

I. Yu. MATYUSHENKO

**PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF CONVERGING
TECHNOLOGIES IN COUNTRIES OF THE WORLD
AND UKRAINE FOR SOLVING GLOBAL PROBLEMS**

Monograph

**Kharkiv
2017**

UDC 338.242.4.025.2(477)

LBC 65.9(4YKP)-98

M35

Recommended for publication by the Scientific Council of the Research Center for Industrial Problems of Development of NAS of Ukraine (Minutes No. 11 dated August 21, 2017)

Reviewers: **I. P. Buleev** – D.Sc. (Economics), Professor, Deputy Director, Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine, (Ukraine, Kyiv);

O. I. Layko – D.Sc. (Economics), Senior Researcher, Deputy Head of Department of Interregional Economic Development of the Ukrainian Black Sea Coast, Institute for Market Problems and Economic and Environmental Research of NAS of Ukraine, (Ukraine, Odessa);

O. O. Lapko – D.Sc. (Economics), Professor, Professor of Department of Economics and Entrepreneurship, National Technical University of Ukraine “Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, (Ukraine, Kyiv)

I. Yu. Matyushenko

M 35 Prospects of development of converging technologies in countries of the world and Ukraine for solving global problems: monograph. Kharkiv: Sole Proprietor L. M. Liburkina, 2017. 448 p. (in Ukrainian)

ISBN 978-966-8177-79-8

In the monograph, for solving global problems under conditions of the new industrial revolution, the features of technological development of economies in countries of the world are investigated, namely the essence of the actual economic paradigms aimed at solving global problems is determined; convergence of NBIC-technologies as a key factor of the new industrial revolution is characterized, and the process of converging knowledge, technologies and society as a mechanism for solving global problems is studied. Trends in the development of scientific and technical, and innovative activities in countries of the world and Ukraine are determined, in particular the main directions for the development of converging and advanced production technologies that are most promising for developed countries, developing countries and Ukraine are presented. The concept of development of converging technologies in Ukraine for solving global problems under conditions of the new industrial revolution is proposed, directions for the application of converging technologies in Ukraine are determined using the example of the modernization of the aerospace complex and suggestions on the infrastructure of the domestic research space in accordance with the European practice are presented.

The monograph is intended for a wide range of readers interested in the development of converging and advanced production technologies for solving global problems under conditions of the new industrial revolution and the development of modern integration processes.

UDC 338.242.4.025.2(477)

LBC 65.9(4YKP)-98

ISBN 978-966-8177-79-8

© I. Yu. Matyushenko, 2017

© Sole Proprietor L. M. Liburkina, 2017

МАТЮШЕНКО І. Ю.

**ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ КОНВЕРГЕНТНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ У КРАЇНАХ СВІТУ Й УКРАЇНІ
ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ГЛОБАЛЬНИХ ПРОБЛЕМ**

Монографія

**Харків
2017**

УДК 338.242.4.025.2(477)

ББК 65.9(4УКР)-98

М35

*Рекомендовано на засіданні вченої ради Науково-дослідного центру індустріальних проблем розвитку
НАН України (протокол № 11 від 21.08.2017 р.)*

Рецензенти: Булєєв І. П. – д-р екон. наук, професор, заступник директора, Інститут економіки промисловості НАН України (Україна, м. Київ);

Лайко О. І. – д-р екон. наук, ст. наук. співроб., заступник завідувача відділу міжрегіонального економічного розвитку Українського Причорномор'я, Інститут проблем ринку та економіко-екологічних досліджень НАН України (Україна, м. Одеса);

Лапко О. О. – д-р екон. наук, професор, професор кафедри економіки та підприємництва, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені І. Сікорського» (Україна, м. Київ)

Матюшенко І. Ю.

