

ЕКОНОМІКА ЗНАНЬ, ІННОВАЦІЙНА ЕКОНОМІКА

УДК: 339.9: 338.2: 330 (045)

<https://doi.org/10.31470/2306-546X-2021-48-40-55>

СТРАТЕГІЧНІ ПРІОРИТЕТИ ЦИФРОВІЗАЦІЇ СУСПІЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА: СВІТОВИЙ ДОСВІД

Біла С. О.

Актуальність теми дослідження. На початку третього десятиріччя XXI ст. розвинуті країни світу та країни-лідери світового економічного розвитку опинилися перед викликами кардинальної структурної перебудови системи суспільного виробництва (від сфери промисловості до сфери послуг), що має відбуватися та основі цифрових технологій. Цифрові технології у світовій науці та у бізнес-практиці розглядаються як невід'ємна складова системного технологічного явища – «Індустрії 4.0». Розвиток всіх бізнес-процесів та процесів менеджменту на мікро-, мезо- та макрорівні, процесів управління суспільним розвитком на рівні національної та світової економіки також підлягають цифровізації. В цілому, у XXI ст. світ швидко переорієнтовується на стратегії використання цифрових технологій. Ті країни, які реалізують ці стратегії, отримують гарантовані конкурентні переваги: від зниження собівартості, підвищення якості вироблених товарів та послуг – до освоєння нових ринків збуту та отримання гарантованих надприбутків. Країни, що стоять осторонь процесів цифровізації ризикують опинитися серед аутсайдерів світового соціально-економічного розвитку. Така постановка проблеми свідчить про актуальність визначення напрямів, тенденцій та стратегічних пріоритетів цифровізації суспільного виробництва, оскільки це питання стає важливим для всіх країн світу, у тому числі і для України, яка нині опинилася на порозі кардинальної структурної перебудови усєї системи національного господарства.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Вагомий внесок у дослідження сутності та спрямованості стратегічних пріоритетів цифровізації суспільного виробництва здійснили західні вчені, зокрема - канадський вчений Топскотт Д. [1], іноземні вчені Сан Л., Жао Л. [2], Макдауел М. [3] та ін. Натомість, дослідження питань цифровізації суспільного виробництва, переважно здійснюють колективи авторів, оскільки ці проблеми є складними та багатоієрархічними. Більш того, проблематика цифровізації суспільного виробництва тісно пов'язана з переходом до сталого розвитку, про що, зокрема, писали українські науковці Храпкіна В.В., Устименко В.А., Кудріна О.Ю., Сагірова А.С. та інші у монографії «Детермінанти сталого розвитку економіки» [4]. Слід відзначити і появу першого в Україні міждисциплінарного навчального посібника, присвяченого розгляду Інтернет-економіки авторським колективом за участі: Татомир І.Л., Квасній Л.Г., Пойди С.А. та інших науковців [5]. Натомість, проблематика цифровізації суспільного виробництва постійно привертає до себе велику увагу як теоретиків, аналітиків, так і практиків цього процесу.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Визначення стратегічних пріоритетів цифровізації суспільного виробництва потребує чіткого розуміння перспективних сфер їх застосування, економічних переваг та ризиків, які несе у собі масовий перехід суспільного виробництва від традиційних (індустріальних та постіндустріальних) до цифрових технологій. Адже нова система технологічного оснащення – цифровізація виробництва, Інтернет-економіка, технології «Індустрії-4.0», NBIC-технології та циркулярна економіка – несуть як низку економічних переваг для

товаровиробників та країн, так, водночас, призводять і до кардинальних змін усієї системи соціального забезпечення, змін на ринку праці та реформування цілісної системи соціальних відносин у суспільстві.

Мета дослідження – висвітлити сутність та визначити основні стратегічні пріоритети цифровізації суспільного виробництва, оскільки це обумовлює процеси кардинальної структурної перебудови сфери промислового виробництва, послуг та соціальної сфери національного господарства країн світу та світової економіки в цілому.

Метод або методологія проведення дослідження. В процесі дослідження стратегічних пріоритетів цифровізації суспільного виробництва використовувалися теоретичні та емпіричні методи наукових досліджень. Застосовано методи: історичного та логічного, аналізу та синтезу, абстрактного та конкретного, метод причинно-наслідкових зв'язків, у т.ч. для визначення еволюції цифрових технологій та їх впливу на структурну перебудову суспільного виробництва. Синергетичний підхід, метод експертних оцінок, каузальний (причинно-наслідковий) метод наукових досліджень було задіяно для обґрунтування системного впливу цифрових технологій, «Індустрії 4.0» та їх матеріалізації у вигляді «циркулярної економіки» на всю складну та багатоєрархічну систему суспільного виробництва в цілому.

Викладення основного матеріалу (результати роботи). В основі цифровізації суспільного виробництва перебуває «цифрова економіка» – це економіка, у якій найбільшу цінність мають віртуальні, а не матеріальні чи фізичні активи та транзакції, це інституційне середовище, у якому бізнес-процеси, а також всі процеси управління розвиваються на основі цифрових комп'ютерних технологій та на основі інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) (з англ. – Information and Communication Technology (ICT)). Сектор ICT поєднує у собі: виробництво електронного обладнання, обчислювальної техніки, програмного забезпечення (у т.ч. HARDWARE, SOFTWARE, SERVICES), а також – надає різноманітні інформаційні послуги. Матеріальною основою розвитку цифрової економіки та цифрових технологій є інформаційні технології (ІТ, з англ. Information Technology).

Серед базових цифрових технологій провідне місце займають: технологія «Блокчейн»; трьохвимірний друк (3D принтери); безпілотні пристрої та літальні апарати «дрони»; віртуальна реальність (з англ. virtual reality, VR); доповнена реальність (з англ. augmented reality, AR); «Інтернет речей» – Internet of Things (IoT); «Індустріальний Інтернет» – Industrial Internet of Things (IIoT); «Інтернет цінностей», що виникає на основі ІТ та технології блокчейн – Internet of Value (IoV); «Інтернет усього» – Internet of Everything (IoE); «Штучний інтелект» (з англ. Artificial intelligence, AI); «нейронні мережі» та «роботи». Ці базові цифрові технології у практиці бізнес-процесів та управління застосовуються не поодинокі, а синергетично, комплексно та системно. Системне поєднання цифрових технологій дає максимальний економічний ефект від їх практичного використання у всіх сферах суспільного виробництва – від промисловості, до всіх складових сфери послуг. Так, у сфері освіти цифрові технології дозволяють забезпечити ілюстрації, віртуальне доповнення навчального матеріалу; у сфері туризму – забезпечити дію віртуальних екскурсиводів, транспортне та логістичне забезпечення туристичних маршрутів, віртуальну рекламу та організацію подорожей, віртуальні путівники, віртуальну демонстрацію послуг та ІТ-рекламні матеріали. Цифрові технології кардинально змінюють ігровий та шоу-бізнес, у т.ч. пропонують віртуальні ігри з ефектом присутності учасника гри. Цифрові технології кардинально модифікують всю сферу роздрібною торгівлі, сферу реклами та поліграфії, менеджменту та маркетингової діяльності, а також надають можливості отримання об'єктивних даних про зміну ринкової кон'юнктури у реальному часі («real-time»).

Цифрові технології становлять основу «циркулярної економіки», сутність якої полягає у нелінійному, як правило – у вторинному, циркулярному використанні всіх наявних природних та матеріальних ресурсів для забезпечення виробництва та споживання без втрати якості та доступності вироблених товарів та послуг на засадах інновацій, застосування ІТ-технологій та «Індустрії 4.0». Серед пріоритетних сфер використання потенціалу циркулярної економіки слід назвати – сферу ЖКГ, поводження з ТПВ та їх переробку; масовий перехід до «розумних будинків» та «розумних міст»; розвиток циркулярного аграрного виробництва, циркулярної та відновлюваної енергетики. Потенціал «циркулярної економіки» повною мірою відповідає вимогам енергоефективності та раціонального споживання обмежених природних ресурсів, тому активно застосовується в країнах ЄС, зокрема – в процесі переходу до сталого розвитку.

У ХХІ ст. максимальну увагу громадськості привертають процеси роботизації суспільного виробництва. Розрізняють промислових та сервісних роботів, які синергетично поєднують у собі як штучний інтелект, так і всі інші різновиди цифрових технологій. Промислові роботи широко використовуються у сфері виробництва, у т.ч. у автомобілебудуванні, у обробній промисловості, енергетичному, будівельному, агропромисловому секторах. Сервісні роботи застосовуються в усіх інших сферах та секторах національної та світової економіки: від сектору ВПК (наприклад, для мінування та розмінування територій, віськові «дрони») – до роботів-прибиральників (роботи-пилососи), роботів-таксі, роботів, що працюють у секторі надання медичних послуг і «виконують» функції медичної сестри – подають ліки хворому, прибирають, приносять їжу, воду. Роботизація суспільного виробництва відбувається стрімкими темпами. За даними «World Robotics Report 2020», за період з 2014 р. по 2019 р. загальна кількість промислових роботів у світі збільшилась на 85 %. Станом

на 2020 р. у світі питома вага роботів у секторі автоматизованого промислового виробництва становила 34 %; у секторі електроніки – 25 %; у металургії – 10 % і ці показники неухильно зростають, що призводить до структурної перебудови усієї системи економічних та виробничих процесів, до кардинальних змін світового ринку праці та усієї соціальної сфери світового господарства.

Поряд з загальновизнаними різновидами цифрових технологій та процесами роботизації, у світі швидко розвивається інноваційний сегмент цифрової економіки – NBIC-технології (з англ.: nano- (Nanotechnology), bio- (Biotechnology), info- (Information technology), cogno- (Cognitive science)). Серед пріоритетів розвитку NBIC-технологій особливе місце посідає взаємодія інформаційних та когнітивних технологій. Матеріалізацією їх синергії у NBIC-технологіях визнано створення нейромереж, штучного інтелекту, штучного кібернетичного «мозку» для роботів, що оцінюють як одне з перспективних та найважливіших досягнень цифрової економіки, яке визначає базовий, інноваційний вектор структурної перебудови суспільного виробництва у XXI ст.

