

## ТЕХНОЛОГІЧНА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ УКРАЇНИ В УМОВАХ НОВОЇ ПРОМИСЛОВОЇ РЕВОЛЮЦІЇ І РОЗВИТКУ КОНВЕРГЕНТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

© 2016 МАТЮШЕНКО І. Ю.

УДК 338.45+330.34

Матюшенко І. Ю.

### Технологічна конкурентоспроможність України в умовах нової промислової революції і розвитку конвергентних технологій

У статті розглянуто проблему підвищення технологічної конкурентоспроможності українських підприємств в умовах нової промислової революції на основі розвитку і впровадження передових конвергентних технологій. Наведено класифікацію промислових революцій, а саме індустріальної, технологічної, інформаційної та Індустрії 4.0, і встановлено, що ключовим фактором останньої є кіберфізичні системи для впровадження орієнтованого на споживача «Інтернету речей». Доведено, що становлення Індустрії 4.0 в розвинених країнах буде відбуватися через провідні виробничі технології (ПВТ), основними характеристиками яких є технологічне заміщення, автоматизація, кастомізація, локалізація та економічна ефективність. Встановлено, що основними пріоритетними ПВТ до 2020 р. будуть: системи контролю виробничих процесів; багатомірне моделювання складних виробів; інтелектуальні системи управління виробництвом і робототехніка; системи створення і перетворення (вирощування) матеріальних об'єктів і 3D-друк; матеріали, ефективні при створенні перспективних виконавчих пристроїв (композиційні й ті, що проявляють свої властивості в малорозмірних структурах). Доведено, що відбудова промисловості України на старій індустріальній основі неможлива, а створення нової промисловості на базі ПВТ Індустрії 4.0 можливе у таких напрямках: ІКТ (перш за все, в галузі розробки програмного забезпечення); нові композиційні матеріали із заданими властивостями; промислові нанобіотехнології (перш за все, біомедицина і фармація, нові аграрні технології); математичне моделювання для створення розумних виробничих систем; космічні дослідження і розробки (зокрема розробка перших ступенів важких ракет). Обґрунтовано необхідність розробки в Україні державних програм розвитку конкурентоспроможності на базі ПВТ, форсайтних досліджень технологічних пріоритетів, стимулювання високотехнологічного експорту.

**Ключові слова:** технологічна конкурентоспроможність, промислова революція, передові виробничі технології, конвергентні технології, державні програми.

Табл.: 8. Бібл.: 34.

**Матюшенко Ігор Юрійович** – кандидат технічних наук, професор, професор, Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна (пл. Свободи, 4, Харків, 61022, Україна)

E-mail: imatyushenko@karazin.ua

УДК 338.45+330.34

UDC 338.45+330.34

### Матюшенко И. Ю. Технологическая конкурентоспособность Украины в условиях новой промышленной революции и развития конвергентных технологий

### Matyushenko I. Yu. Technological Competitiveness of Ukraine under Conditions of a New Industrial Revolution and Development of Convergent Technologies

В статье рассмотрена проблема повышения технологической конкурентоспособности украинских предприятий в условиях новой промышленной революции на основе развития и внедрения передовых конвергентных технологий. Приведена классификация промышленных революций, а именно индустриальной, технологической, информационной и Индустрии 4.0, и установлено, что ключевым фактором последней являются киберфизические системы для внедрения ориентированного на потребителя «Интернета вещей». Доказано, что становление Индустрии 4.0 в развитых странах будет происходить через передовые производственные технологии (ППТ), основными характеристиками которых являются технологическое замещение, автоматизация, кастомизация, локализация и экономическая эффективность. Установлено, что основными приоритетными ППТ в 2020 г. будут: системы контроля производственных процессов; многомерное моделирование сложных изделий; интеллектуальные системы управления производством и робототехника; системы создания и преобразования (выращивания) материальных объектов и 3D-печать; материалы, эффективные при создании перспективных исполнительных устройств (композиционные и те, которые проявляют свои свойства в малоразмерных структурах). Доказано, что восстановление промышленности Украины на старой индустриальной основе невозможно, а создание новой промышленности на базе ППТ Индустрии 4.0 возможно в следующих направлениях: ИКТ (прежде всего, в области разработки программного обеспечения); новые композиционные материалы с заданными свойствами; промышленные

The article considers the problem of increasing the technological competitiveness of Ukrainian enterprises under conditions of a new industrial revolution through the development and introduction of advanced converged technologies. The classification of industrial revolutions, namely, industrial, technological, information and Industry 4.0, is presented, and it has been determined that the key factor of the latter is cyber physical systems for introduction of the client-oriented "Internet of Things". It has been justified that the formation of Industry 4.0 in developed countries will occur through advanced production technologies (APT), which main characteristics are technological substitution, automation, customization, localization and economic efficiency. It has been found that in 2020 the main priority APT will be: systems of production process control; multidimensional modeling of complex products; intelligent production systems and robotics; systems of creation and transformation (growing) of material objects and 3D-printing; materials effective in creating perspective actuating devices (compositional and those that exhibit their properties in small-size structures). It has been proved that the recovery of Ukraine's industry is not possible on the old industrial base, and the creation of a new industry based on APT of Industry 4.0 is possible in the following areas: ICT (primarily in the field of software development); new composite materials with specified properties; industrial nanobiotechnologies (biomedicine and pharmacy, new agricultural technologies); mathematical modeling for creation of intelligent production systems; space research and development (in particular, development of the first stages of heavy missiles). The necessity of elaborating state programs of competitiveness development on the basis of APT, foresight research of

нанобіотехнології (біомедицина і фармацевтика, нові аграрні технології); математичне моделювання для створення розумних виробничих систем; космічні дослідження і розробки (в частині, розробка перших ступенів важких ракет). Обов'язковою необхідністю розробки в Україні державних програм розвитку конкурентоспособності на базі ПВТ, форсайтних досліджень технологічних пріоритетів, стимулювання високотехнологічного експорту.

**Ключеві слова:** технологічна конкурентоспособність, промислова революція, передові виробничі технології, конвергентні технології, державні програми.

**Табл.: 8. Бібл.: 34.**

**Матюшенко Ігорь Юрьевич** – кандидат технічних наук, професор, професор, Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна (пл. Свободи, 4, Харків, 61022, Україна)

**E-mail:** imatyushenko@karazin.ua

technology priorities, promoting high-tech exports in Ukraine has been substantiated.

**Keywords:** technological competitiveness, industrial revolution, advanced production technologies, converged technologies, government programs.

**Tabl.:** 8. **Bibl.:** 34.

**Matyushenko Igor Yu.** – Candidate of Sciences (Engineering), Professor, Professor, V. N. Karazin Kharkiv National University (4 Svobody Square, Kharkiv, 61022, Ukraine)

**E-mail:** imatyushenko@karazin.ua

Після кризи 2008–2009 рр. практично всі розвинені країни переглядають свої погляди щодо ролі промисловості, знову роблячи її основним інструментом для економічного зростання, а з початку 2011 р. більш чітко формується державна політика цих країн, спрямована на розвиток ключових факторів третьої промислової революції. Як наслідок, за умов посилення конкурентної боротьби на зовнішніх і внутрішніх ринках збуту промислової продукції провідних країн світу, суттєво загострюється *проблема* реалізації проектів наукових досліджень, спрямованих на пошук перспективних напрямів підвищення інноваційної активності суб'єктів промислової діяльності на основі впровадження так званих «глобальних» конвергентних технологій. Глобальні технології розповсюджуються не тільки на економіку окремо взятих країн і континентів, але й безпосередньо на населення багатьох країн світу, і водночас вони є за своїм походженням і змістом інноваційними технологіями, що стимулюють світову економіку та процес глобалізації, можуть привести до уніфікації когнітивного потенціалу людства, до стандартизації його свідомості.

Сьогодні практично всі розвинені держави світу (США, країни Євросоюзу, Японія, Південна Корея, Китай, Індія і Росія) вбачають у конвергентних технологіях (нано- (N), біо- (B), інфо- (I) та когнітивних (C) технологіях або NBIC-технологіях) чи не головний інструмент, за допомогою якого можна буде вирішити в недалекому майбутньому основні

глобальні проблеми людства, а саме: депопуляція і старіння населення; нестача продовольства; екологічні проблеми та захист навколишнього середовища; вичерпання природних ресурсів і нова енергетика; перехід до нового технологічного укладу. Конвергенція NBIC-технологій є основою створення глобальних «проривних» інноваційних технологій XXI століття, що дають змогу значно прискорити розвиток соціальної сфери і підняти її на якісно новий рівень.