М 35 Перспективи розвитку конвергентних технологій у країнах світу й Україні для вирішення глобальних проблем: монографія. Харків: ФОП Лібуркіна Л. М., 2017. 448 с. Укр. мова

ISBN 978-966-8177-79-8

У монографії досліджено особливості технологічного розвитку економік країн світу для вирішення глобальних проблем в умовах нової промислової революції, а саме: визначено сутність актуальних економічних парадигм, спрямованих на вирішення глобальних проблем; охарактеризовано конвергенцію NBIC-технологій як ключового фактора нової промислової революції, а також досліджено процес конвергенції знань, технологій і суспільства як механізму вирішення глобальних проблем. Визначено тенденції розвитку науково-технічної та інноваційної діяльності у країнах світу й Україні, в тому числі наведено основні напрями розвитку конвергентних і передових виробничих технологій, найбільш перспективних для розвинених країн, країн, що розвиваються, та України. Запропоновано концепцію розвитку конвергентних технологій в Україні для вирішення глобальних проблем в умовах нової промислової революції, визначено напрями використання конвергентних технологій в Україні на прикладі модернізації авіакосмічного комплексу, а також наведено пропозиції щодо інфраструктури вітчизняного дослідницького простору відповідно до європейської практики.

Монографію призначено для широкого кола читачів, що цікавляться особливостями розвитку конвергентних і передових виробничих технологій для вирішення глобальних проблем в умовах нової промислової революції та розвитку сучасних інтеграційних процесів.

УДК 338.242.4.025.2(477)

ББК 65.9(4УКР)-98

ISBN 978-966-8177-79-8

© Матюшенко І. Ю., 2017

© ФОП Лібуркіна Л. М., 2017

CONTENTS

Introduction.....	7
<i>Chapter 1. Features of the technological development of economies in countries of the world under conditions of the new industrial revolution and solving global problems.....</i>	<i>9</i>
1.1. The essence of the actual economic paradigms aimed at solving global problems.....	9
1.2. Convergence of NBIC-technologies as the key factor of the new industrial revolution.....	25
1.3. Convergence of knowledge, technologies and society as a mechanism of solving global problems	37
Conclusions to Chapter 1	44
References to Chapter 1	46
<i>Chapter 2. Trends in the scientific and innovative development in countries of the world</i>	<i>55</i>
2.1. Global technological forecasts in the USA, Canada and the EU.....	5
2.2. Technological forecasts in Asian leading countries: Japan and Korea	78
2.3. Forecasts of the scientific and technological development of China, India and Russia	87
2.4. Forecast estimates of the development of breakthrough production technologies	96
2.5. Priority directions of the scientific and technical, and innovative activity in Ukraine	99
Conclusions to Chapter 2	110
References to Chapter 2	112
<i>Chapter 3. Prospects of development of converging technologies in Ukraine.....</i>	<i>128</i>
3.1. The concept of development of converging technologies in Ukraine for solving global problems under conditions of the new industrial revolution.....	128
3.2. Modernization of the aerospace complex of Ukraine on the basis of converging technologies.....	137
3.3. Development of the infrastructure of the domestic research space ...	150
Conclusions to Chapter 3	161
References to Chapter 3	169
Conclusions	179
Appendix	182

ЗМІСТ

Вступ.....	7
<i>Розділ 1. Особливості технологічного розвитку економік країн світу в умовах нової промислової революції і вирішення глобальних проблем.....</i>	<i>9</i>
1.1. Сутність актуальних економічних парадигм, спрямованих на вирішення глобальних проблем.....	9
1.2. Конвергенція NBIC-технологій як ключовий фактор нової промислової революції	25
1.3. Конвергенція знань, технологій і суспільства як механізм вирішення глобальних проблем.....	37
Висновки до розділу 1	44
Література до розділу 1.....	46
<i>Розділ 2. Тенденції науково-інноваційного розвитку у країнах світу.....</i>	<i>55</i>
2.1. Глобальні технологічні прогнози у США, Канаді та ЄС.....	55
2.2. Технологічні прогнози в азійських країнах-лідерах: Японії та Кореї.....	78
2.3. Прогнози науково-технічного розвитку Китаю, Індії та Росії	87
2.4. Прогнозні оцінки розвитку проривних виробничих технологій	96
2.5. Пріоритети науково-технічної та інноваційної діяльності в Україні	103
Висновки до розділу 2.....	110
Література до розділу 2.....	112
<i>Розділ 3. Перспективи розвитку конвергентних технологій в Україні</i>	<i>128</i>
3.1. Концепція розвитку конвергентних технологій в Україні для вирішення глобальних проблем в умовах нової промислової революції	128
3.2. Модернізація авіакосмічного комплексу України на основі використання конвергентних технологій	137
3.3. Розвиток інфраструктури вітчизняного дослідницького простору	150
Висновки до розділу 3.....	161
Література до розділу 3.....	169
Висновки	179
Додатки	182