Галузь застосування результатів. Міжнародні економічні відносини та світове господарство; розробка конкурентних стратегій цифровізації національного та світового суспільного виробництва.

Висновки відповідно до статті. Цифрові технології кардинально змінюють всі сфери суспільного виробництва та суспільного життя, у т.ч. бізнес-процеси та процеси управління на всіх рівнях. Цифрові технології постійно розвиваються та модифікуються, що обумовлює появу нових сфер та видів діяльності та управління. У XXI ст. з'являються: «цифрова економіка», «розумна економіка», «циркулярна економіка», «зелена економіка» та ін. різновиди організації суспільного виробництва, в основі розвитку яких – цифрові технології. Цифровізація суспільного виробництва та інноваційні цифрові технології дозволяють бізнесу застосовувати гнучкі системи організації та управління, виробництва та збуту, що ґрунтуються на обробці великих масивів даних («Big Data») постійно, на основі online моніторингу та у реальному часі («real-time»). На основі цифрових технологій бізнес в режимі реального часу здійснює обробку великих масивів даних («Big Data») та на цій основі приймає «розумні рішення» у всіх сферах бізнесу та управління бізнес-процесами. Кардинальні зрушення у системі цифровізації суспільного виробництва дають бізнесу країн, які на практиці активно впроваджують цифрові технології, вагомі конкурентні переваги: від зниження собівартості виробництва товарів та послуг – до забезпечення їх якості та цільового задоволення конкретних потреб споживача. Натомість, стрімке впровадження цифрових технологій в країнах-лідерах світового економічного розвитку породжує й низку системних соціально-економічних та соціально-політичних проблем, у т.ч. – кардинальне переформатування світового ринку праці та поширення масового безробіття; зміну традиційної експортної спеціалізації країн, що розвиваються; розриви традиційних, існуючих з кінця XX ст. виробничих мереж – «ланцюгів створення доданої вартості»; розриви традиційних виробничих коопераційних зв'язків між країнами світу та формування нових, на основі «Індустрії 4.0» та «промислового Інтернету». Соціально-економічні та політичні наслідки кардинальної структурної перебудови усіх сфер національної та світової економіки у XXI ст. без сумніву, будуть обумовлені процесами цифровізації суспільного виробництва, що потребує подальших системних та ґрунтовних наукових досліджень цього складного та багатоієрархічного процесу.

Ключові слова: цифрові технології, інновації, цифрова економіка, суспільне виробництво, промислові та сервісні роботи, «Індустрія 4.0», циркулярна економіка, NBIC-технології, структурна перебудова, конкурентні переваги, бізнес-процеси, управління, соціально-економічні наслідки, світове господарство.

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПРИОРИТЕТЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ ОБЩЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА: МИРОВОЙ ОПЫТ

Белая С. А.

Актуальность темы исследования. В начале третьего десятилетия XXI века развитие страны мира и страны-лидеры мирового экономического развития оказались перед вызовом кардинальной структурной перестройки системы общественного производства (начиная со сферы промышленности и до сферы услуг), что должно происходить на основе цифровых технологий. Цифровые технологии в мировой науке и в бизнес-практике рассматриваются как неотъемлемая составляющая системного технологического явления – «Индустрии 4.0». Развитие всех бизнес-процессов и процессов управления на микро-, мезо- и макроуровне, процессов управления общественным развитием на уровне национальной и мировой экономики также подлежат цифровизации. В целом, в XXI веке мир быстро переориентируется на стратегии использования цифровых технологий. Те страны, которые реализовывают эти стратегии, получают гарантированные конкурентные преимущества: начиная со снижения себестоимости, повышения качества производимых товаров и услуг – заканчивая освоением новых рынков сбыта и получением гарантированных сверхприбылей. Страны, стоящие в стороне от процессов цифровизации, рискуют оказаться среди аутсайдеров социально-экономического развития. Такая постановка проблемы свидетельствует об актуальности определения направлений, тенденций и стратегических приоритетов цифровизации общественного производства, поскольку этот вопрос становится крайне актуальным для всех стран мира, в том числе и для Украины, оказавшейся ныне на пороге кардинальной структурной перестройки всей системы национального хозяйства.

Постановка проблеми. Основой «Индустрии 4.0» становится цифровая экономика, ключевыми технологиями – информация и большие массивы данных, IT-технологии. Основным актив «Индустрии 4.0» – информация, а основным инструмент производства – киберфизические системы, приводящие к формированию единой, унифицированной высокопроизводительной экосистемы сбора, анализа и применения данных в производственных и других процессах. Киберфизические системы предусматривают интеграцию «умных машин» (то есть – производственных машин, станков, программируемого оборудования), через подключение их к Интернету, или к специально созданной сети – «Индустриальному Интернету» (IIoT), которая рассматривается как производственный аналог ориентированного на потребителя «Интернета вещей» (IoT) по производству промышленных и потребительских товаров и услуг. К «Интернету вещей» могут подключаться «умные заводы», использующие «Индустриальный Интернет», для быстрой настройки производственных процессов в соответствии с изменениями в себестоимости и доступности ресурсов, а также в соответствии со спросом на производимую продукцию. Определение основных стратегических приоритетов цифровизации общественного производства – признано одной из важнейших задач для современной экономической науки и для исследователей системы и процессов организации будущего устройства мирового производства.

Анализ последних исследований и публикаций. Весомый вклад в исследование сущности и направленности стратегических приоритетов цифровизации общественного производства внесли западные ученые, в частности - канадский ученый Топскотт Д. [1], иностранные ученые Сан Л., Жао Л. [2], Макдауэлл М. [3] и другие. В тоже время, следует отметить, что исследование вопросов цифровизации общественного производства, преимущественно, осуществляют коллективы авторов, поскольку эти проблемы являются весьма сложными и многоаспектными. Более того, проблематика цифровизации общественного производства тесно связана с переходом к устойчивому развитию, о чем, в частности, писали украинские ученые Храпкина В.В., Устименко В.А., Кудрина А.Ю., Сагирова А.С. и др. в коллективной монографии «Детерминанты устойчивого развития экономики» [4]. Следует отметить и появление первого в Украине междисциплинарного учебного пособия, посвященного научному анализу Интернет-экономики, подготовленного авторским коллективом при участии: Татомир И.Л., Квасний Л.Г., Пойди С.А. и других ученых [5]. Отметим, что проблематика цифровизации общественного производства постоянно привлекает к себе большое внимание как теоретиков и аналитиков, так и практиков этого процесса.

Выделение неисследованных частей общей проблемы. Определение стратегических приоритетов цифровизации общественного производства требует четкого понимания перспективных направлений и сфер их применения, детального изучения экономических преимуществ и рисков, сопровождающих массовый переход общественного производства от традиционных (индустриальных и постиндустриальных) к цифровым технологиям. Действительно, новая система технологического переоснащения – цифровизация производства, Интернет-экономика, технологии «Индустрии-4.0», NBIC-технологии и циркулярная экономика – привносят как ряд экономических преимуществ для товаропроизводителей и стран, так, одновременно с этим, приводят и к кардинальным изменениям всей системы социального обеспечения, к изменениям на рынке труда и реформированию целостной системы социальных отношений в обществе.

Постановка заданий и цели исследования. Цель исследования – определить сущность и основные стратегические приоритеты цифровизации общественного производства, поскольку это обуславливает процессы кардинальной структурной перестройки сферы промышленного производства, услуг и социальной сферы национального хозяйства стран мира и мировой экономики в целом. Для достижения цели в статье поставлены и решаются следующие задания:

- определить основные приоритеты развития цифровых технологий, кардинально модифицирующих все бизнес-процессы общественного производства;
- исследовать сущность и показать роль циркулярной экономики в переходе к устойчивому развитию на примере стран ЕС;
- выявить стратегические приоритеты роботизации процессов производства и приоритетные сферы применения промышленных и сервисных роботов;
- определить роль NBIC-технологий в процессе структурной перестройки общественного производства и его перехода к новым цифровым технологиям в XXI веке.

Метод или методология проведения исследования. В процессе исследования стратегических приоритетов цифровизации общественного производства использовались теоретические и эмпирические методы научных исследований. Использованы методы: исторического и логического, анализа и синтеза, абстрактного и конкретного, метод причинно-следственных связей, в т.ч. для определения эволюции цифровых технологий и их влияния на структурную перестройку общественного производства. Синергетический подход, метод экспертных оценок, каузальный (причинно-следственный) метод научных исследований были использованы для обоснования системного влияния цифровых технологий, «Индустрии 4.0» и их материализации в виде «циркулярной экономики» на сложную и многовекторную систему общественного производства в целом.

Изложение основного материала (результаты работы). В основе цифровизации общественного производства находится «цифровая экономика» – это экономика, в которой наибольшую ценность имеют виртуальные, а не материальные или физические активы и транзакции, это институциональная среда, в которой бизнес-процессы, а также все процессы управления развиваются на основе цифровых компьютерных технологий и на основе информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) (на англ. – Information and Communication Technology (ICT)). Сектор ICT соединяет в себе: производство электронного оборудования, вычислительной техники, программного обеспечения (в т.ч. HARDWARE, SOFTWARE, SERVICES), а также –предоставляет разнообразные информационные услуги. Материальной основой развития цифровой экономики и цифровых технологий являются технологии (IT, на англ. – Information Technology).