Вказаною проблемою займається багато сучасних іноземних учених, таких як V. Smil, Дж. Хулл, Дж. Ріфкін, С. Джобс, Т. Курфус, С. Глаз'єв, В. Іноземцев, А. Акаєв, Ю. Полтерович, В. Княгинин, І. Дежина, А. Пономарев, а серед українських учених слід виділити роботи В. Гейця, В. Семіноженка, Б. Кваснюка, М. Кизима, В. Хаустової та багатьох інших. У той же час проблеми розвитку технологічної конкурентоспроможності в умовах третьої промислової революції потребують подальшого вивчення. *Метою* статті є вивчення основних тенденцій розвитку промислових революцій у світі та стану технологічної конкурентоспроможності України, а також розробка рекомендацій щодо механізмів впровадження передових технологій.

**1. Передові технології – фактор технологічної конкурентоспроможності країн світу в умовах сучасної промислової революції**

В табл. 1 наведено узагальнені характеристики промислових революцій, які прийнято у світовій науковій літературі [1–8].

**Таблиця 1**

**Узагальнені характеристики промислових революцій**

Промислові революції	Основні характеристики промислових революцій
1	2
Перша «Індустріальна» (наприкінці XVIII століття)	Обумовлена необхідністю механізації текстильної індустрії у Великобританії, появою парових двигунів, які використовувалися для виробництва енергії і забезпечили більш гнучке та потужне джерело енергії для машин, що вже не знаходилися поблизу природних джерел енергії, таких як річка. Заснована на <i>інноваціях у виробництві чавуну, парових двигунах і розвитку текстильної промисловості</i>
Друга «Технологічна»	Обумовлена впровадженням бесемєрівського способу виплавки сталі і появою поточного виробництва і складальної лінії, найяскравішим прикладом якої став конвеєр Генрі Форда. У 1860–1870-х рр. охопила

Закінчення табл. 1

1	2
(з другої половини XIX – початок XX століття)	Західну Європу, США, Росію і Японію. Технологічна революція була переважно заснована на наукових досягненнях, а не просто вдалих винаходах, і відбувалася на базі виробництва високоякісної сталі, поширенні залізниць, електрики та хімікатів. Стала наслідком введення <i>масового виробництва, заснованого на електричному приводі і поділі праці</i>
Третя «Інформаційна» (з 1970-х років)	Обумовлена використанням комп'ютерів у виробництві. Широке використання верстатів із ЧПУ, комп'ютерної обробки якісної і логістичної інформації, а також комп'ютеризація широкого спектра ручних завдань (таких як бухгалтерський облік, управління запасами та планування). Використання <i>електроніки та ІТ для досягнення подальшої автоматизації виробництва</i>
Четверта «Індустрія 4.0» (2011–2050 рр. XXI століття)	Русійною силою стали інтегровані інтелектуальні процеси та продукти, що генерують так звані великі дані, які повністю змінюють ландшафт виробництва і створюють нові ринки. Ця революція відбувається не тільки з використанням даних у процесі виробництва, але й інтеграцією усіх даних з широкого спектра виробничих систем по всьому ланцюжку поставок. Заснована на широкому використанні <i>кіберфізичних систем для впровадження орієнтованого на споживача «Інтернету речей»</i>

Складено за матеріалами [1–8]

Четверта промислова революція, більш відома як «Індустрія 4.0», отримала свою назву від ініціативи 2011 р., очолюваної німецькими бізнесменами, політиками та вченими, які визначили її як засіб підвищення конкурентоспроможності обробної промисловості Німеччини через посилену інтеграцію «кіберфізичних систем» (або CPS) у виробничі процеси [3]. CPS – це по суті всеосяжний термін, який використовується в розмовах про інтеграцію невеликих підключених до Інтернету машин і людської праці. Керівники підприємств не просто переосмислюють принцип складальної лінії, а й активно створюють мережу машин, які будуть не тільки виробляти товари з меншою кількістю помилок, але і зможуть автономно змінювати виробничі шаблони відповідно до необхідності, залишаючись високоефективними.

Цю ідею підтримує і ряд американських авторів і урядових структур, які вважають, що в концепції «Індустрія 4.0» йдеться про аналіз і інтеграцію загального процесу виробництва і життєвого циклу продукту, коли продукт і клієнт спілкуються безпосередньо з виробничими системами та персоналом з метою, щоб кожен окремий клієнт отримав саме той продукт, який він бажає [4]. Це дозволяє постачальникам краще зрозуміти, як їх продукція і виробничі операції виконуються, і як потреби і бажання клієнтів змінюються з плином часу. За такої можливості промисловість може ефективно та швидко поставляти клієнтам продукт, який відповідає їхнім потребам, і точно прогнозувати, а також задовольняти глобальний попит клієнтів у мінливому світі.

Іншими словами, Індустрія 4.0 – виробництво, еквівалентне орієнтованому на споживачів «Інтернету речей», у якому предмети побуту, від автомобілів до тостерів, будуть підключені до Інтернету. Німецький уряд підтримує цю ідею і приймає «високотехнологічну стратегію» для підготовки нації, але в цілому Індустрія 4.0 вже поступово захоплює весь світ, хочемо ми цього чи ні. Так, США взяли приклад Німеччини і створили некомерційний консорціум Industrial Internet в 2014 р., яким керують лідери промисловості на кшталт General Electric, AT & T, IBM і Intel [3; 4].

Водночас необхідно виокремити певні недоліки Індустрії 4.0:

- 1) Максимізація плюсів четвертої промислової революції вимагає масивних кооперацій, які не обмежуються корпоративними межами, особливо коли справа доходить до того, щоб всі машини говорили на одній мові. Якщо незакінчений продукт прибуде на машину, яка не зможе зчитати його RFID-чіп, тому що той запрограмований на іншій частоті, виробничий процес перетвориться на хаос. Тобто визначення загальних платформ і мов, на яких вільно спілкуватимуться машини різних корпорацій, залишається однією з основних задач у поширенні кіберфізичних систем;
- 2) Створення безпечних мереж – важке завдання, і інтеграція фізичних систем із Інтернетом робить їх більш уразливими до кібератак. Зі зростанням Індустрії 4.0 виробничі процеси можна тероризувати віддалено, маніпулюючи протоколом виробництва або просто паралізуючи цей процес. У міру того, як розумні заводи стають все більш поширеними, забезпечення їхньої безпеки буде ставати все більш злосудним питанням;
- 3) Основне побоювання з приводу роботи в Індустрії 4.0 полягає в тому, що значне розширення можливих операцій не обов'язково буде вимагати створення нових робочих місць для людей, що цілком може виявитися проблемою, оскільки загальна чисельність населення (перш за все країн, що розвиваються) продовжує зростати. Один із основних стимулів просування четвертої промислової революції полягає у бажанні конкурувати з аутсорсингом виробництва у країнах, що розвиваються. Широкомасштабне впровадження CPS в Європі і США може змінити ситуацію з розподілом робочої сили, ефективно висмикнувши килимок з-під країн, що розвиваються, які більшою мірою покладаються на виробництво;
- 4) Головним стимулом індустріалізації є не стільки вигоди споживачів, скільки потенційні вигоди для ТНК, які першими опанують Індустрію 4.0.

Крім того, у 2011 р. низка американських учених, в тому числі з Масачусетського технологічного інституту

(МІТ), висунули концепцію Третьої промислової революції, один з авторів якої – відомий учений, впливовий американський економіст і еколог Джеремі Ріфкін також вважає, що на зміну традиційним централізованим моделям бізнесу в найближчі півстоліття мають прийти нові структури. «Спадщина першої та другої промислових революцій – ієрархічна організація економічної і політичної влади – неминуче поступиться місцем горизонтальній взаємодії, коли сотні мільйонів людей будуть генерувати власну зелену енергію вдома, в офісах і на фабриках і ділитися нею один із одним в «енергетичному Інтернеті» [5].