ВСТУП

Сьогодні, коли людство стикнулося з низкою глобальних проблем, діяльність будь-якої держави, що ставить за мету покращення якості життя населення, повинна бути спрямована на вирішення цих проблем. Після кризи 2008–2009 рр. більшість розвинених держав світу головним інструментом вирішення глобальних проблем вважають конвергентні технології, в основі яких є взаємний вплив і взаємне проникнення складових цих технологій (перш за все нано-, біо-, інформаційних і когнітивних). Так, з 2011 року все більш чітко формується державна політика цих країн, спрямована на розвиток ключових факторів нової промислової революції та передових інноваційних технологій, що гостро постає для сучасної України в умовах асоціації з ЄС.

Особливостям розвитку постіндустріального суспільства, перспективам нової промислової революції, формуванню науково-технічної політики та інноваційної інфраструктури присвячено багато робіт відомих учених, зокрема: У. Бейнбриджа, Д. Белла, Дж. Гелбрейта, Ч. Грифдстаффа, А. Грублера, П. Дракера, Е. Дрекслера, В. Іноземцева, М. Кастельса, Р. Нігматуліна, Р. Ніжегородцева, К. Перес, В. Полтеровича, Дж. Ріфкіна, М. Роко, Л. Туроу, К. Фрімена, Ф. Фукуями, Т. Цихан, Ю. Яковця, А. Акаєва, Л. Антоненко, Т. Близнюк, А. Бузгаліна, Г. Клейнера, А. Гальчинського, В. Гейця, М. Згуровського, М. Йохни, В. Іванова, Б. Кваснюка, О. Лапко, І. Одотюка, О. Поповича, О. Саліхової, В. Семіноженка, В. Соловйова, Л. Федулової, А. Чухна, Г. Андрощука, О. Андросової, Л. Антонюк, С. Архіреєва, Ю. Бажала, П. Бубенка, О. Волкова, Л. Вороніної, О. Голіченка, А. Динкіна, Т. Кваші, М. Кизима, А. Колганова, О. Мазура, Б. Мільнера, Л. Мельника, С. Ратнера, В. Стадника, Е. Янча, А. Нікіфорова, А. Філіпенка та ін. Водночас, як свідчить практика, проблема розвитку конвергентних (перш за все NBIC) технологій в Україні як ключового фактора для вирішення глобальних проблем в умовах нової промислової революції потребує подальшої розробки. Це зумовило вибір теми дослідження та її актуальність.

Автор бере активну участь у наукових дослідженнях з оцінки перспектив розвитку високих технологій у світі й Україні, зокрема, конвергенції та комерціалізації NBIC (нано-, біо-, інформаційно-когно-) технологій. Його наукові інтереси включають проблеми державної підтримки розвитку високотехно-

логічних галузей в Україні за умови її асоціації з Європейським союзом та подальшої інтеграції в глобальну економіку. Входить до складу академічних та редакційних рад 4 міжнародних наукових журналів з імпаکت-фактором (Великобританія, Німеччина, США, Польща), має більше 250 публікацій, в т. ч. більше 40 монографій, 70 статей у фахових виданнях України, більше 20 статей в іноземних фахових виданнях та 10 авторських свідоцтв. Дійсний член Академічного союзу Оксфорд (АУО, Великобританія), член-кореспондент Міжнародної академії освіти і науки (МАОН, Україна), член Всеукраїнської громадської організації «Українська асоціація економістів-міжнародників», лауреат премії ім. М. І. Туган-Барановського НАН України (2014 р.) за видатні наукові роботи в галузі економіки.