Среди базовых цифровых технологий ведущее место занимают: технология «Блокчейн»; трехмерная печать (3D принтеры); беспилотные устройства и летательные аппараты «дроны»; виртуальная реальность (на англ. – virtual reality, VR); дополненная реальность (на англ. – augmented reality, AR); «Интернет вещей» – Internet of Things (IoT); «Индустриальный Интернет» – Industrial Internet of Things (IIoT); «Интернет ценностей», возникающий на основе IT и технологии блокчейн – Internet of Value (IoV); «Интернет всего» – Internet of Everything (IoE); «Искусственный интеллект» (на англ. Artificial intelligence, AI); «нейронные сети» и «роботы». Эти базовые цифровые технологии, применяемые в практике бизнес-процессов и управления, используются не обособленно, а синергетически, комплексно и системно. Системное сочетание цифровых технологий дает максимальный экономический эффект от их практического использования во всех сферах общественного производства – начиная с промышленности и до всех составляющих сферы услуг. Так, в сфере образования цифровые технологии позволяют представить иллюстрации, осуществить виртуальные дополнения учебного материала; в сфере туризма – обеспечить действие виртуальных экскурсоводов, транспортное и логистическое обеспечение и сопровождение туристических маршрутов, виртуальную рекламу и организацию путешествий, виртуальные путеводители, виртуальную демонстрацию услуг и IT-рекламные материалы. Цифровые технологии кардинально меняют игровой и шоу-бизнес, в т.ч. предлагают виртуальные игры с эффектом присутствия участника игры. Цифровые технологии кардинально модифицируют всю сферу розничной торговли, сферу рекламы и полиграфии, менеджмента и маркетинговой деятельности, а также представляют возможности к получению объективных данных об изменении рыночной конъюнктуры в реальном времени («real-time»).

Цифровые технологии составляют основу «циркулярной экономики», суть которой заключается в нелинейном и, как правило, во вторичном – циркулярном использовании всех имеющихся природных и материальных ресурсов для обеспечения производства и потребления без потери качества, и доступности производимых товаров и услуг на основе инноваций, применения IT-технологий и «Индустрии 4.0». Среди приоритетных сфер использования потенциала циркулярной экономики следует назвать – сферу ЖКХ, обращение с ТБО и их вторичную переработку; массовый переход к «умным домам» и «умным городам»; развитие циркулярного аграрного производства, циркулярной и возобновляемой энергетики. Потенциал «циркулярной экономики» в полной мере отвечает требованиям энергоэффективности и рационального потребления ограниченных природных ресурсов, поэтому активно используется в странах ЕС, в частности, в процессе перехода к устойчивому развитию.

В XXI в. особое внимание общественности вызывают процессы роботизации общественного производства. В мире существуют промышленные и сервисные роботы, синергетически сочетающие в себе как искусственный интеллект, так и все другие виды цифровых технологий. Промышленные роботы широко используются в сфере производства, в т.ч. в автомобилестроении, в обрабатывающей промышленности, энергетическом, строительном, агропромышленном секторах. Сервисные роботы применяются во всех иных сферах и секторах национальной и мировой экономики от сектора ВПК (например, для минирования и разминирования территорий, военные «дроны») и до роботов-уборщиков (роботы-пылесосы), роботов-такси, роботов, работающих в секторе предоставления медицинских услуг и «выполняющих» функции медицинской сестры – способных подавать лекарства больному, убирать, приносить еду, воду. Роботизация общественного производства происходит стремительными темпами. По данным «World Robotics Report 2020», за период с 2014 г. по 2019 г. общее количество промышленных роботов в мире увеличилось на 85%. По состоянию на 2020 г. в мире удельный вес роботов в секторе автоматизированного промышленного производства составил 34%; в секторе электроники – 25%; в металлургии – 10% и эти показатели неуклонно растут, что приводит к структурной перестройке всей системы экономических и производственных процессов, к кардинальным изменениям мирового рынка труда и всей социальной сферы мирового хозяйства.

Наряду с общепризнанными видами цифровых технологий и процессами роботизации, в мире быстро развивается инновационный сегмент цифровой экономики – NBIC-технологии (на англ.: nano- (Nanotechnology), bio- (Biotechnology), info- (Information technology), cogno- (Cognitive science)). Среди приоритетов развития NBIC-технологий особое место занимает взаимодействие информационных и когнитивных технологий. Материализацией их синергии в NBIC-технологиях признано создание нейронных сетей, искусственного интеллекта, искусственного кибернетического «мозга» для роботов, что оценивают, как

одно из наиболее перспективных и важнейших достижений цифровой экономики, определяющее базовый, инновационный вектор структурной перестройки общественного производства в XXI веке.

Область применения результатов. Международные экономические отношения и мировое хозяйство; разработка конкурентных стратегий цифровизации национального и мирового общественного производства.

Выводы в соответствии со статьей. Цифровые технологии кардинально меняют все сферы общественного производства и общественной жизни, в т.ч. бизнес-процессы и процессы управления на всех уровнях. Цифровые технологии постоянно развиваются и модифицируются, что обуславливает появление новых сфер и видов бизнес-деятельности и управления. В XXI веке возникает «цифровая экономика», «умная экономика», «циркулярная экономика», «зеленая экономика» и другие разновидности организации общественного производства, в основе развития которых – цифровые технологии. Цифровизация общественного производства и инновационные цифровые технологии позволяют бизнесу применять гибкие системы организации и управления, производства и сбыта, основанные на обработке больших массивов данных («Big Data») постоянно, на основе online мониторинга и в реальном времени («real-time»). Используя цифровые технологии, в режиме реального времени бизнес осуществляет обработку больших массивов данных («Big Data») и на этой основе принимает «разумные решения» во всех сферах ведения бизнеса и управления бизнес-процессами. Кардинальные сдвиги в системе цифровизации общественного производства дают бизнесу стран, которые на практике активно внедряют цифровые технологии, весомые конкурентные преимущества: начиная со снижения себестоимости производства товаров и услуг – до обеспечения их высокого качества и целевого удовлетворения конкретных потребностей потребителей. В тоже время, стремительное внедрение цифровых технологий в странах-лидерах мирового экономического развития порождает и ряд системных социально-экономических и социально-политических проблем, среди которых – кардинальное переформатирование мирового рынка труда и распространение массовой безработицы; кардинальные изменения в традиционной экспортной специализации развивающихся стран; разрыв традиционных производственных «цепочек создания добавленной стоимости», существующих еще с конца XX в.; разрыв традиционных, устоявшихся производственных кооперационных связей между странами мира и формированием новых, на основе «Индустрии 4.0» и «промышленного Интернета». Социально-экономические и политические последствия кардинальной структурной перестройки всех сфер национальной и мировой экономики в XXI веке несомненно, будут обусловлены процессами цифровизации общественного производства, что требует дальнейших системных и фундаментальных научных исследований этого сложного и многовекторного процесса.

Ключевые слова: цифровые технологии, инновации, цифровая экономика, общественное производство, промышленные и сервисные работы, «Индустрия 4.0», циркулярная экономика, NBIC-технологии, структурная перестройка, конкурентные преимущества, бизнес-процессы, управление, социально-экономические последствия, мировое хозяйство.

STRATEGIC PRIORITIES OF SOCIAL PRODUCTION DIGITALIZATION: WORLD EXPERIENCE

Bila Svitlana

Actual importance of study. At the beginning of the 2020s developed world countries and countries which are the leaders of world economic development faced up the challenges of radical structural reformation of social production (from industry to service system) which is based on digitalization. Digital technologies in world science and business practice are considered essential part of a complex technological phenomenon like 'Industry 4.0'. Digitalization should cover development of all business processes and management processes at micro-, meso- and microlevels, processes of social production management at national and world economy levels. In general, in the 21st century world is shifting rapidly to the strategies of digital technologies application. The countries which introduce these strategies will gain guaranteed competitive advantages: from reducing production costs and improved quality of goods and services to developing new sales market and making guaranteed super-profits. The countries which stand aside from digitalization processes are at risk of being among the outsiders of socio-economic development. Such problem statement highlights the actual importance of determining the directions, trends and strategic priorities of social production digitalization. This issue is really crucial for all world countries, including Ukraine which is in midst of profound structural reformation of all national production system.

Problem statement. Digital economy shapes the ground for 'Industry 4.0', information, It technologies and large databases become the key technologies. The main asset of 'Industry 4.0' is information, the major tool of production is cyberphysical systems that lead to formation the single unified highly productive environmental system of collecting, analyzing and applying data to production and other processes. Cyberphysical systems provides 'smart machines' (productive machines, tools and equipment which are programmed) integration via their connection to the Internet, or creation special network, 'Industrial Internet' (IIoT) which is regarded as a productive analogue of 'Internet of Things' (IoT) that is focused on the consumers. 'Internet of Things' can be connected with 'smart factories' which use 'Industrial Internet' to adjust production processes quickly turning into account the changes in costs and availability of resources as well as demand for production made. One of the most essential tasks for current economics and researchers of systems and processes of organization future maintenance of world production is to determine the main strategic priorities of social production digitalization.

Analysis of latest studies and publications. Valuable contribution to the study of the core and directions of strategic priorities concerning social production digitalization was made by such foreign scientists as the Canadian researcher Tapscott D [1], foreigners Sun, L., Zhao, L [2], Mcdowell, M. [3] and others. Yet, the study of issues concerning social production digitalization are mainly done by the team of authors as such issues are complicated and multihierarchical. Furthermore, the problem of social production digitalization is closely linked to the transition to sustainable development, which is reflected in the works by Ukrainian scholars like Khrapkin V., Ustimenko V., Kudrin O., Sagirov A. and others in the monograph «Determinants of sustainable economy development» [4]. The edition of the first in Ukraine inter-disciplinary textbook on Internet economy by a group of scientists like Tatomyr I., Kvasniy L., Poyda S. and others [5] should also be mentioned. But the challenges of social production digitalization are constantly focused on by theoretical scientists, analytics and practitioners of these processes.

Determining unexplored parts of general problem. Defining strategic priorities of social production digitalization requires clear understanding of prospective spheres of their application, economic advantages and risks which mass transition of social production from traditional (industrial and post-industrial) to digital technologies bear. A new system of technological equipment (production digitalization, Internet-economy, technology 'Industry 4.0', NBIC- technologies and circular economy) has a number of economic advantages for commodity producers and countries, as well as leads to dramatical changes in the whole social security system, changes at labour market and reformation the integral system of social relations in the society.

Tasks and objectives of the study. The objective of the study is to highlight the core and define the main strategic priorities of social production digitalization, as they cause the process of radical structural reformation of industrial production, services and social spheres of national economy of world countries and world economy in general. To achieve the objective set in the article the following tasks are determined and solved:

- to define the main priorities of digital technologies development, which is radically modify all social production business processes;
- to study the essence and the role of circular economy for transition to sustainable development taken EU countries as an example;
- to identify the strategic priorities of robotization of production processes and priority spheres of industrial and service robots application;
- to define the role of NBIC-technologies in the process of social production structural reformation and its transition to new digital technologies in the 21st century.

