертій промисловій революції, одержать відчутні конкурентні переваги вже завтра [11].

Сучасні технології штучного інтелекту – *AI*-технології – здатні інтерпретувати зовнішні дані і використовувати отримані знання для досягнення конкретних цілей та завдань за допомогою гнучкої адаптації, що тісно пов'язано із проблематикою машинного навчання

(*machine learning, ML*). «Коллаборативні роботи» (коботы) останнього покоління контролюють положення людини, що перебуває поблизу (не допускають заповдіння йому шкоди), використовуються для розпізнавання геометричних фігур, кластеризації об'єктів на основі нейронних мереж і на «нових» виробничих підприємствах застосовується практично на всіх рівнях:

а) рівень проектування (для підвищення ефективності розроблення нових продуктів, автоматизації вибору і оцінки постачальників);

б) рівень виробництва (для вдосконалення бізнес-процесів, зменшення кількості помилок за рахунок використання функцій розпізнавання зображень і діалогового інтерфейсу);

в) рівень логістики (для поліпшення планування маршрутів транспортних засобів, зменшення строків доставки сировини, для поліпшення взаємодії із клієнтами і постачальниками за допомогою інтерактивного спілкування, у перспективі – для прогнозування коливань обсягів відвантаження до того, як вони відбудуться);

г) рівень проєктування (для прогнозування обсягів послуг підтримки і обслуговування, під час управління ціноутворенням).

Фактично використання *AI*-технологій у сфері виробництва приводить до того, що автоматизація практично виключає участь людини. Так, наприклад, компанія *LG* планує у 2023 р. відкрити завод, де всі процеси – від закупівлі видаткових матеріалів до контролю за устаткуванням, що випускає продукцію, її відвантаженням, виконанням поставлених планів – будуть здійснюватися за допомогою *AI* [12]. Згідно із прогнозом, до 2022 р. *AI* буде виконувати 75 % ІТ-операцій; до 2024 р. інтерфейси з підтримкою *AI* замінять 30 % сучасних екранних додатків, що викличе нову хвилю модифікації бізнес-процесів. У цілому, видатки на *AI*-системи до 2022 р. досягнуть 79 млрд дол., причому 1/3 світових видатків на *AI* припадає на банки та роздрібну торгівлю [13].

Згідно з дослідженнями *McKinsey Global Institute*, розвиток *AI*-технологій до 2030 р. сприятиме зростанню світового ВВП 1,2% на рік (для порівняння: винахід промислових роботів сприяв зростанню світового ВВП на 0,4% на рік, а створення парового двигуна – на 0,3%). З огляду на швидкість обробки інформації, яка перевищує людську в тисячі разів, штучний інтелект зможе приймати більш зважені та правильні управлінські рішення. Деякі компанії вже впроваджують *AI* в якості управлінців, радників і навіть членів ради директорів. Відповідно до закону Мура, кожні 1,5–2 роки обчислювальна потужність процесорів подвоюється, а це означає, що самонавчальні алгоритми стануть навчатися швидше: процес зменшиться від декількох місяців до декількох днів вже у найближчі п'ять років. За даними *McKinsey*, країни-лідери у впровадженні таких машин отримують приблизно 20–25 % «чистої» економічної користі. Фактично *AI*-технології перетворюються у нову сферу міжнародної конкуренції, яка буде визначати майбутній глобальний розвиток, міжнародну конкурентоспроможність країн, а також їх національну безпеку і рівень впливу у світовій економіці [14].