Як вважає Дж. Ріфкін, «...великі економічні революції трапляються в історії тоді, коли нові комунікаційні технології зливаються воедино з новими енергетичними системами, тобто з конвергенцією технологій. Так, *поєднання інтернет-технологій і технологій відновлюваної енергетики* дозволяють сформувати потужну нову інфраструктуру для третьої промислової революції, яка змінить світ» [5, с. 12]. На думку Дж. Ріфкіна, у третьої промислової революції «...три фундаментальних джерела, три стовпи: широка експлуатація відновлюваних джерел енергії, будівництво будівель, які самі виробляють енергію, і перехід до використання водню як акумулятора енергії. Третя промислова революція дозволить світу увійти у стійку поствуглецеву еру до середини XXI століття і запобігти катастрофічній зміні клімату» [5, с. 16–17].

Зі свого боку фахівці з МІТ вважають, що третя промислова революція буде пов'язана з конвергенцією наук

про життя, фізичних наук та інжинірингу [6]. Вчені МІТ вважають, що сьогодні настала *ера біомедичної революції*, яка має три етапи: перший – молекулярні та клітинні технології, другий – геноміка, третій (поточний час) – конвергенція NBIC-технологій [6, с. 4–14].

Тобто, як ми бачимо, не існує однієї-єдиної концепції щодо змісту третьої (четвертої) промислової революції, але можна виділити декілька загальних тенденцій створення промисловості майбутнього, що з'явилися після кризи 2008–2009 рр. Так, промислове виробництво розвинених країн у найближчі 10–20 років буде змушене вирішувати цілий пакет *фундаментальних завдань*, пов'язаних із вичерпанням ресурсів розвитку: застарілою сировинною базою (дефіцит матеріалів, їх висока ціна, обмежені можливості в конструюванні потребують нових конструкційних і функціональних матеріалів); зростаючою складністю виробництва (ускладнення організації технологічних ланцюжків, комплексність продукції і зростаючі витрати на виробництво потребують якісного стрибку в інжинірингу та управлінні виробничими процесами в напрямку нелінійності); застарілою індустріальною інфраструктурою (дороговизна й негнучкість до радикальних інноваційних систем вимагає нових, більш гнучких і відкритих інфраструктур [7].

Подальший промисловий розвиток буде пов'язаний із здійсненням *трьох пов'язаних «революцій»*, що запускають наступний інноваційно-технологічний цикл (зміна технологічної парадигми) до 2030 р., в табл. 2 [7; 10–18].

Таблиця 2

**Основні «революційні» тренди у промисловому розвитку, пов'язані із запуском наступного інноваційно-технологічного циклу до 2030 р.**

Революція у проектуванні й організації виробничих процесів	Сьогодні промисловість переживає тотальний технологічний і організаційний реінжиніринг, заснований на тотальній дигіталізації виробничих процесів
Перехід до нових матеріалів	Їх інтеграція в автоматизовані системи проектування і виробництва, суміщення виробництва матеріалів і виробництва компонентів / виробів
Розумні середовища	Очікується їх масове впровадження на горизонті 2020–2030 рр. Боротьба за ринок розумних мереж / інфраструктур у світі йде повним ходом, реалізуються масштабні регіональні ініціативи

Складено за матеріалами [10–18]

За прогнозами до 2030 р. низки авторитетних світових інституцій (ОЕСР, Світовий банк) і міжнародних промислових асоціацій і дослідницьких компаній, запустити ці три революції у промисловому виробництві можна тільки через впровадження *передових виробничих технологій (ПВТ)*, які також називають «підривними» або «проривними», підкреслюючи їх революціонізуючий вплив на структуру виробництва [10–18].

ПВТ пов'язані з нетрадиційними методами обробки, новими інструментами контролю та управління виробничо-технологічними процесами, а також використанням нових матеріалів, автоматизованих та інтелектуальних систем контролю і управління обладнанням, виробничо-технологічними процесами та системами. Ці технології створюють нові ринки та галузі, сприяють зростанню продуктивності праці, підвищенню конкурентоспроможності окремих секторів і національних

економік. ПВТ пов'язуються, перш за все, з 3D-друком, інтернетом речей, новими матеріалами, робототехнікою [8–10].

Крім того, глобалізація економіки, глобальні фінансові ринки, досконала логістика привели до *глобалізації стандартів, прийняття єдиних методик менеджменту, а також «англійського технічного»* як міжнародної мови у сфері економіки та технологій. Це дозволило в організації виробництва вийти за межі цеху і підприємства, скористатися всіма доступними в економічній системі ресурсами і залучити у виробництво всіх зацікавлених осіб, включаючи покупців промислової продукції [8; 9].

У 2015 р. авторитетна міжнародна асоціація KPMG у щорічній публікації інноваційних технологій «Зміна ландшафту передових технологій» навела *прогноз нових технологічних тенденцій у глобальному масштабі*, який наведено в табл. 3 [16].

Таблиця 3

**Передові виробничі технології, які будуть для міжнародного бізнесу найбільш перспективними до 2020 р.**  
(% від усіх передових технологій)

Конвергентні технології	Світ в цілому	США	Китай	Японія	ASPAC (Азіатсько-Тихоокеанський регіон)	ЕМЕА (Європа – Близький Схід – Африка)
Хмарні технології	11	14	15	13	11	6
Мобільні платформи і застосування	9	9	3	10	8	11
Інтернет речей	9	8	9	3	9	9
Дані й аналітика	9	14	3	10	7	8
Біотехнології / цифрові технології лікування / охорона здоров'я	8	15	3	3	7	7
3D-друк	7	2	4	3	6	12
Кібербезпека	6	5	8	10	7	7
Роботи	6	5	6	3	6	8
Штучний інтелект / когнітивні обчислення	5	4	15	10	8	2
Соціальні мережі / платформи для спільної роботи	5	4	4	3	4	6
Цифрові валютні платформи (наприклад, bitcoin, платіжні системи)	4	2	6	7	6	5
Нанотехнології	4	3	6	3	4	4
Предмети інноваційного одягу	4	3	6	3	4	3
Віртуальна реальність / Доповнена реальність	3	4	2	3	3	3
Інші	10	8	10	16	10	9
Всього	100	100	100	100	100	100

Складено за матеріалами [16]

У цьому виданні висвітлюються ідеї більш ніж 800 провідних фахівців у галузі інформаційних технологій, починаючи від серійних підприємців до 100 лідерів хай-тек-індустрії і венчурних капіталістів. Зокрема, наведено результати прогнозного аналізу щодо того, які ПВТ міжнародний бізнес вважає найбільш перспективними до 2020 р.

Узагальнене розуміння ПВТ охоплює таке: (1) *Технологічне заміщення*, що веде до якісного вдосконалення наявних або створення принципово нових продуктів; (2) *Автоматизація* виробничого процесу, що ставить нові вимоги до кваліфікації фахівців; (3) *Кастомізація* виробництва як гнучка адаптація до потреб замовника; (4) *Локалізація* – зниження витрат за рахунок економії на логістиці і географічній близькості до споживача (замовника); (5) *Економічна ефективність*, пов'язана або зі зменшенням собівартості порівняно з масовим виробництвом, або з економією ресурсів, підвищенням продуктивності праці, інвестиційної привабливості і конкурентоспроможності [10–18].

В табл. 4 також наведено узагальнені *пріоритети в областях ПВТ* у країнах ЄС, США, Китаї, Україні [10–18].

Фахівці МІТ виокремлюють такі *пріоритетні напрямки ПВТ* [10]: (1) *Системи контролю виробничих процесів*, включаючи датчики стану обладнання, параметрів потоків сировини і стану (розмір, склад тощо) створюю-

них (оброблюваних або таких, що вирощують) об'єктів; (2) *Багатомірне моделювання складних виробів*, що дозволяє оптимізувати різні їхні параметри (міцність, термін життя і, можливо, процес виробництва) і кастомізувати об'єкт, модифікуючи його для індивідуального або дрібносерійного виробництва; (3) *Інтелектуальні системи управління виробництвом* (оптимізація зовнішньої і внутрішньої логістики, режими технологічних процесів), в тому числі в робототехніці і в області так званого «Інтернету речей»; (4) *Системи створення і перетворення (вирощування) матеріальних об'єктів*, в тому числі 3D-друк; інфузійні технології, що набувають все більшого значення; перспективні методи обробки поверхонь і роботи з термопластами (ключовими є ростові технології у широкому сенсі); (5) *Матеріали, ефективні при створенні перспективних виконавчих пристроїв* (перш за все, ростових технологій): композиційні, а також ті, що проявляють свої властивості в малорозмірних структурах.