Method and methodology of the study. While studying strategic priorities of social production digitalization theoretical and empirical methods of study are used, such as historical and logical, analysis and synthesis, abstract and specific, casual (cause-and-effect) ones. All of them helped to keep the track of digital technologies evolution and its impact on structural reformation of social production. Synergetic approach, method of expert estimates and casual methods are applied to ground system influence of digital technologies, 'Industry 4.0' and their materialization as 'circular economy' on the whole complicated and multihierarchical system of social production in general.

Basic material (the results of the study). Digital economy, i.e. economy where it is virtual but not material or physical assets and transactions are of the greatest value, institutional environment in which business processes as well as all managerial processes are developed on the basis of digital computer technologies and information and communication technologies (ICT), lies as the ground for social production digitalization. ICT sphere involves production of electronic equipment, computing, hardware, software and services. It also provides various information services. Information Technology serves as a material basis for digital economy and digital technologies development.

Among the basic digital technologies the following ones play the profound role: technology 'Blockchain', 3D printing, unmanned aerial vehicles and flying drones, virtual reality (VR). Augmented reality (AR), Internet of Things (IoT), Industrial Internet of Things (IIoT), Internet of Value (IoV) which is founded on IT and blockchain technology, Internet of Everything (IoE), Artificial Intelligence (AI), neuron networks and robots. These basic digital technologies in business processes and management practices are applied in synergy, complexity and system but not in a single way. System combination of digital technologies gives maximal economic effect from their practical application in all spheres of social production—from industry to all kinds of services. For instance, in education digital technologies promote illustrating and virtual supplement of study materials; in tourism trade they promote engagement of virtual guides, transport and logistics security of tourist routes, virtual adverts and trips arrangements, virtual guidebooks, virtual demonstration of services and IT brochures and leaflets. Digital technologies radically change gambling and show businesses, in particular, they provide virtual games with 'being there' effect. Digital technologies drastically modify the retail trade sphere, advertisement and publishing, management and marketing, as well as provide a lot of opportunities for collecting unbiased data concerning changes in market conditions in real time.

Digital technologies lie as the basis for 'circular economy', whose essence rests with non-linear, secondary, circular use of all existing natural and material resources to provide the production and consumption without loss of quality and availability of goods and services developed on the grounds of innovations, IT-technology application and 'Industry 4.0'. Among priorities of circular economy potential applications the following ones should be mentioned: municipal services, solid household wastes management and their recycling, mass transition to smart houses and smart towns, circular agriculture development, circular and renewable energy, The potential of

circular economy fully and equally corresponds to the demands for energy efficiency and rational consumption of limited natural resources, so it is widely applied in EU countries while transiting to sustainable development.

In the 21st century processes of social production robotization draw the maximal attention of the society. There is a division between industrial and service robots which combine artificial intelligence and other various digital technologies in synergy. Industrial robots are widely used in production, including automotive industry, processing industry, energetic, construction sectors and agriculture. Services are applied in all other spheres and sectors of national and world economies – from military-industrial complex (for instance, for mining and demining the areas, military drones) to robots-cleaners (robots-vacuum cleaners), robots-taxis, robots engaged in health care service and served as nurses (provide the ill person with water, tidy up, bring meals). Social production robotization is proceeding apace. According to «World Robotic Report 2020», within 2014 – 2019 the total quantity of industrial robots increased by 85 %. By 2020 in the world the share of robots in the sphere of automated industrial production had comprised 34 %, in electronics – 25%, in metallurgy – 10 %. These indicators are constantly growing which results in structural reformation of the whole system of economic and industrial processes, radical changes in world labour market and the social sphere of world economy in general.

Alongside with generally recognized types of digital technologies and robotization processes, an innovation segment of digital economy – NBIC – technologies (Nanotechnology, Biotechnology, Information technology, Cognitive Science) are rapidly spread. Among the priorities of NBIC-technologies development the special place belongs to interaction between information and cognitive technologies. As a material basis for its synergy in NBIC-technologies creation of neuron networks, artificial intelligence, artificial cyber brain for robots are applied. It is estimated as one of the most prospective and important achievements of digital economy which determines basic, innovational vector of social production structural reformations in the 21st century.

The sphere of results application. *International economic relations and world economy, development of competitive strategies of national and social production digitalization of world economy in general.*

Conclusions. *Digital technologies radically change all spheres of social production and social life, including business and managerial processes at all levels. Digital technologies are constantly developing and modifying, that promotes emergence of new spheres and new business activities and management. 21st century witnessed establishing digital economy, smart economy, circular economy, green economy and other various arrangements of social production which are based on digital technologies. Social production digitalization and innovative digital technologies promotes business with flexible systems of arrangement and management, production and sales grounded on processing large Big Data permanently, on the basis of online monitoring in real time. Grounded on digital technologies business in real time mode processes a massive Big Data and on their results makes smart decisions in all business spheres and business processes management. Radical shifts in social production digitalization provides businesses of the states which in practice introduce digital technologies with significant competitive advantages - from decrease in goods and services production cost to targeted meeting of specific needs of consumers. Whereas, rapid introduction of digital technologies in the countries-leaders of world economic development results in a set of system socio-economic and socio-political challenges, including the following: crucial reformatting the world labour market and rise in mass unemployment, shift from traditional export developing countries' specialization, breakups of traditional production networks being in force since the end of the 20th century, so called 'chains of additional value shaping', breakups of traditional cooperation links among world countries and shaping the new ones based on 'Industry 4.0' and 'Industrial Internet'. Socio-economic and political consequences of radical structural reformation of all spheres in national and world economy in the 21st century, undoubtedly, will be stipulated with the processes of social production digitalization. It will require further systemic and fundamental scientific studies on this complicated and multi hierarchical process.*

Key words: *digital technologies, innovations, digital economy, social production, industry and service work, 'Industry 4.0', circular economy, NBIC-technologies. Structural reformation, competitive advantages, business processes, management, socio-economic consequences, world economy.*

JEL Classification: *F01, Q55*

Актуальність теми дослідження. На початку третього десятиліття XXI ст. розвинуті країни світу та країни-лідери світового економічного розвитку опинилися перед викликами кардинальної структурної перебудови системи суспільного виробництва (від промисловості до сфери послуг), що має відбуватися та основі цифрових технологій. Цифрові технології у світовій науці та у бізнес-практиці розглядаються як невід'ємна складова системного технологічного явища – «Індустрії 4.0». Розвиток всіх бізнес-процесів та процесів менеджменту на мікро-, мезо- та макрорівні, процесів управління суспільним розвитком на рівні національної та світової економіки також підлягають цифровізації. В цілому, у XXI ст. світ швидко переорієнтовується на стратегії використання цифрових технологій. Ті країни, які реалізують ці стратегії, отримують гарантовані конкурентні переваги: від зниження собівартості, підвищення якості вироблених товарів та послуг – до освоєння нових ринків збуту та отримання гарантованих надприбутків. Країни, що стоять осторонь процесів цифровізації ризикують опинитися серед аутсайдерів соціально-економічного розвитку. Така постановка проблеми свідчить про актуальність визначення напрямів, тенденцій та стратегічних пріоритетів цифровізації суспільного виробництва, оскільки це питання стає важливим для всіх країн світу, у тому числі і для України, яка нині опинилася на порозі кардинальної структурної перебудови усієї системи національного господарства.

Постановка проблеми. Основою «Індустрії 4.0» стає цифрова економіка, ключовими технологіями – інформація та великі масиви даних, ІТ-технології. Основний актив «Індустрії 4.0» – інформація, а основний інструмент виробництва – кіберфізичні системи, що призводять до формування єдиної, уніфікованої високопродуктивної екосистеми збору, аналізу і застосування даних у виробничих та інших процесах. Кіберфізичні системи передбачають інтеграцію «розумних машин» (тобто – виробничих машин, станків, обладнання, що програмується), через підключення їх до Інтернету, або до створеної спеціальної мережі – «Індустріального Інтернету» (IIoT), яка розглядається як виробничий аналог орієнтованого на споживача «Інтернету речей» (IoT) з виробництва промислових та споживчих товарів і послуг. До «Інтернету речей» можуть підключатися «розумні заводи», що користуються «Індустріальним Інтернетом», для швидкого налаштування виробничих процесів відповідно до змін у вартості та доступності ресурсів та відповідно до попиту на продукцію, що виробляється. Визначити основні стратегічні пріоритети цифровізації суспільного виробництва – стає одним з найважливіших завдань для сучасної економічної науки та для дослідників системи та процесів організації майбутнього устрою світового виробництва.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Вагомий внесок у дослідження сутності та спрямованості стратегічних пріоритетів цифровізації суспільного виробництва здійснили західні вчені, зокрема - канадський вчений Топскотт Д. [1], іноземні вчені Сан Л., Жао Л. [2], Макдауел М. [3] та ін. Натомість, дослідження питань цифровізації суспільного виробництва, переважно здійснюють колективи авторів, оскільки ці проблеми є складними та багатоієрархічними. Більш того, проблематика цифровізації суспільного виробництва тісно пов'язана з переходом до сталого розвитку, про що, зокрема, писали українські науковці Храпкіна В.В., Устименко В.А., Кудріна О.Ю., Сагірова А.С. та інші у монографії «Детермінанти сталого розвитку економіки» [4]. Слід відзначити і появу першого в Україні міждисциплінарного навчального поібника, присвяченого розгляду Інтернет-економіки авторського колективу за участі: Татомир І.Л., Квасній Л.Г., Пойди С.А. та інших науковців [5]. Натомість, проблематика цифровізації суспільного виробництва постійно привертає до себе велику увагу як теоретиків, аналітиків, так і практиків цього процесу.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Визначення стратегічних пріоритетів цифровізації суспільного виробництва потребує чіткого розуміння перспективних сфер їх застосування, економічних переваг та ризиків, які несе у собі масовий перехід суспільного виробництва від традиційних (індустріальних та постіндустріальних) до цифрових технологій. Адже нова система технологічного оснащення (цифровізація виробництва, Інтернет-економіка, технології «Індустрії-4.0»), NBIC-технології та циркулярна економіка несуть як низку економічних переваг для товаровиробників та країн, так, водночас, призводять і до кардинальних змін усієї системи соціального забезпечення, змін на ринку праці та реформування цілісної системи соціальних відносин у суспільстві.