Штучна нейронна мережа (*ANN*) як математична модель, побудована за принципом організації і функціонування біологічних нейронних мереж (нервових клітин живого організму), використовується для рішення складних завдань, які вимагають аналітичних обчислень подібних тих, які здійснює людський мозок. Найпоширенішими завданнями, для рішення яких застосовуються у сучасних фірмах нейронні мережі, є:

1) розпізнавання образів (символи тексту, зображення, зразки звуків тощо);

2) класифікація (розподіл даних за параметрами). Наприклад, у банку є набір даних про позичальників, згідно з якими необхідно вирішити можливість надання кредиту: нейронна мережа аналізує таку інформацію, як вік, платоспроможність, кредитна історія тощо;

3) прийняття рішень і управління (різні критерії стану керованої системи);

4) кластеризація (розподіл безлічі вхідних сигналів на класи, при цьому ні кількість, ні ознаки класів заздалегідь не відомі);

5) прогнозування (узагальнення і виділення прихованих залежностей між вхідними і вихідними даними, прогнозування майбутньої послідовності існуючих факторів);

6) апроксимація будь-якої безперервної функції з будь-якою заздалегідь заданою точністю;

7) «пресування» даних і асоціативна пам'ять (аналіз і рішення оптимізаційних завдань у великих обсягах даних, орієнтація у просторі, виявлення взаємозв'язків між різними параметрами по відновленню вихідного сигналу/образу із пошкоджених вхідних даних).

Дійсно, сьогодні вартість створення масштабних *ANN* досить висока з погляду масштабності обчислювальних ресурсів. Так, наприклад, у 2018 р. компанія *Digital Reasoning* створила найбільшу у світі нейронну мережу із 160 млрд параметрів, яка здатна не лише читати, але й розуміти людську мову (при цьому враховуючи її контекст) та працювати з високою точністю – 85,8 % (*Google* досяг результату 76,2 %, Стенфордський університет – 75 %). Сьогодні вже не викликають подиву сервіси, які здатні: створювати нейронні мережі навчання; малювати художні картини нейромережевими стилями великих майстрів і автоматично генерувати підписи до них; за фотографією визначати породу собаки, а також розпізнавати зображення людини на знімку та її вік [15].

Дійсно, *AI* і *ANN* допомагає приватним фірмам поліпшити бізнес-процеси, підвищити їхню конкурентоспроможність, поліпшити взаємодію із клієнтами, прискорити інновації, підвищити рентабельність і продуктивність співробітників. Але поки ще загальна ступінь використання *AI* і *ANN* в межах макроекономіки (особливо на підприємствах держаної форми власності) не висока – найкращі варіанти їх використання варіюються від «автоматизованих агентів обслуговування клієнтів» до «автоматизації систем ІКТ» і «аналізу та розслідування випадків шахрайства». Щодо приватних фірм і компаній, то об'єднання чільних технологій *AI*, *IoT* і *DDD* привело до формування нового підходу, що одержав назву «інтелектуальне підприємство» (*intelligent enterprise*). Перехід фізичних ресурсів у «цифровий світ» дозволяє інтелектуальному підприємству підвищувати ефективність виробничих процесів, а керівникам компаній ухвалювати більш ефективні рішення, використовуючи оперативну інформацію. Як результат – по-перше, постійне відстеження ринку своєї основної продукції, ринку капіталу (насамперед, у частині співвідношення власних і позикових коштів), ринку праці (яких менеджерів і фахівців залучити, яких замінити, які встановити їм завдання і чим їх мотивувати). По-друге, «контроль інноваційності» у сфері продуктів і послуг, а найголовніше – результативності дії стратегії, що забезпечують виконання корпоративних завдань. Так, компанія *Honda* досягла високої економії за рахунок масштабу й зосередженості винятково на розробці і виконанні виробничих операцій, а *Apple*, що передала на аутсорсинг виробництво понад 70 % компонентів, зосередилася на дизайні, логістиці і програмному забезпеченні [16].

Загалом підприємство вважається «інтелектуальним», якщо воно відповідає таким трьома бізнес-результатами:

а) цифрова реалізація (розумні технології та інструменти для прискорення перетворень «плюс» персонал, який навчений і мотивований для їх застосування);

б) рухливість бізнес-процесів (створення операцій і рішень, які дозволяють клієнтам і співробітникам подолати можливі складності, впровадити їх з урахуванням галузевих і специфічних вимог клієнта через модель хмарної доставки бізнес-додатків);

в) проникливість та інновації (*insight and innovation*) – доступ до міжнародно визнаних консультативних послуг, розуміння нових технологій і міжгалузевого досвіду, які сприяють використанню більш глибокого інтелекту (*deeper intelligence*) на всіх рівнях від стратегії до операції.