## 2. Оцінка технологічної конкурентоспроможності України у світових рейтингах 2014–2016 рр.

В Індексі глобальної конкурентоспроможності (ІГК) **Всесвітнього економічного форуму (ВЕФ)** серед 12 основних факторів слід виділити фактори, що безпосередньо визначають технологічну конкурентоспроможність країни: (5-й) Вища і професійна освіта, тренінг; (9-й) Технологіч-

Таблиця 4

## Пріоритети в передових виробничих технологіях ЄС, США і Китаю

Європейський Союз	США	Китай	Україна
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ нові виробничі процеси;</li> <li>▪ адаптивні і розумні виробничі системи;</li> <li>▪ цифрове, віртуальне і ресурсоефективне виробництво;</li> <li>▪ мобільні і спроможні кооперуватися підприємства (мережеве виробництво та динамічні виробничі ланцюжки);</li> <li>▪ «людиноцентричне» виробництво;</li> <li>▪ виробництво, орієнтоване на споживача</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ сенсори, вимірювання і контроль процесів;</li> <li>▪ сучасний дизайн матеріалів, технології синтезу й обробки;</li> <li>▪ технології візуалізації, інформатика та цифрове виробництво;</li> <li>▪ сталі (раціональне) виробництво;</li> <li>▪ промислові нанотехнології;</li> <li>▪ виробництво гнучкої електроніки;</li> <li>▪ виробничі біотехнології і біоінформатика;</li> <li>▪ 3D-друк;</li> <li>▪ сучасне виробництво й обладнання для тестування (контроля якості);</li> <li>▪ промислова робототехніка;</li> <li>▪ сучасні технології формування і з'єднання</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ІКТ-індустрія нового покоління;</li> <li>▪ біоінженерія;</li> <li>▪ високопродуктивні технології і обладнання;</li> <li>▪ сучасні матеріали;</li> <li>▪ «розумні технології»</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ІКТ-індустрія (насамперед у галузі розробки програмного забезпечення);</li> <li>▪ нові композиційні матеріали із заданими властивостями;</li> <li>▪ промислові нанобіотехнології (насамперед біомедицина і фармація, нові аграрні технології);</li> <li>▪ математичне моделювання для створення розумних виробничих систем;</li> <li>▪ космічні дослідження і розробки (зокрема розробка важких ракет)</li> </ul>

Складено за матеріалами [10–18]

на готовність (оснащеність новими технологіями); (12-й) Інновації. За 2015 р. Україна у рейтингу глобальної конкурентоспроможності ВЕФ втратила 3 позиції і спустилася з 76-го (у 2014 р.) на 79-те місце серед 140 країн світу і знаходиться між Гватемалою та Таджикистаном [19–26].

Традиційно Україна відстає у рейтингах: за складовими якості інституцій (у 2015 р., як і у 2014 р., Україна знаходиться на 130-му місці) і знаходиться після Мадагаскару і перед Парагваем; за показниками ефективності ринку товарів та послуг (106-те місце) і знаходиться після Хорватії і перед Бутаном.

У той же час у 2015 р. Україна покращила свої позиції у рейтингу ВЕФ і має низку конкурентних переваг (конкурентною перевагою вважається фактор, за яким країна посідає 50-те місце і вище у рейтингу):

- 1) *За вищою освітою і професійною підготовкою* Україна піднялась на 7 позицій і зайняла 34-те місце зі 140 країн світу і знаходиться після Чилі й перед Коста Рікою, тобто вища освіта поки ще залишається конкурентною перевагою України. Україна зайняла 14-те місце у світі за рівнем охоплення вищою освітою та 38-ме місце – за якістю викладання математики та природничих наук. 44-те місце – за доступом до Інтернету в школах (плюс 23 позиції). Україна також має конкурентну перевагу у якості (45-те місце серед 140 країн) та охопленні початковою освітою (33-те);
- 2) *За інноваціями* Україна за результатами 2015 р. також піднялась на 54-те місце проти 81-го у 2014 р. і знаходиться після Кот Д'Вуару і перед Гондурасом. Тобто можна виділити декілька конкурентних переваг, а саме: вона посіла 29-те місце (проти 48-го у 2014 р.) у рейтингу за наявністю наукових та інженерних кадрів, 43-те (проти 67-го у 2014 р.) – за якістю науково-дослідних закладів

та 50-те (проти 52-го у 2014 р.) – за кількістю патентів на винаходи. Але, щоб інновації стали потенціалом для зростання економіки, необхідно: збільшити державні закупівлі високотехнологічної продукції (наразі Україна на 98-му місці) та вдосконалити співпрацю університетів і бізнесу у науці та інноваціях (74-те місце).

Але за показниками *технологічної готовності (оснащеність новими технологіями)* Україна таких конкурентних переваг не має. У 2015 р. вона зайняла 86-те місце порівняно з 85-м у 2014 р. (але це значно краще, ніж 94-те у 2013 р.) і знаходиться після Індонезії і перед Намібією. Дещо покращились позиції за показником наявності новітніх технологій (96-те проти 113-го у 2014 р.), прямі іноземні інвестиції і передача технологій (117-те проти 127-го у 2014 р.) і стабільно на протязі останніх 3 років залишається на 100-му місці за показником поглинання технологій на рівні фірм. Погіршилось місце за показником передплатників на мобільний ширококутний інтернет (121-ше проти 107-го у 2014 р.). Тобто усі позиції – вкрай невисокі [27].

Таким чином, у 2015 р. конкурентоспроможність України визначали *порівняльні факторні переваги традиційних галузей* (дешева робоча сила та якість, охоплення вищою освітою), а також інноваційні фактори: наявність наукових і інженерних кадрів, якість науково-дослідних закладів. Проблемними залишаються позиції (хоча й дещо покращились) з наявності новітніх технологій, ПІІ і передачі технологій, поглинання технологій на рівні фірм, державних закупівель високотехнологічної продукції, вдосконалення співпраці університетів і бізнесу у науці та інноваціях, кількості патентів на винаходи.

**Світовий банк** щорічно складає рейтинг країн за двома показниками – рейтинг країн за показником витрат на наукові дослідження і розробки до ВВП, а також рейтинг

високотехнологічного експорту у структурі промислового експорту країни, що висвітлюють взаємозв'язок між коштами, які витрачають країни на науку, і скільки вони заробляють на результатах цих досліджень.

У табл. 5 наведено дані для деяких країн за показником витрат на наукові дослідження і розробки до ВВП за 2006–2013 рр. [28].

Таблиця 5

**Витрати на наукові дослідження і розробки до ВВП за 2006–2013 рр.,%**  
(за класифікацією Світового банку)

Країна	Роки							
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Світ	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,2	н/д
Республіка Корея	2,8	3,0	3,1	3,3	3,5	3,7	4,0	4,1
Японія	3,4	3,5	3,5	3,4	3,3	3,4	3,3	3,5
США	2,6	2,6	2,8	2,8	2,7	2,8	2,8	н/д
ЄС	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0
Німеччина	2,5	2,4	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9
Польща	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,9	0,9
Китай	1,4	1,4	1,5	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0
Індія	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	н/д	н/д
Росія	1,1	1,1	1,0	1,3	1,1	1,1	1,1	1,1
Україна	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8
Білорусь	0,7	1,0	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7
Казахстан	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

н/д – немає даних

Складено за матеріалами: [28]

Інтенсивність досліджень і розробок (дослідження і розробки як відсоток ВВП) використовується як показник відносної міри інвестицій у створення нових знань. За цим показником, згідно з рейтингом Світового банку, найбільше на науку та наукові розробки витрачає Південна Корея (близько 4 % від ВВП), далі йдуть Японія (3,2 %), США (2,8 %) і країни ЄС (2,2 %). У Росії цей показник близько 1 % від ВВП. Близько до цього ж рівня знаходяться Польща (0,9 %), Україна (0,8 %), Індія (0,8 %) та Білорусь (0,7), тобто на рівні, коли не можна казати, що науку не фінансують зовсім, але це в 3 рази менше за розвинених країн, які сьогодні є технологічними лідерами.

За класифікацією Світового банку до високотехнологічної продукції відносяться: (1) аерокосмічна, (2) фармацевтична, (3) комп'ютери, (3) наукові прилади і (5) електричне машинобудування – тобто продукція з високою інтенсивністю науково-технічних досліджень (with high R&D intensity). Співвідношення високотехнологічного експорту до промислового експорту показує, скільки країни заробляють на своїй інноваційній продукції і яку віддачу мають інвестиції в наукові дослідження та інноваційні розробки. У табл. 6 наведено порівняння високотехнологічного експорту у структурі промислового експорту для деяких країн за 2006–2013 рр. [29].