Постановка завдання, мети дослідження.

Мета дослідження – висвітлити сутність та визначити основні стратегічні пріоритети цифровізації суспільного виробництва, оскільки це обумовлює процеси кардинальної структурної перебудови сфери промислового виробництва, послуг та соціальної сфери національного господарства країн світу та світової економіки в цілому.

Для досягнення мети у статті поставлені та вирішуються наступні завдання:

- визначити основні пріоритети розвитку цифрових технологій, що кардинально модифікують всі бізнес-процеси суспільного виробництва;
- дослідити сутність та роль циркулярної економіки у переході до сталого розвитку на прикладі країн ЄС;
- виявити стратегічні пріоритети роботизації процесів виробництва та пріоритетні сфери застосування промислових та сервісних роботів;
- визначити роль NBIC-технологій в процесі структурної перебудови суспільного виробництва та його переходу до нових цифрових технологій у XXI ст.

Метод або методологія проведення дослідження. В процесі дослідження стратегічних пріоритетів цифровізації суспільного виробництва використовувалися теоретичні та емпіричні методи наукових досліджень. Застосовано методи: історичного та логічного, аналізу та синтезу, абстрактного та конкретного, метод причинно-наслідкових зв'язків, у т.ч. для визначення еволюції цифрових технологій та їх впливу на структурну перебудову суспільного виробництва. Синергетичний підхід, метод експертних оцінок, каузальний (причинно-наслідковий) метод наукових досліджень було задіяно для обґрунтування системного впливу цифрових технологій, «Індустрії 4.0» та їх матеріалізації у вигляді «циркулярної економіки» на всю складну та багатоієрархічну систему суспільного виробництва в цілому.

Викладення основного матеріалу (результати роботи). В основі цифровізації суспільного виробництва перебуває «цифрова економіка» – це економіка, у якій найбільшу цінність мають віртуальні, а не матеріальні чи фізичні активи та транзакції, це інституційне середовище, у якому бізнес-процеси, а також всі процеси управління розвиваються на основі цифрових комп'ютерних технологій та на основі інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), з англ. – Information and Communication Technology (ICT). Сектор ICT поєднує у собі: виробництво електронного обладнання, обчислювальної техніки, програмного забезпечення (у т.ч. HARDWARE, SOFTWARE, SERVICES), а також – надає різноманітні інформаційні послуги. Матеріальною основою розвитку цифрової економіки та цифрових технологій є інформаційні технології (ІТ, з англ. Information Technology).

Вважають, що вперше термін «цифрова економіка» («Digital Economy») запропонував та використав канадський вчений В.Топскотт (1994 р.) [1]. Серед базових цифрових технологій провідне місце займають: технологія «Блокчейн»; трьохвимірний друк (3D принтери); безпілотні пристрої та літальні апарати «дрони»; віртуальна реальність (з англ. virtual reality, VR); доповнена реальність (з англ. augmented reality, AR); «Інтернет речей» – Internet of Things (IoT); «Індустріальний Інтернет» – Industrial Internet of Things (IIoT); «Інтернет цінностей», що виникає на основі ІТ та технології блокчейн – Internet of Value (IoV); «Інтернет усього» – Internet of Everything (IoE); «Штучний інтелект» (з англ. Artificial intelligence, AI); «нейронні мережі» та «роботи». Ці базові цифрові технології у практиці бізнес-процесів та управління застосовуються не поодинокі, а синергетично, комплексно та системно. Системне поєднання цифрових технологій дає максимальний економічний ефект їх від практичного використання у всіх сферах суспільного виробництва – від промисловості, до всіх складових сфери послуг.

Цифрові технології формують матеріальний фундамент «Індустрії 4.0», в основі якої перебуває інформація, а основний інструмент виробництва «Індустрії 4.0» – кіберфізичні системи, що призводять до формування єдиної, уніфікованої високопродуктивної екосистеми збору, аналізу і застосування даних у виробничих та інших процесах. Кіберфізичні системи передбачають інтеграцію «розумних машин» (тобто – виробничих машин, станків, обладнання, що програмується), через підключення їх до Інтернету, або до створеної спеціальної мережі – «Індустріального Інтернету» (IIoT), яка розглядається як виробничий аналог орієнтованого на споживача «Інтернету речей» (IoT) з виробництва промислових та споживчих товарів і послуг. До «Інтернету речей» можуть підключатися «розумні заводи», що користуються «Індустріальним Інтернетом», для швидкого налаштування виробничих процесів відповідно до змін у вартості та доступності ресурсів та відповідно до попиту на продукцію, що виробляється. До «Інтернету речей» підключаються і smart-будинки («розумні будинки») у smart-містах («розумних містах») з усім їх обладнанням та різноманітними предметами побуту – від smart-автомобілів до smart-побутових приладів споживчого призначення (пральні машини, холодильники, кухонні комбайни, домашні роботи-прибиральники) [6].

Цифровізація суспільного виробництва на основі «Індустрії 4.0» охоплює всі процеси. Так, у сфері освіти цифрові технології дозволяють забезпечити ілюстрації, віртуальне доповнення навчального матеріалу; у сфері туризму – забезпечити дію віртуальних екскурсиводів, транспортне та логістичне забезпечення туристичних маршрутів, віртуальну рекламу та організацію подорожей, віртуальні путівники, віртуальну демонстрацію послуг та ІТ-рекламні матеріали. Цифрові технології кардинально змінюють ігровий та шоу-бізнес, у т.ч. пропонують віртуальні ігри з ефектом присутності учасника гри. Цифрові технології кардинально модифікують всю сферу роздрібної торгівлі, сферу реклами та поліграфії, менеджменту та маркетингової діяльності, а також надають можливості отримання об'єктивних даних про зміну ринкової кон'юнктури у реальному часі («real-time»).

Кожна з різновидів цифрових технологій формує низку нових можливостей для інноваційного розвитку суспільного виробництва. Так, застосування 3D принтерів та розвиток технологій трьохвимірного друку на їх основі кардинально змінюють бізнес-процеси у наступних сферах:

- сфера охорони здоров'я: бізнес-проекти з виробництва smart медичних приборів, у т.ч. друк за допомогою 3D органів для трансплантології, друк smart протезів нової якості;
- конструкторські розробки: бізнес у сфері виготовлення інструментів, деталей, створення прототипів промислових моделей;
- сфера будівництва: будівництво за допомогою 3D принтерів будинків, мостів, господарських та житлових споруд;
- сфера торгівлі та оптимізація ланцюгів постачання товарів, ресурсів;
- промислове виробництво: виробництво товарів з індивідуально заданими властивостями, що цільовим порядком задовольняють потреби споживача (йдеться як про виробниче споживання, так і про товари споживного призначення);
- створення системи віддаленого і дистанційного виробництва, мережі для розвитку промислового Інтернету «Індустрії 4.0» [2; 7].

Як приклад, у сфері будівництва 3D принтери дозволяють будувати будинки, що мають унікальний – навіть футуристичний дизайн (такі будинки є у Дубаї), а також – швидко «друкувати» на 3D принтерах дешеві будинки спрощеної конструкції соціального призначення (для біженців, людей, що втратили житло внаслідок повенів, землетрусів, пожеж). У майбутньому, у сфері охорони здоров'я 3D технології дозволять ліквідувати дефіцит матеріалу для трансплантології, і найпростіше – 3D друк кровеносних судин та шкіри людини. Так, у медичній школі Northwestern University за допомогою 3D принтера надрукували яєшники для мишей, після запліднення яких отримали виводок здорових мишенят [7].

Цифрові технології становлять основу «циркулярної економіки», сутність якої полягає у нелінійному, як правило – у вторинному, циркулярному використанні всіх наявних природних та матеріальних ресурсів для забезпечення виробництва та споживання без втрати якості та доступності вироблених товарів та послуг на засадах інновацій, застосування ІТ-технологій та «Індустрії 4.0». Серед пріоритетних сфер використання потенціалу циркулярної економіки слід назвати – сферу ЖКГ, поводження з ТПВ та їх переробку; масовий перехід до «розумних будинків» та «розумних міст»; розвиток циркулярного аграрного виробництва, циркулярної та відновлюваної енергетики [8]. Потенціал «циркулярної економіки» повною мірою відповідає

вимогам енергоефективності та раціонального споживання обмежених природних ресурсів, тому активно застосовується в країнах ЄС в процесі переходу до сталого розвитку.

Як відомо, боротьба з голодом та раціональним споживанням обмежених ресурсів – є найважливішими цілями сталого розвитку, стратегію переходу до якого ЄС продовжує втілювати до 2027 року. Тільки у сфері аграрного виробництва країн ЄС, за експертними оцінками – щороку понад 20 % їжі викидають у відходи. Перехід до принципів циркулярної економіки у сфері продовольчого забезпечення країн ЄС передбачає пріоритетне фінансування інфраструктури аграрного виробництва, зберігання врожаїв та продуктів харчування, налагодження їх вторинної переробки. Раціоналізація сфери аграрного виробництва та налагодження у країнах ЄС раціональної логістики: «від сільськогосподарського виробника – фермера, до кінцевого споживача» дозволить європейським країнам до 2030 року скоротити викиди CO₂ – щонайменше, на 20 %, а рівень викидів нітратів в річках знизити, щонайменше – на 17,7 % (порівняно з 1990 р.). Інноваційна інфраструктура, логістика та екологізація позитивно позначаються як на розвитку природного середовища, так і на вирішенні проблеми раціонального продовольчого забезпечення. Це дозволить досягти позитивного економічного ефекту, який оцінюють у понад 1,8 трлн євро до 2030 року, створити нові робочі місця, у т.ч. у сфері інновацій та ІТ-технологій [9].