Національний інститут стандартів і технологій США (NIST) визначає термін «розумне виробництво» (*Smart Manufacturing*) як «повністю інтегровані корпоративні виробничі системи, які здатні у реальному масштабі часу реагувати на мінливі умови виробництва, вимоги мереж поставок і задовольняти потреби клієнтів» [17]. Досягти вказаних цілей можливо лише за рахунок інтенсивного і всеосяжного використання ІКТ та кіберфізичних систем на всіх етапах виробництва продукції та її поставки. Хоча *Smart Manufacturing* разом із *Industrial IoT* лежать в основі сучасної Індустрії 4.0, а терміни, що з'явилися зовсім недавно – «розумна фабрика» (*Smart Factory*), «фабрика майбутнього» (*Factory of the Future*) поки сприймаються як синоніми і не мають певних відмінних значень, останні прийнято розрізняти за трьома основними типами:

– цифрові (*Digital*) – розроблення моделей продуктів, що виробляються, із використанням засобів цифрового проектування і моделювання, випуск дрібних серій або окремих виробів, кастомізованих під вимоги замовника;

– «розумні» (*Smart*) – серійний випуск виробів, але за збереження максимальної гнучкості виробництва завдяки високому рівню автоматизації і роботизації підприємства;

– віртуальні (*Virtual*) – віртуальна модель всіх організаційно-технологічних, логістичних та інших процесів, що використовується не лише на підприємстві, але й на рівні розподілених виробничих активів, глобальних ланцюжків поставок і післяпродажного обслуговування.

Потенціал зростання світового ринку «фабрик майбутнього» величезний – за різними оцінками, обсяг ринку «цифрових фабрик» (PLM-системи, аддитивні технології, апаратне і числове програмне забезпечення і т.д.) досягне 260 млрд дол. у 2020 р. і 740 млрд дол. у 2035 р.; «розумних фабрик» – відповідно 490 млрд дол. і 1,35 трлн дол.; «віртуальних фабрик» – відповідно 690 млрд дол. і майже 1,5 трлн дол. Послідовність переходу суттєво залежить від специфіки роботи підприємства і доступності нових технологій. Так, у компанії *IT-enterprise* виділяють такі етапи, які потрібно пройти для того, щоб реалізувати концепцію *Smart Factory* і закласти основи для подальшого переходу до *Virtual Factory* [18]:

1) цифровізація виробництва (забезпечення персоналу мобільними платформами із цифровими інтерфейсами);

2) забезпечення мережевої взаємодії (оперативний обмін інформацією між співробітниками за допомогою корпоративної соціальної мережі);

3) побудова цифрового двійника підприємства (*digital twin*) – детальна і оперативна візуалізація стану виробництва по всьому холдингу, підприємстві, показників роботи підрозділів і конкретного устаткування за допомогою *ERP*-систем *IT-Enterprise*;

4) забезпечення за допомогою мобільних платформ синхронізації даних автоматизованої системи планування і даних, отриманих від устаткування, оперативне корегування планів;

5) забезпечення автоматичної реакції системи управління на більшість виробничих ситуацій.