Найбільший відсоток високотехнологічного експорту мають Південна Корея (~27 %), Китай (~27 %), Японія (~18 %), США (~17 %), Німеччина (~16 %), ЄС (~15 %), які витрачають на наукові розробки від 4,5 до 2 % від ВВП.

Водночас країни, що просто купують уже готові розробки та патенти, мають теж достатньо високий відсоток високотехнологічного експорту – Казахстан (~36 %), Індія (~8 %), Польща (~7 %) і витрачають на власні дослідження і розробки 0,2 %, 0,8 % і 0,9 % відповідно. Україна, витрачаючи на науку 0,8 % ВВП, експортує всього ~5-6 % високотехнологічної продукції.

Таким чином, якщо Україна хоче збільшити експорт високотехнологічного обладнання, потрібно спочатку зменшити витрату грошей на різні псевдонаукові розробки, виділити технологічні пріоритети відповідно до світових тенденцій і вкладати кошти тільки у цих напрямках, а сьогодні реально почати купувати вже готові розробки та патенти і виробляти високотехнологічну продукцію (як це роблять Китай і Казахстан). При цьому для покупки патентів і створення нових виробництв потрібні суттєві інвестиції.

**Організація економічного співробітництва і розвитку (ОЕСР)** ідентифікує трохи інші 5 науково зорієнтованих галузей, виробництво продукції яких пов'язане із високим рівнем інтенсивності НДДКР, а саме: (1) аерокосмічна, (2) фармацевтична, (3) офісне і комп'ютерне обладнання, (4) комунікаційне устаткування, а також (5) медичні, точні й оптичні інструменти.

У табл. 7 наведено розраховані співвідношення обсягів експорту високотехнологічної продукції до товарного експорту деяких країн за 2012–2014 рр. (за класифікацією ОЕСР) [30; 31]. Вказані тенденції пояснюються як падінням

Таблиця 6

Співвідношення високотехнологічного експорту у структурі промислового експорту деяких країн за 2006–2013 рр., %  
(за класифікацією Світового банку)

Країна	Роки							
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Світ	20,8	17,5	16,7	18,2	17,6	16,5	17,0	17,0
Республіка Корея	32,1	30,5	27,6	28,7	29,5	25,7	26,2	27,1
Японія	30,1	27,2	25,9	21,5	19,9	18,1	17,8	17,8
США	22,1	18,4	17,3	18,8	18,0	17,5	17,4	16,8
ЄС	18,5	14,0	13,6	15,2	15,4	15,0	15,4	14,3
Німеччина	17,1	14,0	13,3	15,3	15,3	15,0	15,8	16,1
Польща	3,7	3,0	4,3	6,1	6,7	5,9	7,0	7,7
Китай	30,5	26,7	25,6	27,5	27,5	25,7	26,2	27,0
Індія	6,1	6,4	6,8	9,1	7,2	6,9	6,6	8,1
Росія	7,8	6,9	6,5	9,2	9,1	8,0	8,4	10,0
Україна	3,4	3,7	3,3	5,6	4,3	4,4	6,3	5,9
Білорусь	2,8	2,8	2,4	3,1	3,0	2,6	2,9	4,4
Казахстан	20,9	21,4	21,9	29,9	34,2	24,7	30,0	36,9

Складено за матеріалами: [29]

Таблиця 7

Співвідношення обсягів експорту високотехнологічної продукції до товарного експорту деяких країн за 2012–2014  
(за класифікацією ОЕСР)

Країна	Експорт високотехнологічної продукції, млрд дол.			Експорт товарів всього, млрд дол.			Співвідношення (%)		
	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
Світ	3027,66	2872,30	3272,26	18077,48	18457,7	18663,72	16,75	15,56	17,53
Республіка Корея	127,32	137,47	143,22	547,879	559,632	572,665	23,24	24,57	25,01
Японія	143,97	125,55	121,20	798,62	715,0972	683,8456	18,03	17,56	17,72
США	267,41	266,89	278,32	1545,6	1578	1622,7	17,30	16,91	17,15
ЄС	434,62	459,15	463,84	2251,6	2396,2	2337,4	19,30	19,16	19,84
Німеччина	251,92	259,06	266,09	1408,37	1451,63	1505,47	17,89	17,85	17,67
Польща	18,14	21,37	24,45	179,6036	203,8479	214,4768	10,10	10,48	11,40
Китай	600,17	658,49	659,39	2048,94	2210,25	2343,19	29,29	29,79	28,14
Індія	19,68	24,59	24,83	296,827	314,809	319,757	6,63	7,81	7,77
Росія	6,50	8,11	8,40	524,7664	527,2659	497,909	1,24	1,54	1,69
Україна	3,22	2,59	2,20	68,6945	63,3205	53,9133	4,69	4,09	4,07
Білорусія	0,78	0,63	0,73	46,0599	37,203	36,3894	1,70	1,70	2,01
Казахстан	0,69	0,57	1,02	92,2815	82,51	78,2367	0,75	0,69	1,30

Розраховано автором за матеріалами: [30; 31]

світових цін на товари, що є основою українського експорту, так і подальшою деградацією товарної структури експорту – тобто збільшенням продажу сировини і зменшенням експорту обсягу товарів із доданою вартістю.

Дані Державної служби статистики України свідчать, що причиною такої низької присутності

України на світовому ринку високотехнологічної продукції і тенденції до її подальшого скорочення є застаріла структура виробництва, що є, у свою чергу, наслідком низького рівня витрат на НДДКР в Україні та зниженням інноваційної активності українських підприємств.



В табл. 8 наведено дані щодо наукової та інноваційної діяльності в Україні за 2010–2014 рр.

З 2010 р. до 2014 р. кількість наукових організацій скоротилась в 1,3 рази, кількість наукових праців-

Таблиця 8

Наукова та інноваційна діяльність в Україні за 2010–2014 рр.

Показник	Рік				
	2010	2011	2012	2013	2014
Кількість організацій, які виконують наукові та науково-технічні роботи	1303	1255	1208	1143	999
Кількість працівників наукових організацій, тис. осіб	141,1	134,7	129,9	123,2	109,6
Фінансування наукових і науково-технічних робіт з усіх джерел у % ВВП*	0,82	0,74	0,75	0,77	0,66
Фінансування наукових і науково-технічних робіт із держбюджету у % ВВП*	0,34	0,30	0,33	0,33	0,26
Питома вага підприємств, що впроваджували інновації, %*	11,5	12,8	13,6	13,6	12,1
Загальний обсяг витрат на інноваційну діяльність, млн грн	8045,5	14333,9	11480,6	9562,6	7695,9
Частка реалізованої інноваційної продукції у загальному обсязі промислової, %	3,8	3,8	3,3	3,3	2,5
Частка реалізованої інноваційної продукції за межі України у загальному обсязі інноваційної, %	29,8	36,9	36,9	44,8	29,2

\*Складено за матеріалами: [32]

ників – також у 1,3 рази, фінансування науки з усіх джерел – в 1,25 рази і склало 0,66 % від ВВП, а фінансування з держбюджету – в 1,3 рази і склало у 2014 р. всього 0,26 % від ВВП, у той же час у розвинених країнах цей показник коливається на рівні 2–4 % [32]. Крім того, слід зазначити практичну стагнацію і навіть скорочення питомої ваги підприємств, що впроваджували інновації в Україні, до 12,1 % у 2014 р. проти 13,6 % у 2013 р., також скорочення загального обсягу витрат на інноваційну діяльність в 1,25 раза до 7,7 млрд грн у 2014 р. проти 9,6 млрд грн у 2013 р. (і це незважаючи на інфляцію).

Як наслідок, відбулося скорочення частки реалізованої інноваційної продукції у загальному обсязі промислової продукції у 1,3 раза – до 2,5 % у 2014 р. проти 3,3 % у 2013 р., а також частки реалізованої інноваційної продукції за межі України у загальному обсязі інноваційної у 1,53 раза – до 29,2 % у 2014 р. проти 44,8 % у 2013 р.