Серед пріоритетів цифрової економіки в країнах ЄС визнано масовий перехід до «розумних будинків», що мають циркулярну систему використання ТПВ, води та ін. ресурсів; генерація енергії внаслідок вторинної переробки ТПВ, розвиток біоенергетики та ін. Перехід до «чистої енергії», у т.ч. завдяки цифровим технологіям та циркулярній економіці дозволить країнам ЄС до 2030 року створити біля 900 тис. нових робочих місць, у т.ч. у сфері використання «чистих» відновлюваних джерел енергії. Також йдеться про масовий перехід до «зеленого» громадського транспорту, що зменшить викиди CO₂ у великих містах та у мегаполісах. Застосування технологій цифрової та циркулярної економіки у енергетичній сфері зменшить залежність країн ЄС від традиційного, вкопного палива і до 2030 року дозволить щорічно заощаджувати біля 300 млрд євро [9].

Вагомий економічний ефект, максимізація прибутків формує реальні економічні стимули бізнес-структур для прискореного переходу до принципово нових, інноваційних цифрових технологій. Як відомо, в процесі цифровізації суспільного виробництва відбувається структурна перебудова органічної будови капіталу (C : V) на користь збільшення питомої ваги «С» – основного капіталу, капіталооснащення виробництва. Цей процес вигідний для бізнесу, оскільки дозволяє кардинально скоротити витрати на «V» – змінний капітал, що іде, переважно, на виплату оплати праці найманим працівникам. Найбільший економічний ефект, максимізацію прибутків надає бізнесу процес роботизації суспільного виробництва.

Роботи – це електромеханічні пристрої, віртуальні агенти, що автономно чи відповідно до інструкції та відповідно до комп'ютерної програми (яка, до речі, може бути генерована й штучним інтелектом спільно з нейронними мережами), автоматизують, доповнюють чи замінюють дії людини [10]. Роботи функціонують на основі синергії всіх інновацій цифрових технологій, на основі системних здобутків цифрової економіки. Роботи виконують стандартизовані дії, які традиційно виконувала робоча сила, найманий працівник (за умови, якщо діяльність працівника можна «розібрати» на стандартизовані, уніфіковані та логічно пов'язані між собою виробничі алгоритми. Компанія, яка серед перших розпочала виробництво та продаж роботів – «Boston Dynamics» [11].

У XXI ст. розрізняють промислових та сервісних роботів. Промислові роботи широко використовуються у сфері виробництва, у т.ч. у автомобілебудуванні, енергетичній сфері та обробній промисловості, металургійному виробництві, харчовій та хімічній промисловості та ін. (див. *Таблиці 1 та 2*). До сервісних роботів належать: професійні сервісні роботи; сервісні роботи для виконання домашніх господарських робіт; сервісні роботи для використання у сфері розваг, у т.ч. у сфері комп'ютерних ігор, шоу-бізнесу та для розвитку креативних індустрій. Сервісні роботи застосовуються у різних сферах та секторах національної та світової економіки: від військово-промислового комплексу (ВПК) – до роботів-прибиральників (наприклад, побутових роботів-пилососів), роботів-таксі, роботів, що працюють у сфері надання медичних послуг, «виконують» функції допоміжного медичного персоналу (наприклад – подають ліки хворому, прибирають) тощо.

Таблиця 1. Динаміка використання промислових роботів в країнах світу за 2012 – 2019 рр. (тисяч одиниць)

Регіон світу. Країна	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Азія та Австралія	85	99	134	161	200	280	283	245
Європа	41	43	46	50	56	67	76	72
США	28	30	33	38	41	46	55	48

Джерело: складено за даними World Robotics 2020 [12].

Перше місце на ринку промислових роботів у світовому господарстві (станом на 2019 р.) належить країнам Азії, а лідером серед них є КНР (див. *Таблицю 1*). За період 2017–2018 рр. питома вага Китаю становила 38 % від загальної кількості введених в експлуатацію промислових роботів на світовому ринку робототехніки промислового призначення. За підсумками 2019 р. у Китаї було введено в експлуатацію 140492 одиниці промислових роботів, що перевищило загальну кількість промислових роботів, сумарно встановлених у Європі та США за весь 2019 р. (119741 одиниця, відповідно). Японія перебуває на другому місці у світі за кількістю діючих промислових роботів. Починаючи з 2014 р. середньорічні темпи приросту кількості роботів на промислових підприємствах Японії становили, в середньому, +11 % за рік. За підсумками 2019 р. темпи

роботизації промислового виробництва в Японії дещо знизилась: за 2019 рік в Японії було встановлено 49908 одиниць промислових роботів, що на 10 % менше ніж у 2018 р. На третьому місці у світі, за кількістю промислових роботів (за підсумками 2019 р.) перебуває США, які у 2018 р. змогли випередити Південну Корею. Для Південної Кореї «пік» введення промислових роботів в експлуатацію було зафіксовано у 2016 р. (41373 одиниці), а у 2019 р. цей показник знизився до 27873 одиниці за рік (-26 %, відповідно). Для США динаміка введення у експлуатацію промислових роботів також пригальмовується: за 2019 р. було введено в експлуатацію 33339 промислових роботів, хоча ще у 2018 р. цей показник перебував на рівні 40373 одиниці [12]. Спадна динаміка процесів роботизації в країнах-лідерах цього процесу може бути пояснена досить високими показниками чинного «насичення» промисловими роботами сфери виробництва цих країн, а також – падінням сукупного попиту на національному та світовому ринках внаслідок локдаунів, викликаних пандемією COVID-19.

Роботизація суспільного виробництва у т.ч. на основі штучного інтелекту, задіяння всіх інших різновидів цифрових технологій, відбувається надзвичайно стрімкими темпами. Так, за даними «World Robotics Report 2020», за період з 2014 р. по 2019 р. загальна кількість промислових роботів у світовому господарстві збільшилась на 85 %. Серед секторів (галузей) у яких процеси роботизації відбуваються найшвидшими темпами: автомобілебудування; енергетична галузь, система електропостачання та електроніка; металургійне виробництво, виробництво машин та обладнання а також – вже роботизовані сфери «Індустріального інтернету», «Інтернету цінностей», «Інтернету усього», сфери циркулярної економіки та інші складові «Індустрії 4.0» (див. Таблицю 2).

Таблиця 2. Галузевий (секторальний) зріз введених в експлуатацію промислових роботів у світі за період 2017 – 2019 рр. (тисяч одиниць промислових роботів)

Галузь / сектор виробництва	2017	2018	2019
Автомобілебудування	123	126	105
Енергетична галузь, система електропостачання. Електроніка.	122	105	88
Металургійне виробництво. Виробництво машин та обладнання	44	44	44
Виробництво пластику та хімічна промисловість	21	20	19
Харчова промисловість	9	12	11
Інші галузі промислового виробництва	23	34	30
Невизначені сфери (у т.ч. «Цифрова економіка», ICT, «Індустрія 4.0», циркулярна економіка та ін. інноваційні сектори промислового виробництва).	56	81	76

Джерело: складено за даними World Robotics 2020 [12].

Лідерами роботизації промисловості є розвинуті країни світу: США, ЄС, Швеція, Японія, Канада, а також країни, що відносяться до групи нових лідерів світового економічного розвитку – КНР, Індія, Південна Корея та деякі інші країни Азії. Станом на 2020 р. у світовому господарстві питома вага роботів у секторі автоматизованого промислового виробництва становила 34 %; у секторі електроніки – 25 %; у металургії – 10 % і ці показники роботизації неухильно зростають. Загальна вартість нових роботів, залучених до експлуатації у 2020 р. оцінюється сумою понад 13,8 млрд. дол. США. Натомість, 73 % від загальної кількості промислових роботів (2020 р.) працювали лише у п'яти країнах світу: Китай, Японія, США, Південна Корея, Німеччина. Одним із базових кількісних показників роботизації промисловості IFR визначають критерій «кількість роботів, що припадає на 10000 зайнятих у промисловому виробництві». Так, станом на 2020 р. для Сінгапуру цей показник становив 918; для Кореї – 855; Японії – 364; Німеччини – 346; Швеції – 277 роботів на 10000 зайнятих у промисловому виробництві. Для порівняння, станом на 2020 р. середньосвітовий статистичний показник по усім іншим країнам світу становить 113 роботів на 10000 зайнятих у промисловому виробництві та на підприємствах, що пов'язані між собою промисловою виробничою кооперацією [12].

Серед стратегічних пріоритетів процесів роботизації суспільного виробництва слід назвати:

- сферу виробництва, у т.ч. роботизацію шкідливого виробництва, з підвищеною радіацією або використанням хімічних речовин; у виробництві, що характеризується високими параметрами точності, якості та підвищеними вимогами щодо часових меж та точних параметрів стандартизації виробництва (наприклад – при виробництві мікросхем, чіпів, мікропристроїв тощо);
- сфера ВПК, застосування роботів, у синергії зі штучним інтелектом, нейромережами та ін. інноваційними цифровими технологіями у військовій сфері;
- сфера послуг, у т.ч. роботи-бармени, роботи-баристи, роботи, що працюють у сфері грального бізнесу, сфері розваг (гральні автомати) та ін.;
- автоматизація та роботизація операцій у сфері виробництва та послуг (наприклад, роботи – водії таксі, роботи – «дрони»);
- готельний бізнес та туризм (надання інформаційних послуг, транспортування, прибирання);
- використання роботів у сфері управління великими масивами даних (big data) та у всіх інших сферах корпоративного та суспільного управління тощо.

Інформатизація бізнесу та управління, застосування великим, середнім та малим бізнесом потенціалу ІТ, цифрової економіки та інших можливостей цифрових технологій стає об'єктивним явищем, вимогою часу, що створює нові можливості для зростання конкурентоспроможності та отримання бізнес-структурами

(малим, середнім, великим бізнесом) переваг технологічного лідерства на світових ринках. Натомість, масове застосування у суспільному виробництві роботів, цифрових технологій та здобутків цифрової економіки, поряд з надприбутками для бізнес-структур, призводить до неминучої структурної перебудови всієї системи соціально-економічних та виробничих процесів, обумовлює кардинальні зміни на світовому ринку праці та кардинальне переформатування всієї соціальної системи та соціальної сфери національного господарства як окремих країн так і світового господарства в цілому.