Водночас глобальні виклики Індустрії 4.0 пов'язані із проблемами, що виникають паралельно із розвитком ІКТ та їх складників (деструктивні аспекти впливу на функціонування і розвиток сучасних ринків, компаній та організацій). Перш за все (як це звичайно відбувається на «молодих» перспективних ринках) виникають непорозуміння в межах міжнародної системи стандартів. Для їх уникнення і виконання завдань сумісності на корпоративному рівні вже зараз розроблений стандарт *Onem2M*, який використовують понад 230 компаній, у тому числі такі відомі, як *Amazon*, *Cisco*, *Huawei*, *Intel*, *NEC*, *Qualcomm*, *Samsung* та багато інших. З'явився новий термін: «Інтернет усього» (*Internet of Everything, Ioe*), який прийде на зміну *IoT* у недалекому майбутньому (у віддаленій перспективі «розумними» стануть не лише будинки і міста, а й навіть деякі держави). Проте, сьогодні розвиток *IoT*-технологій здійснюється шляхом їх активного впровадження не у глобальних масштабах, а усередині компанії, які здійснюють діяльність у сферах виробництва товарів, енергії, транспортних перевезень і т. п., тобто там, де за рахунок нових технологій очікується швидке зростання продуктивності та конкурентоспроможності. Багатогранність масштабування цього досвіду пов'язана з тим, що необхідно інтегрувати у єдине ціле багато систем від різних постачальників, а налагодити їх злагоджену роботу – завдання ще більш складне.

Як вважають аналітики *Bank of America Merrill Lynch*, до 2035 року у всьому світі може бути ліквідовано приблизно 800 млн робочих місць, причому лише у США цей показник становитиме понад 70 млн робочих місць. Однією з причини цього є об'єктивний процес зменшення вартості витрат на автоматизацію робочих місць (у період з 2005–2014 рр. вони зменшилися на 27 %, і очікується, що до 2025 р. це показник складе приблизно 22 %). Найбільші втрати очікуються в офісах і у сфері послуг за рахунок розвитку сфер квантових обчислень і штучного інтелекту, робототехніки, кібербезпеки та інших [19]. Однак зараз приватним фірмам і організаціям важко вирішити проблеми, пов'язані з приватністю персональних даних, недоторканністю особистого життя та захистом інтелектуальної власності, то в майбутньому ці проблеми будуть лише збільшуватися. Згідно з проведеними опитуваннями, 74 % бізнес-лідерів назвали головним викликом найближчих років забезпечення належного рівня конфіденційності даних; 68 % – впевнені, що до 2030 р. їхня стурбованість з приводу захисту даних лише зростатиме, оскільки поряд із появою нових технологій для обробки і захисту даних будуть розвиватися і технології для атак, крадіжки, шантажу тощо; 44 % – вважають, що до 2030 р. посиляться проблеми із захистом інтелектуальної власності; 44 % – виступають за введення правового регулювання штучного інтелекту [20].

Нині фахівці з кібербезпеки, шуткуючи, розшифровують абревіатуру *IoT* як *Internet of Threats* («Інтернет загроз»). Кількісна уразливість окремих осіб і компаній, що використовують *IoT* та *Industrial IoT* набагато більша, ніж для інших компаній та громадян, що зумовлено стрімким зростанням номенклатури устроїв, за допомогою яких зловмисники можуть здійснити кібератаку. Про серйозність загроз та наслідків кібератак с відчить абревіатура *APT* (*advanced persistent threat* – розвинена стійка загроза), яка сьогодні широко використовується і означає, з одного боку, цільову кібератаку, з іншого – групу людей, що володіють спеціальними знаннями і значними ресурсами. Метою атаки може бути розкрадання інформації,