Це свідчить, що економіка України розвивається практично без використання вітчизняних наукових розробок, і це за умови того, що в розвинених країнах до 90 % приросту ВВП досягається за рахунок застосування результатів науково-технічної та інноваційної діяльності.

Виходячи із визначених тенденцій розвитку технологічної конкурентоспроможності України, а також враховуючи її відверту відсталість, постає необхідність у визначенні причин наявного становища і пріоритетних напрямів державної підтримки зростання виробництва високотехнологічної продукції в Україні з урахуванням включення в міжнародні інтеграційні процеси як у рамках асоціації з ЄС, так і пошуку нових ринків.

### 3. Причини наявного стану технологічної конкурентоспроможності України

По-перше, теоретичний аспект. В Україні дотепер в основу визначення напрямків конкурентної політики

була покладена класична ліберальна концепція ідеальної конкуренції, яка не враховує еволюційні зміни у конкурентній боротьбі, які відбулися у світовій економіці під впливом науково-технічного прогресу і глобалізації ринків, що привело до створення ТНК і міждержавних союзів. Як наслідок, подолання високого рівня монополізації українського виробництва та підвищення його конкурентоспроможності пішло шляхом розділу великих підприємств, ліквідації міцних виробничих і науково-технічних комплексів і створення замість них розрізаних малих підприємств, зростання трансакційних витрат, що відповідне зростанню собівартості продукції і збитковості виробництва. Вихід на міжнародні ринки відбувався не за рахунок розвитку власних НДДКР і інноваційного виробництва, а за рахунок експорту сировини та напівфабрикатів, залучення іноземних інвесторів для розпорядження національними ресурсами, дешевої робочої сили [33].

Країна, що розвивається (яка була достатньо індустріально розвиненою), в сучасних умовах може мати змогу здійснити економічний прорив і приєднатися до пулу розвинених країн тільки шляхом комплексної («інтегрованої») модернізації, яка передбачає: по-перше, реалізацію стратегії наздоганяючого розвитку з широким запозиченням високопродуктивних технологій, методів організації виробництва і систем управління з метою глибокої модернізації, перш за все, обробних і традиційних галузей (або первинної модернізації) країни; по-друге, здійснення інноваційно-технологічного прориву (або вторинної модернізації) через самостійне випереджальне освоєння найновіших технологій на базі власного унікального науково-технологічного заділу. Як наслідок, державна політика повинна еволюціонувати: від імпортозаміщення до експортної орієнтації, від управління тарифами до неселективної політики регулювання реального валютного курсу, від за-

позичень до інновацій, від створення великих фірм до підтримки малого і середнього бізнесу.

По-друге, відсутня *стратегія підвищення конкурентоспроможності національної економіки* і суб'єктів господарювання, а також механізм причинно-наслідкових зв'язків цієї стратегії з інноваційною моделлю розвитку. Інноваційно-інвестиційний процес, що поєднується і синхронізується з розвитком інтеграційних і соціальних перетворень, повинен стати рушійною силою підвищення конкурентоспроможності, спрямування і підтримки нарощування високотехнологічного експорту.

По-третє, в Україні дотепер *не визначені найважливіші стратегічні чинники формування конкурентних переваг*, і насамперед *не використовуються інноваційні чинники зростання*: не створені умови для відповідного фінансування розвитку науки й освіти, стимулювання інвестицій у технологічні інновації. При цьому конкурентоспроможність України і сьогодні визначають традиційними галузями, конкурентоспроможність яких базується на порівняльних факторних перевагах [33; 34]. Згідно з рейтингом України в Індексі глобальної конкурентоспроможності та його складових виявлені основні чинники, що негативно впливають на технологічну конкурентоспроможність України: (1) Низька якість державного регулювання економіки та рівень нормативно-правової бази, у тому числі у сфері інновацій; (2) Низька інноваційна готовність підприємств (більшість українських компаній надають перевагу копіюванню нововведень, ніж проведенню ризикованих і високвитратних розробок); (3) Низький рівень співпраці у дослідній діяльності між університетами та промисловістю; (4) Слабке ресурсне забезпечення інноваційної діяльності (зокрема, венчурний капітал практично не функціонує); (5) Низька кількість патентів і статей у науково-технічних журналах; (6) Відсутність ефективно функціонуючих кластерних структур.

По-четверте, *розвиток національної інноваційної системи гальмується*: (1) Відсутністю чіткої *концепції науково-технічних і інноваційних національних пріоритетів*, системного управління інноваційними процесами з боку держави, незадовільним інституціональним забезпеченням інноваційних перетворень, нестабільністю та суперечливістю нормативно-правової бази інноваційної діяльності; (2) Невикористанням інноваційного потенціалу української науки та освіти (постійне скорочення частки виконаних наукових і науково-технічних робіт у ВВП); (3) Незадовільним фінансуванням наукової та науково-технічної діяльності (скорочення у 2014 р. бюджетного фінансування до 0,26 % від ВВП, а з усіх джерел – до 0,66 %); (4) Низькою інноваційною активністю українського бізнесу (у 2014 р. частка підприємств, що впроваджують інновації, скоротилася до 12,1 %; частка реалізованої інноваційної продукції у загальному обсязі промислової скоротилася у 1,3 раза; частка реалізованої інноваційної продукції за межі України у загальному обсязі інноваційної – у 1,53 раза порівняно з 2013 р.).

По-п'яте, наявні *суперечності інноваційного забезпечення конкурентоспроможності*: (1) Безсистемність процесів інноваційної активності і відсутність стійкої тенденції до її розвитку на фоні глобальної експансії нововведень;

(2) Відсутність зв'язку між традиційними (ціновими) конкурентними перевагами українських підприємств і інноваційною базою їхнього формування; (3) Нееквівалентність і нерівноправність участі України в міжнародній міграції інновацій; (4) Низький міжнародний конкурентний рівень вітчизняних розробок, які класифікуються як інновації; (5) Суперечливе відношення до малого бізнесу як джерела інновацій; (6) Нерозвиненість інноваційної інфраструктури (бізнес-інкубаторів, технопарків, технополісів); (7) Недосконала система отримання, використання і захисту прав інтелектуальної власності [33; 34].

І, насамкінець, відсутня *стратегія прогнозування технологічного розвитку на середньо- і довгостроковий період*, яка надає змогу планувати та системно управляти витратами на розробку нових «проривних» технологічних рішень і інновацій для промисловості. Саме «проривні інновації» («передові» технології) створюють основні «хвилі росту» в окремих галузях, які забезпечують підприємству, що здійснило прорив, та його раннім послідовникам прискорене зростання.

Таким чином, можна дійти таких **висновків** щодо можливих напрямків роботи урядових структур із питань підвищення технологічної конкурентоспроможності України.

З метою розвитку передових промислових технологій в Україні на довгострокову перспективу до 2030 р. необхідно:

- 1) Розробити «Державну програму проведення форсайтних досліджень і середньо- та довгострокового прогнозування науково-технічних і технологічних пріоритетів до 2030 р.», основними умовами якої мають бути регулярність підготовки прогнозів (наприклад, раз на 3 роки), а також обов'язковість урахування їх результатів під час підготовки державних програм з розвитку науково-технічних досліджень та інноваційних розробок на п'ятирічний термін;
- 2) Розробити «Державну програму підвищення конкурентоспроможності української промисловості на основі комплексної («інтегрованої») модернізації і впровадження передових виробничих технологій до 2030 р.», яка, зокрема, передбачатиме:
  - а) Реалізацію *стратегії наздоганяючого розвитку* (або первинної модернізації), перш за все, для обробних і традиційних галузей на основі прискореного імпортування й адаптування до української індустрії зрілих технологій нового інжинірингу. Для цього необхідно якнайширше використовувати можливості зон вільної торгівлі з країнами світу (наприклад, зі США, Канадою, Туреччиною тощо) і угоди про асоціацію з ЄС;
  - б) Здійснення *інноваційно-технологічного прориву* (або вторинної модернізації) на базі власного унікального науково-технологічного заділу у визначених технологічних пріоритетах:
    - найактивніша участь науки та промисловості України в переході світової індустрії на нові (проектвані) матеріали із заданими властивостями, що буде відбуватися в найближчі 10–15 років;