Розділ

Особливості технологічного розвитку економік країн світу в умовах нової промислової революції і вирішення глобальних проблем

1.1. Сутність актуальних економічних парадигм, спрямованих на вирішення глобальних проблем

Згідно з Декларацією тисячоліття Організації Об'єднаних Націй будь-яка держава світу у процесі свого економічного розвитку повинна, в першу чергу, створювати сприятливі умови для того, «щоб життя людей було довгим, здоровим і наповненим творчістю» [1]. Крім того, наприкінці ХХ століття людство стикнулося з цілою низкою як глобальних, так і специфічних національних проблем, що існують у кожній країні світу, на вирішення яких і має бути спрямована діяльність держави та суспільства.

Термін «глобальні проблеми» був вперше застосований у наукових розробках учених Римського клубу у 60-ті роки ХХ століття і у загальному вигляді мають такі суттєві ознаки: (1) стосуються не тільки окремих людей, а й всього людства; (2) не можуть бути вирішені окремими країнами, а потребують цілеспрямованих та організованих зусиль всього світового співтовариства; (3) тісно пов'язані одна з одною, охоплюють всі сторони життя людей, тому вимагають комплексного вирішення [2–4]. За останні 50 років чимала кількість іноземних і вітчизняних учених присвятили свої дослідження вивченню цих проблем та їх трансформації і впливу на розвиток конкретної країни. На основі сучасних досліджень українських учених основні глобальні проблеми, що відносяться, насамперед, до матеріальної сфери, доцільно поєднати у чотири групи: (1) депопуляція і старіння населення; (2) нестача продовольства і вичерпання запасів низки видів сировини та палива; (3) екологічні проблеми, нова енергетика й енергозбереження; (4) уповільнення науково-технічного прогресу й відставання від провідних країн світу в переході до нового технологічного укладу, як це вказано на рис. 1.1 [5–7].

При цьому спеціалісти з технологічного прогнозування (*technology foresight*) пропонують науково обґрунтовані прогнози, які безумовно слід враховувати при розгляді механізмів вирішення глобальних проблем людства, що залежать від стадії економічного і технологічного розвитку країни.

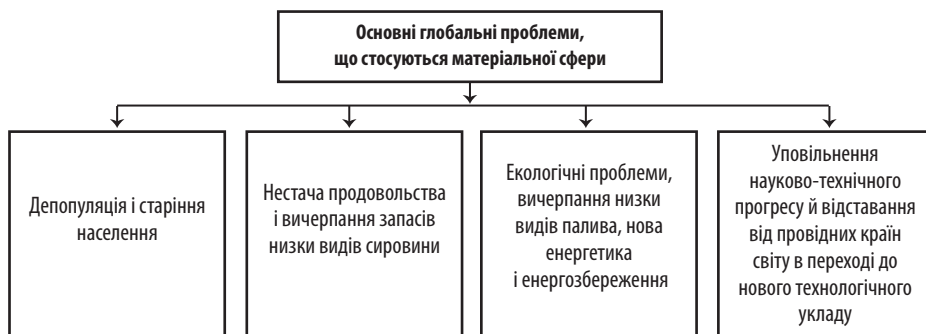


Рис. 1.1. Основні глобальні проблеми, що стосуються матеріальної сфери [5–7]