створення перешкод діяльності або навіть припинення роботи комерційної структури, що стала жертвою нападу. Ще у 2017 р., враховуючи важливість цих проблем, Агентство ЄС з мережевої та інформаційної безпеки (*European Union Agency For Network And Information Security*) опублікувало дослідження «Вихідні рекомендації з безпеки для IoT у контексті критичних інформаційних інфраструктур» (*Baseline Security Recommendations for Iot in the context of Critical Information Infrastructures*). У 2018 р. компанія Cisco оприлюднила результати дослідження з кібербезпеки серед компаній малого і середнього бізнесу, у якому взяли участь 1816 респондентів з 26 країн. За результатами дослідження з'ясувалося, що: а) понад 53 % невеликих підприємств у 2018 р. зазнали кібератак, а 20 % з них оприлюднили інформацію про збитки у розмірі від 1 до 2,5 млн. дол.; б) 53 % респондентів заявили, що їхні компанії зазнали кібервтрощень, що спричинили істотні фінансові втрати; в) у 40 % респондентів (підприємства із чисельністю 250–499 співробітників) масштабні кібератаки спричинили 8-годинні простоя; г) у 39 % респондентів понад 50 % *Industrial IoT*-систем постраждали в результаті тієї або іншої серйозної кібератаки [21]. Тому сьогодні проблеми кібербезпеки не можуть бути вирішені категорично

(раз і назавжди) – для підтримки ефективності системи безпеки її необхідно не лише постійно контролювати, але й регулярно оновлювати на основі використання штучного інтелекту.

Висновки. Сьогодні проблеми розвитку ІКТ і Індустрії 4.0 все чіткіше звучать на глобальних конференціях і форумах, зокрема й на Всесвітньому економічному форумі в м. Давосі (для цього навіть створено окремі Центр четвертої індустріальної революції). Сучасна Індустрія 4.0 несе для фірм три основні переваги: підвищення ефективності бізнес-процесів та інфраструктури, виникнення якісно нових бізнес-моделей та зменшення витрат на існуючі. Це сприяє зростанню ефективності операційної діяльності на всіх етапах ланцюга вартості за рахунок створення спільнот цифрових користувачів для надання додаткової вартості, скорочення вхідних бар'єрів у галузі, переорієнтації масштабу фірм на більш глобальні ринкові ніші з динамічною конкуренцією та високим споживчим надлишком. За інших обставин нерозуміння фірмами умов цифрової трансформації спричинить у найближчому майбутньому вилучення їх із джерел прибутку у своїх галузях. Тобто сьогодні кожна фірма стоїть перед вибором: або успішно пройти через процеси *digital*-трансформації, або ж розчинитися в архівах пошукових систем.

Список використаних джерел:

1. Індустрія 4.0. URL: <https://www.it.ua/ru/knowledge-base/technology-innovation/industry-4> (дата звернення: 21.02.2020).
2. Internet of things. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things (дата звернення: 21.02.2020).
3. Интернет вещей как глобальная инфраструктура для информационного общества. URL: <https://sovman.ru/article/7803/> (дата звернення: 14.03.2020).
4. Интернет вещей 2019 – следующий шаг за горизонт. URL: <http://channel4it.com/editorials/Internet-veshchey-2019-sleduyushchiy-shag-za-gorizont-32869.html> (дата звернення: 15.04.2020).
5. Глобальные затраты на Интернет вещей в 2019 году достигнут 745 млрд долларов. URL: <http://channel4it.com/links/Globalnye-zatraty-na-internet-veshchey-v-2019-godu-dostignut-745-mlrd-dollarov-32896.html> (дата звернення: 16.04.2020).
6. Смирнов В. Ведущие мировые компании активно развивают проекты Интернета вещей. URL: <http://channel4it.com/publications/Vedushchie-mirovye-kompanii-aktivno-razvivayut-proekty-Interneta-veshchey-34769.html#> (дата звернення: 23.02.2020).
7. Сидоров А. Три шага к успешному развёртыванию IoT. URL: <https://www.itweek.ru/iot/article/detail.php?ID=208520> (дата звернення: 23.02.2020).
8. Стельмах С. Периферийные вычисления готовятся потеснить облачные сервисы. URL: <https://www.itweek.ru/iot/article/detail.php?ID=208225> (дата звернення: 05.04.2020).
9. Брукс М. Повышение безопасности и устойчивости развития производства благодаря IoT. URL: <https://www.itweek.ru/iot/article/detail.php?ID=207986> (дата звернення: 05.04.2020).
10. Дюбуа П. Как IoT и предсказательная аналитика изменят сферу грузоперевозок. URL: <https://www.itweek.ru/iot/article/detail.php?ID=207808> (дата звернення: 04.04.2020).
11. McKinsey. Notes from the AI frontier: Modeling the Impact of AI on the World Economy. URL: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Featured%20Insights/Artificial%20Intelligence/Notes%20from%20the%20frontier%20Modeling%20the%20impact%20of%20AI%20on%20the%20world%20economy/MGI-Notes-from-the-AI-frontier-Modeling-the-impact-of-AI-on-the-world-economy-September-018.ashx> (дата звернення: 09.04.2020).
12. Области применения искусственного интеллекта. URL: <https://robo-sapiens.ru/stati/oblasti-primeneniya-iskusstvennogo-intellekta/> (дата звернення: 11.05.2020).
13. What's Next in Digital. URL: <https://www.idg.com/product/agenda/> (дата звернення: 10.06.2020).
14. Artificial Intelligence: 15 takeaways from AGENDA19 to help you succeed with AI. URL: <https://www.idc-community.com/2019/03/22/artificial-intelligence-15-takeaways-from-agenda19-to-help-you-succeed-with-ai/> (дата звернення: 10.06.2020).
15. Искусственные нейронные сети (ИНС). URL: <https://www.it.ua/ru/knowledge-base/technology-innovation/iskusstvennye-nejronnye-seti-ins> (дата звернення: 21.02.2020).
16. Что же такое интеллектуальное предприятие. URL: <https://www.iemag.ru/opinions/detail.php?ID=17699> (дата звернення: 21.02.2020).
17. What is the Smart Manufacturing and the Smart Factory. URL: <https://www.manufacturingtomorrow.com/article/2017/02/what-is-smart-manufacturing--the-smart-factory/9166> (дата звернення: 13.06.2020).
18. «Умные фабрики» становятся предприятиями будущего. URL: http://www.ng.ru/science/2018-02-27/100_industry270218.html?id_user=Y (дата звернення: 26.06.2020).
19. Через розвиток технологій у всьому світі може зникнути 800 млн робочих місць до 2035. URL: <https://mind.ua/news/20204543-cherez-rozvitok-tehnologij-u-vsomu-sviti-mozhe-zniknuti-800-mln-robocih-misc-do-2035> (дата звернення: 26.06.2020).
20. Волк І. Мережевий світ у 2030 році: про очікування, можливості та ризики. URL: <https://mind.ua/openmind/20204419-merezhevij-svit-u-2030-roci-pro-ochikuvannya-mozhливosti-ta-riziki> (дата звернення: 05.07.2020).
21. Интернет угрозы. URL: <https://www.it.ua/ru/knowledge-base/technology-innovation/internet-ugroz> (дата звернення: 05.07.2020).

References:

1. Industriya 4.0 [Industry 4.0]. Available at: <https://www.it.ua/ru/knowledge-base/technology-innovation/industry-4> (accessed 21 February 21 2020).
2. Internet of things. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things (accessed 21 February 21 2020).
3. Internet veshchey kak global'naya infrastruktura dlya informatsionnogo obshchestva [The Internet of Things as a global infrastructure for the information society]. Available at: <https://sovman.ru/article/7803/> (accessed 14 March 2020).
4. Internet veshchey 2019 - sleduyushchiy shag za gorizont [The Internet of Things 2019 is the next step beyond the horizon]. Available at: <http://channel4it.com/editorials/Internet-veshchey-2019-sleduyushchiy-shag-za-gorizont-32869.html> (accessed 15 April 2020).
5. Global'nyye zhatry na Internet veshchey v 2019 godu dostignut 745 mlrd. Dollarov [Global spending on the Internet of things in 2019 reached \$ 745 billion]. Available at: <http://channel4it.com/links/Globalnye-zhatry-na-internet-veshchey-v-2019-godu-dostignut-745-mlrd-dollarov-32896.html> (accessed 16 April 2020).
6. Smirnov V. Vedushchiye mirovyye kompanii aktivno razvivayut proyekty Interneta veshchey [Smirnov V. Leading global companies are actively developing projects of the Internet of things]. Available at: <http://channel4it.com/publications/Vedushchie-mirovyye-kompanii-aktivno-razvivayut-proekty-Interneta-veshchey-34769.html#> (accessed 23 February 2020).
7. Sidorov A. Tri shaga k uspeshnomu razvertyvaniyu IoT [Sidorov A. Three steps to the successful deployment of IoT]. Available at: <https://www.itweek.ru/iot/article/detail.php?ID=208520> (accessed 23 February 2020).
8. Stel'makh S. Periferiynnye vychisleniya gotovyatsya potesnit' oblachnyye servisy [Stelmakh S. Peripheral computing is getting ready to push cloud services]. Available at: <https://www.itweek.ru/iot/article/detail.php?ID=208225> (accessed 5 April 2020).
9. Bruks M. Povysheniye bezopasnosti i ustoychivosti razvitiya proizvodstva blagodarya IoT [Brooks M. Enhanced Safety and Sustainability of Production Development with IoT]. Available at: <https://www.itweek.ru/iot/article/detail.php?ID=207986> (accessed 5 April 2020).
10. Dyubua P. Kak IoT i predskazatel'naya analitika izmenyat sferu gruzoperevozok [Dubois P. How IoT and predictive analytics will change freight]. Available at: <https://www.itweek.ru/iot/article/detail.php?ID=207808> (accessed 4 April 2020).
11. McKinsey. Notes from the AI frontier: Modeling the Impact of AI on the World Economy. Available at: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Featured%20Insights/Artificial%20Intelligence/Notes%20from%20the%20frontier%20Modeling%20the%20impact%20of%20AI%20on%20the%20world%20economy/MGI-Notes-from-the-AI-frontier-Modeling-the-impact-of-AI-on-the-world-economy-September-018.ashx> (accessed 9 April 2020).
12. Oblasti primeneniya iskusstvennogo intellekta [Areas of application of artificial intelligence]. Available at: <https://robo-sapiens.ru/stati/oblasti-primeneniya-iskusstvennogo-intellekta/> (accessed 11 May 2020).
13. IWhat's Next in Digital. Available at: <https://www.idg.com/product/agenda/> (accessed 10 June 2020).
14. Artificial Intelligence: 15 takeaways from AGENDA19 to help you succeed with AI. Available at: <https://www.idc-community.com/2019/03/22/artificial-intelligence-15-takeaways-from-agenda19-to-help-you-succeed-with-ai/> (accessed 10 June 2020).
15. Iskusstvennyye neyronnyye seti (INS) [Artificial Neural Networks (ANNs)]. Available at: <https://www.it.ua/ru/knowledge-base/technology-innovation/iskusstvennyye-nejronnye-seti-ins> (accessed 21 February 2020).
16. Chto zhe takoye intellektual'noye predpriyatiye [What is an intellectual enterprise]. Available at: <https://www.iemag.ru/opinions/detail.php?ID=17699> (accessed 21 February 2020).
17. What is the Smart Manufacturing and the Smart Factory. Available at: <https://www.manufacturingtomorrow.com/article/2017/02/what-is-smart-manufacturing--the-smart-factory/9166> (accessed 13 June 2020).
18. «Umnyye fabriki» stanovyatsya predpriyatiyami budushchego [Smart factories are becoming the enterprises of the future]. Available at: http://www.ng.ru/science/2018-02-27/100_industry270218.html?id_user=Y (accessed 26 June 2020).
19. Cherez rozvytok tekhnolohiy u vs'omu sviti mozhe znyknuty 800 mln robochikh mist' do 2035 [With the development of technology worldwide, 800 million jobs could be lost by 2035]. Available at: <https://mind.ua/news/20204543-cherez-rozvitok-tehnologij-u-vsomu-sviti-mozhe-zniknuti-800-mln-robochih-misc-do-2035> (accessed 26 June 2020).
20. Volk I. Merezhevyy svit u 2030 rotsi: pro ochikuvannya, mozhlyvosti ta ryzyky [Volk I. Network world in 2030: about expectations, opportunities and risks]. Available at: <https://mind.ua/openmind/20204419-merezhevyy-svit-u-2030-roci-pro-ochikuvannya-mozhlyvosti-ta-riziki> (accessed 5 July 2020).
21. Internet ugrozy [Internet threats]. Available at: <https://www.it.ua/ru/knowledge-base/technology-innovation/internet-ugroz> (accessed 5 July 2020).