Поряд з загальноновизнаними різновидами цифрових технологій та процесами роботизації, у світі швидко розвивається такий інноваційний сегмент цифрової економіки як NBIC-технології (з англ.: nano- (Nanotechnology), bio- (Biotechnology), info- (Information technology), cogno- (Cognitive science)) [13; 14]. Серед пріоритетів розвитку NBIC-технологій особливе місце посідає взаємодія інформаційних та когнітивних технологій. Матеріалізацією їх синергії у NBIC-технологіях визнано створення нейромереж, штучного інтелекту, штучного кібернетичного «мозку» для роботів, що оцінюють як одне з перспективних та найважливіших досягнень цифрової економіки, яке визначає базовий, інноваційний вектор структурної перебудови суспільного виробництва у XXI ст.

Як приклад, саме на основі NBIC-технологій функціонують «нейронні мережі». Застосування нейромереж у бізнесі є різновекторним. Так, нейромережі здатні генерувати зображення, у т.ч. рекламувати товари з усіма їх параметрами в інтернет-магазинах. Нейромережі генерують змістовні тексти на задану тематику, у т.ч. для реклами та просування контенту в Інтернет. На основі NBIC-технологій нейромережі широко використовуються у google-перекладачах, «навчилися писати музику», «малювати картини», «писати тексти» на будь-яку науково-популярну тематику, «створювати» та моделювати різні стилі одягу, інтер'єр приміщень, перетворювати чорно-білі фотографії та фільми у кольорові. NBIC-технології у синтезі з нейромережами стають складовою створення безпілотних автомобілей (автомобілей-дронів, у т.ч. дронів-таксі) [13].

NBIC-технології стрімко опановують сектор «економіки здоров'я», складовими якого є різні сфери – від органічного харчування, фітнес-центрів і до сучасної теле-медицини, де використовуються останні новинки мікрохірургії, генетики, біотехнології. Складовою NBIC-технологій є гена інженерія, що синергетично поєднує у собі інновації молекулярної біології, молекулярної генетики, біотехнології, ДНК-конструювання, у т.ч. ставить за мету штучне створення організмів з новим набором та комбінаціями спадкових ознак, зокрема – для лікування спадкових хвороб людини, які не піддаються традиційним методам лікування.

В умовах пандемії COVID-19 у сфері «економіки здоров'я» швидко почав розвиватись такий тренд NBIC-технологій як «теле-медицина», що ґрунтується на цифрових технологіях та дозволяє уникнути прямого контакту хворого з лікарем. Поряд з цим, телемедицина кардинально змінює традиційні уявлення про хірургію та лікування серцево-судинних хвороб, забезпечує online моніторинг стану пацієнта, дистанційні консультації лікарів та дистанційне проведення операцій. З розвитком NBIC-технологій пов'язується використання «сенсорних технологій» та різноманітних мініатюрних біометричних датчиків, які прикріплюються до тіла, або ж «вживляються» в організм для регулярного online вимірювання параметрів життєдіяльності людини. Застосування інноваційних NBIC-технологій важливо для профілактики та попередження виникнення кардіологічних захворювань, у т.ч. для моніторингу і попередження настання інфарктів та інсультів. NBIC-технології забезпечують і адресні медичні системи доставки ліків у проблемні (хворі) клітини організму людини у чітко визначений лікарем час. Як приклад, «наногубки» (мікро-губки розміром з вірус), заповнені ліками, які вільно циркулюють по кровеносним судинам людини і починають діяти, зіткнувшись з поверхнею хворої клітини, приєднавшись до неї та впорскуючи у хвору клітину ліки.

У вартісному вимірі, світовий ринок NBIC-технологій щороку, зростає щонайменше на 10-15% [14]. Так, інноваційний потенціал NBIC-технологій дозволяє комплексно вирішувати всі системні проблеми розвитку урбанізованих територій, мегаполісів та міст на принципах «smart» – йдеться про «розумні міста», «розумні будинки», «розумні села», «розумні побутові пристрої» та ін. Так, у «розумних містах» («smart city») NBIC-технології застосовують для налагодження ефективної логістики громадського транспортного сполучення, для раціонального енергопостачання, енергоспоживання і енергозаощадження, з метою екологізації систем водопостачання та водовідведення, раціонального поводження з ТПВ. Зокрема, застосування у «розумних містах» когнітивних технологій – складової NBIC-технологій, дозволяє забезпечити громадську безпеку, цілодобово проводити цифрову відеозйомку та обробляти великі масиви оцифрованих відеоданих. Зокрема, за рахунок online ідентифікації осіб та їх поточного психологічного стану попереджати настання терористичних актів у місцях масового скупчення людей.

Застосування NBIC-технологій у «розумних будинках» дозволяє на відстані перевіряти безпеку, регулювати температуру опалення та режим освітлення, дистанційно виконувати інші функції контролю та управління системами, у т.ч. у сфері повторного використання ресурсів, що забезпечує раціональне та ефективне функціонування «розумного будинку». Отже, застосування цифрових та NBIC-технологій у поєднанні з системами «smart» у XXI ст. стає основою для поширення сфери дії циркулярної економіки.

Висновки. Країни-лідери світового економічного розвитку на початку третього десятиріччя XXI ст. прискореними темпами переходять до цифрових технологій, проводять глобальну цифровізацію суспільного виробництва. Застосування цифрових технологій та переваг цифрової економіки у суспільному виробництві, у сфері управління бізнес-процесами сприяє зниженню собівартості продукції, надає бізнесу та країнам їх базування абсолютні конкурентні переваги порівняно з традиційними умовами та технологіями ведення бізнесу та управління, притаманним світовому господарству за часів другої половини XX ст. – початку XXI ст.

Серед стратегічних пріоритетів цифровізації суспільного виробництва у XXI ст. слід визначити: «цифрову економіку», «розумну економіку», «циркулярну економіку», «зелену економіку» та ін. види інновацій, в основі розвитку яких – цифрові технології. Найважливішими складовими цифрових технологій слід назвати: технології «Блокчейн», трьохвимірний друк (3D принтери), безпілотні пристрої («дрони»), віртуальну реальність (VR) та доповнену реальність (AR), «Інтернет речей», «Штучний інтелект», роботів та NBIC-технології. Пріоритетного розвитку у сфері цифрової економіки набувають: IT-технології. «Інтернет речей» (IoT); «Індустріальний Інтернет» (IIoT); «Інтернет цінностей (IoV); «Інтернет усього» (IoE) та їх синергетичні поєднання стають фундаментом, на основі якого розвивається «Індустрія 4.0» та здійснюється кардинальна структурна перебудова традиційного промислового виробництва.

Провідну роль в процесі цифровізації суспільного виробництва відіграють процеси роботизації. Так, перше місце на ринку промислових роботів у світовому господарстві (2019 р.) належить країнам Азії, а лідером серед них є КНР. Японія перебуває на другому місці у світі за кількістю промислових роботів. На третьому місці, за кількістю промислових роботів у світі перебуває США (2019 р.). Роботизація суспільного виробництва у т.ч. на основі використання штучного інтелекту відбувається стрімкими темпами. За даними «World Robotics Report 2020», за період з 2014 р. по 2019 р. загальна кількість промислових роботів у світовому господарстві збільшилась на 85 %. Серед секторів (галузей) у яких процеси роботизації відбуваються найшвидшими темпами: автомобілебудування; енергетична галузь, система електропостачання та електроніка; металургійне виробництво, виробництво машин та обладнання а також – вже роботизовані сфери «Індустріального інтернету», «Інтернету цінностей», «Інтернету усього», сектору «циркулярної економіки» та інших складових «Індустрії 4.0». Лідерами роботизації промисловості є розвинуті країни світу: США, ЄС, Швеція, Японія, Канада, а також країни, що відносяться до групи нових лідерів світового економічного розвитку – КНР, Індія, Південна Корея та деякі інші країни Азії. Понад 73 % від загальної кількості промислових роботів (2020 р.) діють у п'яти країнах світу: Китай, Японія, США, Південна Корея, Німеччина.

Серед стратегічних пріоритетів процесів роботизації суспільного виробництва слід визначити: сферу промислового виробництва, у т.ч. роботизацію шкідливого виробництва, з підвищеною радіацією або використанням хімічних речовин; сфера ВПК; сфера послуг, сфера гравального бізнесу, сфера розваг та шоу-бізнесу; автоматизація та роботизація транспортної сфери; готельний бізнес та туризм; використання роботів у сфері управління великими масивами даних (big data) та у всіх інших сферах корпоративного та суспільного управління тощо. Складовою процесів цифровізації суспільного виробництва є розвиток NBIC-технологій, які задіяні у створенні нейромереж, штучного інтелекту, штучного кібернетичного «мозку» для роботів тощо. NBIC-технології оцінюють як одне з перспективних та найважливіших досягнень цифрової економіки, яке визначає базовий, інноваційний вектор структурної перебудови суспільного виробництва у XXI ст.

Цифрові технології кардинально змінюють бізнес та моделі управління у межах компаній, фірм, бізнес-індустрій. Цифрові технології дозволяють бізнесу країн-лідерів світового розвитку застосовувати гнучку структуру організації, управління, виробництва та збуту, що ґрунтується на обробці великих масивів даних («big data») постійно (на основі online моніторингу) та у реальному часі (real-time). Розвиток бізнесу на основі цифрових технологій надає йому вагомі конкурентні переваги як на локальних – регіональних та національних ринках товарів і послуг, так і на світовому ринку. Світовими лідерами у сфері застосування цифрових технологій (top 5, станом на 2020 р.) є бізнес-структури таких країн як Китай, Японія, США, Південна Корея та Німеччина.