Сьогодні існує велика кількість економічних теорій, які намагаються надати прогноз соціально-економічному розвитку суспільства. Широко відомі теорії західних спеціалістів з теорії постіндустріального суспільства і футурології, а саме: Д. Белл, П. Дракер, Дж. Гелбрейт, Ф. Фукуяма, Л. Туроу, М. Кастельс – провідні спеціалісти з питань постіндустріальної теорії; Л. Едвінсон, О. Тоффлер, Т. Стюарт, Ч. Хенді, Т. Сакайя – фахівці з проблем управління і теорії сучасної корпорації; А. Гор, Д. Мідоуз, Р. Райх, П. Пільцер, С. Хантингтон, Р. Інглегарт, Е. фон Вайцзеккер – найбільш відомі експерти з проблем сталого розвитку і відносин із «третьім світом» [8]. У роботах цих учених виокремлюються три основні типи економіки – доіндустріальна, індустріальна та постіндустріальна, при цьому постіндустріальна характеризується переведенням економіки на інноваційний шлях розвитку, зокрема за рахунок вироблення фундаментальних знань і розробки на їх основі принципово нових видів продукції та послуг, високих технологій, а також поширення передових (проривних) технологій, перш за все – нано-, біо-, інформаційних і когнітивних технологій і їх конвергенції.

Крім того, існує багато критичних поглядів на згадані теорії [9], а також на роль модернізації економіки [10].

Прогнозуванню постіндустріального суспільства і вивченню шляхів модернізації існуючої економіки та її інноваційного розвитку присвячено низку робіт сучасних російських учених, а саме: А. Акаєва [11–12], Л. Антоненка [13], А. Бузгаліна [14], С. Глаз'єва [15–17], О. Голіченка [18], А. Динкіна [19], В. Іноземцева [20–24], В. Іванова [25], Г. Клейнера [26; 27], Б. Кузика [28; 29], В. Кушліна [30], Б. Мільнера [31], Р. Нігматуліна [32], Р. Ніжегородцева [33], В. Полтеровича [34–36], Ю. Яковця [37–39], Е. Янча [40], а також таких

українських учених, як: Г. Андросук [41; 42], Л. Антонюк [43], Т. Близнюк [44], П. Бубенка [45], О. Волкова [46], А. Гальчинського [47], В. Гейця [48–50], Я. Жаліло [51], М. Згуровського [52], М. Йохна [53], М. Кизима [54–56], О. Мазура [57], Б. Малицького [58], Л. Мельника [59], А. Нікіфорова [60], О. Поповича [61; 62], О. Саліхової [63], В. Семіноженка [64], В. Соловійова [65], Л. Федулової [66; 67], А. Філіпенка [68], Т. Цихан [69], А. Чухно [70; 71] та ін.

Вивчення досвіду держав, що швидко розвинулись за останні десятиліття, свідчить, що спочатку їм знадобився певний час, щоб наздогнати провідні країни за рахунок запозичень на основі придбаних патентів чи прав на використання з метою модернізації технологічної бази економіки і підвищення продуктивності праці. І тільки на другому етапі країни переходили до фази інноваційного зростання [72].

У загальному вигляді інновації – це створення принципово нового, тобто такого, чого ще не знає світовий ринок. Але для окремої країни, галузі, регіону кардинально новим може бути й те, що існує у світовій практиці і може бути запозиченим (наприклад, провідні технології або методи господарювання). Те ж саме можна сказати і про регіони, які досить сильно відрізняються між собою за добробутом, технічним рівнем, рівнем освіти населення тощо [11; 15; 17; 24; 28; 31; 33; 35; 37; 38; 41; 44].

Модернізація – це запозичення досвіду, що дозволяє робити щось вже відоме більш ефективним, ніж зараз. Запозичення – це складний і творчий процес, в рамках якого потрібно відтворити й адаптувати механізми та процедури, необхідно заглибитись у проблему конструювання і завдяки цьому вдасться вдосконалити запозичений зразок і навіть одержати перевагу. При цьому відбувається наближення до «передової» технологічної межі, і виникає парадокс: чим ближче знаходимось до передового технологічного зразку, тим більший науковий компонент повинен бути присутнім у процесах запозичення [10; 12; 24; 27; 32; 36; 72–75].