СОВРЕМЕННАЯ ФИРМА: ГЛОБАЛЬНЫЕ ВЫЗОВЫ ИНДУСТРИИ 4.0

Аннотация. В статье рассмотрены основные формы реализации современной индустрии 4.0, а именно интернет вещей, искусственный интеллект и нейронные сети, и их влияние на процесс адаптации фирм в условиях глобальных технологических вызовов. Исследован современный интенсивный процесс формирования нового типа экономики, где доминирующее значение приобретают отношения по поводу производства, обработки, хранения, передачи и использования растущего объема информации, которая является основой экономического анализа и исследования закономерностей функционирования современных фирм. Проанализированы динамические изменения бизнес-правил цифровой эпохи, которые мотивируют фирмы к разработке более эффективных собственных стратегий digital-трансформации с целью повышения прибыльности, оценки параметров использования последовательности задач и решений, которые связаны между собой в логическом и временном контекстах. Осуществлен анализ инструментов адаптации фирм к масштабам совместного использования цифровых ресурсов за счет надежности и качества одновременно с целью уменьшения затрат на общих технологических платформах и в сетевых сервисах.

Ключевые слова: Индустрия 4.0, цифровые технологии, цифровая трансформация, управление предприятием, информационно-коммуникационные технологии, конкурентоспособность.

MODERN FIRM: GLOBAL CHALLENGES OF INDUSTRY 4.0

Summary. The article considers the main forms of implementation of modern Industry 4.0, namely the Internet of things, artificial intelligence and artificial neural networks and their impact on the process of adaptation of firms in the context of global technological challenges. For each company – is the introduction of new digital technologies and communications and a change in organizational culture, which allows you to form your own so-called “ecosystem” in cooperation with their contact audiences. The modern intensive process of formation of a new type of economy is studied, where the relations concerning production, processing, storage, transfer and use of the growing volume of information which is a basis of the economic analysis and research of laws of functioning of modern firms acquire dominating value. Incentives are identified that motivate firms to integrate digital technologies into production processes and create value through big data analysis and management, which is used as a competitive advantage. The changes caused by digitalization in the existing market niches and industries and those that affect the existing dominant positions of individual companies in the market, the competitive environment, the existing business models are analyzed. It is proved that the path of digitalization of each company will be individual in approach and time, but its necessity is the awareness of the feasibility and relevance of measures for the active implementation of digital transformations of production. It was found that the dynamic changes in the business rules of the digital age motivate firms to develop more effective own strategies for digital transformation in order to increase productivity and their value. Initiation of new technological processes is associated with estimates of the parameters of the use of the sequence of tasks and solutions, which are interconnected in logical and temporal content. The analysis of tools of adaptation of firms to scales of joint use of digital resources at the expense of reliability and quality at the same time for the purpose of reduction of expenses on the joint technological platforms and in network services is carried out. The content of the process of scaling digital transformations is generalized. The concept of “effective business in digital transformations” is highlighted, which is based on the requirement of using digital technologies in business processes to maintain the ability of firms to operate in the conditions of uncertainty and nonlinearity of management hierarchical chains.

Key words: Industry 4.0, digital technologies, digital transformation, enterprise management, information and communication technologies, competitiveness.