- участь у дослідженнях із математичного моделювання для «розумних» виробничих систем, реалізація великих пілотних проектів і входження до подібного роду проектів, які мають глобальне значення для розвитку нової промисловості й економіки;
  - участь у реалізації пілотних проектів в ІКТ-індустрії (перш за все, в галузі розробки програмного забезпечення), а також створення промислових нанобіотехнологій (перш за все, у біомедицині і фармації, створенні нових аграрних технологій);
  - проведення космічних досліджень і розробок і рамках проектів Європейського космічного агентства (зокрема в розробці важких ракет для виведення на орбіту фрагментів міжнародних космічних станцій);
- 3) Розробити «Державну програму стимулювання й підтримки експорту до 2030 р.», де одним із основних розділів має стати перелік профінансованих заходів із розвитку високотехнологічного експорту.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Smil V. *Creating the Twentieth Century: Technical Innovations of 1867–1914 and Their Lasting Impact* / V. Smil. – Oxford ; New York : Oxford University Press, 2005.
2. Hull J. *The Second Industrial Revolution: The History of a Concept* / J. Hull // *Storia Della Storiografia*. – 1999. – Issue 36. – P. 81–90.
3. *Securing the future of German manufacturing industry. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report* / The Industrie 4.0 Working Group; National Academy of Science and Engineering; German Research Center for Artificial Intelligence. – 2011. – 80 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://www.acatech.de/fileadmin/user\\_upload/Baumstruktur\\_nach\\_Website/Acatech/root/de/Material\\_fuer\\_Sonderseiten/Industrie\\_4.0/Final\\_report\\_\\_Industrie\\_4.0\\_accessible.pdf](http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf)
4. Kurfuss Th. *Industry 4.0: Manufacturing in the United States* / Th. Kurfuss // *Bridges*. – 2014. – 42 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ostaustria.org/bridges-magazine/item/8310-industry-4-0>
5. Рифкин Дж. Третья промышленная революция : Как горизонтальные взаимодействия меняют энергетику, экономику и мир в целом / Джереми Рифкин ; [пер. с англ.]. – М. : Альпина нон-фикшн, 2014. – 410 с.
6. *The Third Revolution : The Convergence of the Life Sciences, Physical Sciences and Engineering*, 2011. – January. – 40 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://dc.mit.edu/sites/dc.mit.edu/files/MIT%20White%20Paper%20on%20Convergence.pdf>
7. Княгинин В. Н. Основные тренды в новом поколении производственных технологий [Електронний ресурс] / В. Н. Княгинин // Материалы к выступлению на расширенном заседании рабочей группы Экономического совета при Президенте РФ по направлению «Отраслевая и инфраструктурная политика». – М. : Фонд «Центр стратегических разработок «Северо-Запад». – 10.06.2013. – Режим доступу : <http://tboil.ru/tboilevents/files/eventfiles/51/Лекция%20Княгинина.pdf>
8. Дежина И. Перспективные производственные технологии: новые акценты в развитии промышленности [Електронний ресурс] / И. Дежина, А. Пономарев // Форсайт. – 2014. – Т. 8, № 2. – С. 16–29. – Режим доступу : <https://foresight-journal.hse.ru/2014-8-2/127318614.html>
9. Публичный аналитический доклад по развитию новых производственных технологий [Електронний ресурс] / Сколковский институт науки и технологий. – 22.10.2014. – 203 с. – Режим доступу : <http://isicad.ru/ru/pdf/ReportSkolkovo2014.pdf>
10. 2013 Emerging Trends Report [Електронний ресурс] / MIT Technology Review, Special Issue. – 2013. – 91 p. – Режим доступу : [http://oneglobalonline.com/k/docs/MIT\\_Technology\\_Review\\_2013.pdf](http://oneglobalonline.com/k/docs/MIT_Technology_Review_2013.pdf)
11. Emerging trends in global manufacturing industries [Електронний ресурс] / UNIDO. – 2013. – 81 p. – Режим доступу : [https://www.unido.org/fileadmin/user\\_media/Services/PSD/Emerging\\_Trends\\_UNIDO\\_2013.PDF](https://www.unido.org/fileadmin/user_media/Services/PSD/Emerging_Trends_UNIDO_2013.PDF)
12. Emerging Global Trends in Advanced Manufacturing [Електронний ресурс] / Institute for Defense Analyses. – 2012. – 248 p. – Режим доступу : [https://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/Emerging\\_Global\\_Trends\\_in\\_Advanced\\_Manufacturing.pdf](https://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/Emerging_Global_Trends_in_Advanced_Manufacturing.pdf)
13. The global manufacturing sector: current issues [Електронний ресурс] / Chartered Institute of Management Accountants. – 2010. – 10 p. – Режим доступу : [http://www.cimaglobal.com/Documents/Thought\\_leadership\\_docs/Global\\_manufacturing\\_report.pdf](http://www.cimaglobal.com/Documents/Thought_leadership_docs/Global_manufacturing_report.pdf)
14. Manufacturing the Future: The next era of global growth and innovation [Електронний ресурс] / The McKinsey Global Institute. – 2012. – 172 p. – Режим доступу : <http://www.nist.gov/mep/data/upload/Manufacturing-the-Future.pdf>
15. The Future of Manufacturing: Driving Capabilities, Enabling Investments [Електронний ресурс] / Global Agenda Council on the Future of Manufacturing; UNIDO. – 2014. – 38 p. – Режим доступу : [http://www3.weforum.org/docs/Media/GAC14/Future\\_of\\_Manufacturing\\_Driving\\_Capabilities.pdf](http://www3.weforum.org/docs/Media/GAC14/Future_of_Manufacturing_Driving_Capabilities.pdf)
16. Global Manufacturing Outlook. Preparing for battle: Manufacturers get ready for transformation [Електронний ресурс] / KPMG. – 2015. – 34 p. – Режим доступу : <https://www.kpmg.com/CN/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/Global-Manufacturing-Outlook-O-201506.pdf>
17. The next production revolution [Електронний ресурс] / OECD. – 2015. – 24 p. – Режим доступу : <https://www.evm.dk/.../15-05-18-the-next-production-revolution>
18. Report to the President: Accelerated U.S. advanced manufacturing [Електронний ресурс] / Executive Office of the President President's Council of Advisors on Science and Technology. – 2014. – 94 p. – Режим доступу : [https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/PCAST/amp20\\_report\\_final.pdf](https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/PCAST/amp20_report_final.pdf)
19. The Global Competitiveness Report 2008–2009 [Електронний ресурс] / World Economic Forum, 2008. – 513 p. – Режим доступу : [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GlobalCompetitivenessReport\\_2008-09.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2008-09.pdf)
20. The Global Competitiveness Report 2009–2010 [Електронний ресурс] / World Economic Forum, 2009. – 492 p. – Режим доступу : [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GlobalCompetitivenessReport\\_2009-10.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2009-10.pdf)
21. The Global Competitiveness Report 2010–2011 [Електронний ресурс] / World Economic Forum, 2010. – 516 p. – Режим доступу : [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GlobalCompetitivenessReport\\_2010-11.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2010-11.pdf)
22. The Global Competitiveness Report 2011–2012 [Електронний ресурс] / World Economic Forum, 2011. – 544 p. –

Режим доступу : [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GCR\\_Report\\_2011-12.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GCR_Report_2011-12.pdf)

23. The Global Competitiveness Report 2012–2013 [Електронний ресурс] / World Economic Forum, 2012. – 545 р. – Режим доступу : [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GlobalCompetitivenessReport\\_2012-13.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2012-13.pdf)

24. The Global Competitiveness Report 2013–2014 [Електронний ресурс] / World Economic Forum, 2013. – 569 р. – Режим доступу : [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GlobalCompetitivenessReport\\_2013-14.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2013-14.pdf)

25. The Global Competitiveness Report 2014–2015 [Електронний ресурс] / World Economic Forum, 2014. – 565 р. – Режим доступу : [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GlobalCompetitivenessReport\\_2014-15.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2014-15.pdf)

26. The Global Competitiveness Report 2015–2016 [Електронний ресурс] / World Economic Forum, 2015. – 403 р. – Режим доступу : [http://www3.weforum.org/docs/gcr/2015-2016/GlobalCompetitiveness\\_Report\\_2015-2016.pdf](http://www3.weforum.org/docs/gcr/2015-2016/GlobalCompetitiveness_Report_2015-2016.pdf)

27. Україна у рейтингу глобальної конкурентоспроможності 2015 [Електронний ресурс] / Г. Чухай, В. Страхова, П. Іванов; Проектний офіс Національної ради реформ. – 01.10.2015. – Режим доступу : <http://reforms.in.ua/ua/news/ukrayina-u-reytingu-globalnoyi-konkurentospromozhnosti-2015>