Отже, можна сформулювати такий принцип: чим вище рівень технологічного розвитку, тим менше просте запозичення буде відповідати вирішенню необхідних завдань. Тобто наявність у розвинених країнах захисту інтелектуальної власності (патентів, ліцензій тощо) вимагає від країн, що розвиваються, використовувати ті технології, для яких терміни патентного захисту закінчилися. Коли ж країна наближається до провідних технологічних лідерів, то для того, щоб освоїти передову технологію, потрібно буде прикласти більше зусиль і витратити значні кошти на придбання патенту. Як наслідок, у процесі

переходу від модернізації до фази інноваційного розвитку країни будуть потребувати більшого акцентування на власні дослідження й орієнтації на найбільш прогресивні та передові світові досягнення [54].

Співвідношення категорій «модернізація» та «інновація» завжди народжувало питання в середовищі вчених-економістів: чи є процес модернізації (особливо в техніко-економічному напрямку – інструментальна модернізація) процесом «наздоганяючого» або «випереджального» розвитку, чи може він носити проривний характер [72]? Оскільки модернізація передбачає наявність певного орієнтиру – зразка використання досвіду передових країн, то вона завжди «наздоганяюча», як вважає низка авторів [73; 75; 76]. Інші автори поняття «наздоганяючого розвитку» розглядають як процес вирівнювання рівнів економічного розвитку країн за допомогою повторення історичного шляху, пройденого зрілими країнами [77, с. 81]. Однак повторення досвіду передових країн свідомо прирікає наздоганяючих на перманентне відставання, бо поки копіюється досвід країн-лідерів, ті знову йдуть уперед, і ця гонка аутсайдерів за лідерами нескінченна.

Але ідея негайно будувати інноваційну економіку шляхом концентрації на напрямах, в яких, наприклад Україна, «зберігає конкурентні переваги» і має шанси обігнати розвинені країни, як правило, пов'язана з практикою примітивної імітації. Ця логіка призводить до дуже витратних спроб трансплантувати інститути, які працездатні тільки у провідних економіках. Як показує практика, проста імітація західних механізмів і процедур з метою досягти аналогічних результатів ще ніколи не була успішною [108].

Досвід Японії, Південної Кореї, Тайваню, а також таких європейських країн, як Фінляндія та Ірландія, свідчить про те, що для серйозного ривку та перетворення на заможні країни вони використовували шлях інтенсивних запозичень передового технологічного досвіду і тільки потім здійснювали поступовий перехід до власної інноваційної активності. Причому Фінляндія для досягнення успіху використала ті ж самі методи, які у свій час застосовували Японія і Корея, – так звану «перевагу відсталості», що означає можливість заповнити розрив запозиченими технологіями, підняти при цьому рівень людського капіталу та знизити ефект впливу корупції [54].

Концепція «наздоганяючої постіндустріалізації» виникла внаслідок розуміння, що в сучасному світі в авангардних країнах вже формується постіндустріальна економіка [73]. На думку Ю. Шишкова, решта країн вже не може обмежуватися тільки наздоганяючою індустріалізацією, а змушена приділяти увагу наздоганяючій постіндустріалізації [78]. Як наслідок, ідея стратегії

«прориву» або «ривка» залишається в дискусіях про модернізацію країн, що розвиваються [13; 72; 79; 80].

Так, на думку китайського вченого Хе Чуаньци, країна, що розвивається, в сучасних умовах може здійснити економічний прорив і приєднатися до пулу розвинених країн тільки шляхом комплексної («інтегрованої», за термінологією Хе Чуаньци) модернізації, яка передбачає як успішну реалізацію стратегії наздоганяючого розвитку, так і потребує інноваційно-технологічного розвитку з використанням власного науково-технічного потенціалу, що підтверджує досвід Китаю за останні півстоліття [10].