Перспективи подальших розвідок у цьому напрямку. У третьому десятиріччі XXI ст. світова економіка входить у новий етап «довгої хвилі» глобального економічного циклу, невід'ємною складовою якої є структурна перебудова традиційного індустріального та постіндустріального технологічного способу виробництва у напрямі переходу до цифрової економіки, до «Індустрії 4.0» і цифрових технологій на всіх рівнях бізнес-процесів та управління. Країни, бізнес та системи управління яких першими масово перейдуть до цифрових технологій отримають абсолютні конкурентні переваги для економічного, соціального, технологічного та політичного лідерства у світовому господарстві першої половини XXI ст. Натомість, стрімке впровадження цифрових технологій в країнах-лідерах світового економічного розвитку породжує й низку системних соціально-економічних та соціально-політичних проблем, у т.ч. – кардинальне переформатування світового ринку праці та поширення масового безробіття; зміну експортної спеціалізації країн, що розвиваються, зокрема, остаточне закріплення за ними експортної сировинної орієнтації; розриви традиційних, існуючих ще з кінця XX ст. промислових виробничих «ланцюгів створення доданої вартості»; розрив традиційних виробничих коопераційних зв'язків між країнами світу та формування нових, на основі цифрової економіки, «Індустрії 4.0», ІКТ, «Індустріального інтернету», «Промислового Інтернету». Соціально-економічні та політичні наслідки кардинальної структурної перебудови усіх сфер національної та світової економіки у XXI ст. без сумніву, будуть обумовлені процесами цифровізації суспільного виробництва, що потребує подальших системних наукових досліджень цього складного та багатоієрархічного процесу.

Список використаних джерел

1. Tapscott, D. (1994). *The Digital Economy*. URL: <http://dontapscott.com/books/the-digital-economy>
2. Sun, L., & Zhao, L. (2017). *Envisioning the era of 3D printing: a conceptual model for the fashion industry*. *Fashion and Textiles*, 4(1), 25.

3. Mcdowell, M. (2019). *Designers Explore the Future of Digital Clothing*. Vogue Business. URL: <https://www.voguebusiness.com/technology/digital-fashion-virtual-clothing-3d-design>
4. *Детермінанти сталого розвитку економіки : монографія*. Під заг. ред. д.е.н., проф. Храпкіної В.В., д.ю.н., проф. Устименка В.А. К.: Інтерсервіс, 2019. 264 с.
5. *Теоретичні та практичні аспекти розвитку Інтернет-економіки: міждисциплінарний навчальний посібник*. За науковою ред. к.е.н., доц. Татомир І.Л., к.е.н., доц. Квасній Л.Г. Дрогобич: ПОСВІТ, 2021. 386 с.
6. *Цифрова економіка: тренди, ризики та соціальні детермінанти / керівник проекту, автор доповіді Ольга Пищуліна*. Київ, жовтень 2020. Razumkov centre. С. 16. URL: <https://razumkov.org.ua>
7. *Top 6 Most Amazing Ways 3D Printing Is Now Used In Practice*. 13.12.2019. URL: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2019/12/13/top-6-most-amazing-ways-3d-printing-is-now-used-in-practice/#30038c1e1703>
8. *The Circularity Gap Report 2019*. URL: https://bfc732f7-80e9-4ba1-b4297f76cf51627b.filesusr.com/ugd/ad6e59_e8e34.pdf
9. *Communication from the Commission to The European Parliament, The Council, The European Economic and Social Committee and The Committee of The Regions towards a circular economy: A zero waste programme for Europe*. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/>
10. OpenAI. URL: <https://openai.com/projects/>
11. Boston Dynamics *Changing your idea of what robots can do*. URL: <https://www.bostondynamics.com/>
12. IFR presents *World Robotics Report 2020*. Record 2.7 Million Robots Work in Factories Around the Globe - #WorldRobotics2020. URL: <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/record-2.7-million-robots-work-in-factories-around-the-globe>
13. NBIC Science. *Towards transhumanism*. URL: <http://www.nbic.info/>
14. James Canton. *Designing The Future: NBIC Technologies and Human Performance Enhancement*. URL: https://www.researchgate.net/publication/8512164_Designing_The_Future_NBIC_Technologies_and_Human_Performance_Enhancement

References

1. Tapscott, D. (1994). *The Digital Economy*. URL: <http://dontapscott.com/books/the-digital-economy>
2. Sun, L., & Zhao, L. (2017). *Envisioning the era of 3D printing: a conceptual model for the fashion industry*. Fashion and Textiles, 4(1), 25.
3. Mcdowell, M. (2019). *Designers Explore the Future of Digital Clothing*. Vogue Business. URL: <https://www.com/technology/digital-fashion-virtual-clothing-3d-design>
4. Khrapkina V., Ustimenko V. (2019) *Determinants of sustainable economic development*. Monograph. Kyiv: Interservice [in Ukr.]
5. Tatomyr I., Kvasniy L. (2021). *Theoretical and practical aspects of Internet-economy development: interdisciplinary textbook*. Drogobych: POSVIT [in Ukr.]
6. Pischulina, O. (2020). *Digital economy: trends, risks and social determinants*. Kyiv: Rozumkov Centre. URL: <https://razumkov.org.ua> [in Ukr]
7. *Top 6 Most Amazing Ways 3D Printing Is Now Used In Practice (2019)* URL: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2019/12/13/top-6-most-amazing-ways-3d-printing-is-now-used-in-practice/#30038c1e1703>
8. *The Circularity Gap Report (2019)*. URL: https://bfc732f7-80e9-4ba1-b4297f76cf51627b.filesusr.com/ugd/ad6e59_e8e34.pdf
9. *Communication from the Commission to The European Parliament (2019), The Council, The European Economic and Social Committee and The Committee of The Regions towards a circular economy: A zero waste programme for Europe*. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/>
10. OpenAI (2021). URL: <https://openai.com/projects/>
11. Boston Dynamics (2020). *Changing your idea of what robots can do* URL: <https://www.bostondynamics.com/>
12. IFR presents *World Robotics Report 2020 (2020)*. Record 2.7 Million Robots Work in Factories Around the Globe - #WorldRobotics2020. URL: <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/record-2.7-million-robots-work-in-factories-around-the-globe>
13. NBIC Science (2020). *Towards transhumanism*. URL: <http://www.nbic.info/>
14. James Canton (2020). *Designing The Future: NBIC Technologies and Human Performance Enhancement*. URL: https://www.researchgate.net/publication/8512164_Designing_The_Future_NBIC_Technologies_and_Human_Performance_Enhancement

ДАНІ ПРО АВТОРА

Біла Світлана Олексіївна, професор кафедри міжнародних економічних відносин і бізнесу, професор, доктор наук з державного управління.

Факультет міжнародних відносин (ФМІ). Національний авіаційний університет (НАУ), просп. Любомира Гузара 1, м. Київ, 03680, Україна.

e-mail: svbila_2012@ukr.net

orcid.org/0000-0003-3909-5054

Researcher ID : F-7237-2018

ДАННЫЕ ОБ АВТОРЕ

Белая Светлана Алексеевна, профессор кафедры международных экономических отношений и бизнеса, профессор, доктор наук государственного управления, заслуженный экономист Украины. Факультет международных отношений (ФМО). Национальный авиационный университет (НАУ), просп. Любомира Гузара 1, г. Киев, 03680, Украина.
e-mail: svbila_2012@ukr.net

DATA ABOUT THE AUTHOR

Bila Svitlana, Professor of International Economic Relations and Business Department, Professor, Doctor of Public Administration, Honored economist of Ukraine. Faculty of International Relations (FIR). National Aviation University (NAU), prosp. Liubomir Guzar 1, Kyiv, 03680, Ukraine.
e-mail: svbila_2012@ukr.net

УДК 378.14.015.62

<https://doi.org/10.31470/2306-546X-2021-48-55-70>

**ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
В ПРОЦЕСІ ВИКЛАДАННЯ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН**

**Семененко О. Г.,
Цибуля Р. В.**

В статті проаналізовано стан організації навчального процесу змішаної форми з викладання економіко-математичних дисциплін, визначено дидактичний потенціал інформаційно-комунікаційних технологій в організації навчальної діяльності та запропоновано педагогічну й організаційну модель застосування інформаційно-комунікаційних технологій в організації навчальної діяльності студентів економічних спеціальностей в процесі вивчення економіко-математичних дисциплін.

Предметом дослідження став процес організації навчальної діяльності студентів економічних спеціальностей з вивчення економіко-математичних дисциплін засобами інформаційно-комунікативних технологій.

Метою роботи пошук оптимального формату викладання економіко-математичних дисциплін, який враховує досвід переходу на повсюдну дистанційну форму навчання студентства і створення ефективної комунікації студентів та викладачів, на основі існуючих інформаційних технологій.

Методологічною основою статті стали наступні методи: порівняльний та системний аналіз, узагальнення, класифікації, моделювання, обґрунтування педагогічних умов, проектування моделі організації навчальної діяльності, спостереження, експертне оцінювання, самооцінювання, бесіди, анкетування викладачів та студентів.

Результати роботи. Проаналізовано стан організації навчального процесу змішаної форми, розглянуто теоретичні та існуючі педагогічні умови організації навчання з економіко-математичних курсів із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій. Розроблено педагогічну, структурну, організаційну модель застосування інформаційно-комунікаційних технологій в процесі вивчення економіко-математичних дисциплін та запропоновано заходи для оптимізації процесу навчання.

Галузь застосування результатів. Теоретичні висновки та практичні рекомендації дослідження можуть бути застосовані при викладанні економіко-математичних дисциплін в університетах під час підготовки фахівців з фінансів, економіки та обліку.

Висновки. Якість викладання економіко-математичних дисциплін в умовах змішаної форми навчання засобами інформаційно-комунікаційних технологій потребує вдосконалення, де інформаційно-комунікаційних технологій виступають і як засіб і як метод навчання. Запропонована організаційна та педагогічна модель навчання, з даних дисциплін, дозволить впровадити в життя стратегію активного навчання, де оптимізована взаємодія між студентами та викладачами засобами інформаційно-комунікативних технологій.

Ключові слова: навчальна діяльність, організація, економіко-математичні дисципліни, інформаційно-комунікативні технології.

**ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
В ПРОЦЕССЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН**

**Семененко Е. Г.
Цибуля Р. В.**

В статье проанализировано состояние организации учебного процесса смешанной формы з преподавания экономико-математических дисциплин, определены дидактический потенциал