28. Research and development expenditure (% of GDP) [Електронний ресурс] / Data. The World bank. – Режим доступу : <http://data.worldbank.org/indicator/GB.XPD.RSDV.GD.ZS>

29. High-technology exports (% of manufactured exports) [Електронний ресурс] / Data. The World bank. – Режим доступу : <http://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.TECH.MF.ZS/countries>

30. National Science Board [Електронний ресурс] / Science and Engineering Indicators 2016. – Режим доступу : <http://www.nsf.gov/statistics/2016/nsb20161/#/data/appendix>

31. United Nations Commodity Trade Statistics Database [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://comtrade.un.org/db/mr/rfCommoditiesList.aspx?px=54&cc=>

32. Офіційний сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua>

33. Мельникова В. І. Підвищення конкурентоспроможності як основа виходу України з економічної кризи [Електронний ресурс] / В. І. Мельникова, О. П. Мельникова // Фінансово-кредитна діяльність: проблеми теорії та практики. – 2014. – № 5. – С. 82–89. – Режим доступу : <http://fkd.org.ua/article/view/29696/26557>

34. Гармашова О. П. Інноваційна спроможність економіки України [Електронний ресурс] / О. П. Гармашова // Вісник СевНТУ. Серія «Економіка і фінанси». – 2013. – Вип. 138. – С. 37–46. – Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsntue\\_2013\\_138\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsntue_2013_138_8)

## REFERENCES

Chukhai, H., Strakhova, V., and Ivanov, P. "Ukraine u reytynhu hlobalnoi konkurentospromozhnosti 2015" [Ukraine in the ranking of global competitiveness 2015]. <http://reforms.in.ua/ua/news/ukrayina-u-reytingu-globalnoyi-konkurentospromozhnosti-2015>

Dezhina, I., and Ponomarev, A. "Perspektivnyye proizvodstvennyye tekhnologii: novyye aktsenty v razvitii promyshlennosti"

[Advanced production technology: the new emphasis on the development of industry]. <https://foresight-journal.hse.ru/2014-8-2/127318614.html>

"2013 Emerging Trends Report" [http://oneglobalonline.com/k/docs/MIT\\_Technology\\_Review\\_2013.pdf](http://oneglobalonline.com/k/docs/MIT_Technology_Review_2013.pdf)

"Emerging trends in global manufacturing industries" [https://www.unido.org/fileadmin/user\\_media/Services/PSD/Emerging\\_Trends\\_UNIDO\\_2013.PDF](https://www.unido.org/fileadmin/user_media/Services/PSD/Emerging_Trends_UNIDO_2013.PDF)

"Emerging Global Trends in Advanced Manufacturing / Institute for Defense Analyses" [https://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/Emerging\\_Global\\_Trends\\_in\\_Advanced\\_Manufacturing.pdf](https://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/Emerging_Global_Trends_in_Advanced_Manufacturing.pdf)

"Global Manufacturing Outlook. Preparing for battle: Manufacturers get ready for transformation" <https://www.kpmg.com/CN/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/Global-Manufacturing-Outlook-O-201506.pdf>

Hull, J. "The Second Industrial Revolution: The History of a Concept" *Storia Della Storiografia*, no. 36 (1999): 81–90.

"High-technology exports (% of manufactured exports)" <http://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.TECH.MF.ZS/countries>  
Harmashova, O. P. "Innovatsiina spromozhnist ekonomiky Ukrainy" [The innovative capacity of the economy of Ukraine]. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsntue\\_2013\\_138\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsntue_2013_138_8)

Kurfuss, Th. "Industry 4. 0: Manufacturing in the United States" <http://ostaustria.org/bridges-magazine/item/8310-industry-4-0>

Knyaginina, V. N. "Osnovnyye trendy v novom pokolenii proizvodstvennykh tekhnologiy" [The main trends in the new generation of manufacturing technology]. <http://tboil.ru/tboilevents/files/eventfiles/51/Лекция%20Княгинина.pdf>

"Manufacturing the Future: The next era of global growth and innovation" <http://www.nist.gov/mep/data/upload/Manufacturing-the-Future.pdf>

Melnykova, V. I., and Melnykova, O. P. "Pidvyshchennia konkurentospromozhnosti yak osnova vykhodu Ukrainy z ekonomichnoi kryzy" [Improving the competitiveness of Ukraine as a basis for the exit from the economic crisis]. <http://fkd.org.ua/article/view/29696/26557>

"NationalScienceBoard" <http://www.nsf.gov/statistics/2016/nsb20161/#/data/appendix>

Oftsiyniy sait Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy. <http://www.ukrstat.gov.ua>

"Publichnyy analiticheskiy doklad po razvitiyu novykh proizvodstvennykh tekhnologiy" [Public analytical report on the development of new production technologies]. <http://isicad.ru/ru/pdf/ReportSkolkovo2014.pdf>

"Report to the President: Accelerated U. S. advanced manufacturing" [https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/PCAST/amp20\\_report\\_final.pdf](https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/PCAST/amp20_report_final.pdf)

"Research and development expenditure (% of GDP)" <http://data.worldbank.org/indicator/GB.XPD.RSDV.GD.ZS>

Rifkin, Dzh. *Tretya promyshlennaya revolyutsiya: Kak gorizontalnyye vzaimodeystviya menyayut energetiku, ekonomiku i mir v tselom* [The Third Industrial Revolution: How to change the horizontal interaction energy, the economy and the world at large]. Moscow: Alpina non-fikshn, 2014.

Smil, V. *Creating the Twentieth Century: Technical Innovations of 1867-1914 and Their Lasting Impact* Oxford; New York: Oxford University Press, 2005.

"Securing the future of German manufacturing industry. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report" [http://www.acatech.de/fileadmin/user\\_](http://www.acatech.de/fileadmin/user_)

upload/Baumstruktur\_nach\_Website/Acatech/root/de/Material\_fuer\_Sonderseiten/Industrie\_4.0/Final\_report\_\_Industrie\_4.0\_accessible.pdf

"The Global Competitiveness Report 2011-2012" [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GCR\\_Report\\_2011-12.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GCR_Report_2011-12.pdf)

"The Global Competitiveness Report 2012-2013" [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GlobalCompetitivenessReport\\_2012-13.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2012-13.pdf)

"The Global Competitiveness Report 2013-2014" [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GlobalCompetitivenessReport\\_2013-14.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2013-14.pdf)

"The Global Competitiveness Report 2014-2015" [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GlobalCompetitivenessReport\\_2014-15.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2014-15.pdf)

"The Global Competitiveness Report 2015-2016" [http://www3.weforum.org/docs/gcr/2015-2016/Global\\_Competitiveness\\_Report\\_2015-2016.pdf](http://www3.weforum.org/docs/gcr/2015-2016/Global_Competitiveness_Report_2015-2016.pdf)

"The Global Competitiveness Report 2009-2010" [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GlobalCompetitivenessReport\\_2009-10.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2009-10.pdf)

"The next production revolution" <https://www.evm.dk/.../15-05-18-the-next-production-revolution>

"The Global Competitiveness Report 2010-2011" [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GlobalCompetitivenessReport\\_2010-11.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2010-11.pdf)

"The Global Competitiveness Report 2008-2009" [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GlobalCompetitivenessReport\\_2008-09.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2008-09.pdf)

"The Future of Manufacturing: Driving Capabilities, Enabling Investments" [http://www3.weforum.org/docs/Media/GAC14/Future\\_of\\_Manufacturing\\_Driving\\_Capabilities.pdf](http://www3.weforum.org/docs/Media/GAC14/Future_of_Manufacturing_Driving_Capabilities.pdf)

"The global manufacturing sector: current issues" [http://www.cimaglobal.com/Documents/Thought\\_leadership\\_docs/Global\\_manufacturing\\_report.pdf](http://www.cimaglobal.com/Documents/Thought_leadership_docs/Global_manufacturing_report.pdf)

"The Third Revolution : The Convergence of the Life Sciences, Physical Sciences and Engineering, 2011" <http://dc.mit.edu/sites/dc.mit.edu/files/MIT%20White%20Paper%20on%20Convergence.pdf>

"United Nations Commodity Trade Statistics Database" <http://comtrade.un.org/db/mr/rfCommoditiesList.aspx?px=S4&cc=>