Цю ідею поділяє й В. Решетило, який вважає за доцільне країнам, що розвиваються, розробляти стратегію «комбінованої індустріальної модернізації», яка дозволить сполучати інститути наздоганяючого та випереджального розвитку, запозичення та інновації [75, с. 107]. Вказана стратегія повинна сполучати три стратегічні напрями розвитку: стратегію лідерства (у тих напрямках, де вітчизняний науково-промисловий комплекс має технологічну перевагу); стратегію наздоганяючого розвитку (в тих напрямках, де спостерігається значне відставання) і стратегію випереджальної комерціалізації (в інших напрямках). Вказана стратегія потребує визначення чіткої межі між тим, що доцільно імпортувати у вигляді технології, а які нововведення науково-технічна сфера країни, що розвивається, спроможна репродукувати самостійно.

Автор також поділяє думку Хе Чуаньци, В. Решетило та багатьох інших про те, що глибока модернізація, перш за все обробних і традиційних галузей (або первинна модернізація) країни, що розвивається (такої, як Україна), у найкоротші терміни можлива при реалізації стратегії наздоганяючого розвитку з широким запозиченням високопродуктивних технологій, методів організації виробництва і систем управління, які існують сьогодні у найбільш розвинених країнах [74]. Як встановлено В. Полтеровичем, зазначена стратегія має включати такі послідовні стадії: початкову модернізацію (підтримку базових галузей, високі тарифи, імпортозаміщення); ініціацію експортоорієнтованого зростання (підтримка експорту, запозичення технологій); стимулювання прискореного розвитку (акцент на інноваціях, зниження тарифів); створення розвинутого ринку [34].

Поряд з цим, як вважає А. Акаєв, низка колишніх пострадянських країн, що були індустріально розвиненими (наприклад, Україна), цілком спроможні здійснити інноваційно-технологічний прорив (або вторинну модернізацію) не тільки шляхом запозичення передових іноземних технологій, але й через самостійне випереджальне освоєння найновіших технологій на базі власного

унікального науково-технологічного заділу [12]. Досвід успішних країн свідчить, що державна політика повинна еволюціонувати від імпортозаміщення до експортної орієнтації, від управління тарифами до неселективної політики регулювання реального валютного курсу, від запозичень до інновацій, від створення великих фірм до підтримки малих і середніх [80].

Отже, розглянемо в узагальненому вигляді вплив технологічних інновацій на економічний розвиток суспільства, оскільки саме вони забезпечують періодичне інноваційне оновлення усієї сфери виробництва товарів і послуг, матеріально-технічної бази суспільства.

Глобальні тенденції інноваційного розвитку людства сьогодні безпосередньо впливають на зміст і динаміку розвитку цивілізації XXI століття, яка трансформується під впливом циклічного розвитку світової економіки та її інноваційної складової. В теоріях і моделях економічного зростання, що ґрунтуються на інноваційних факторах, зміна ролі інноваційних чинників залежить від зміни *парадигм* (системи поглядів на певне явище, яка ґрунтується на ключовому елементі), що були покладені в основу цих теорій [53, с. 60].

Перші теорії циклічного економічного зростання світової економіки мали за основу *технологічну парадигму*, відповідно до якої причиною циклічного розвитку є зміна поколінь техніки у процесі її відтворення та інфраструктури. Так, Дж. Досі запропонував поняття «технологічної парадигми» або моделі і зразка вирішення окремих технологічних проблем, які базуються на певних принципах, обумовлених науковими знаннями і відповідними матеріальними технологіями [81]. Технічний прогрес є реалізацією потенціалу технологічної парадигми, а *технічна революція* визначається як зміна панівних технологічних і техніко-економічних парадигм, що впливає практично на всі найважливіші господарські рішення в багатьох галузях економіки [82, с. 48].

Як відомо, одним із перших економістів, що запропонували історичну періодизацію економічного життя згідно з довгими хвилями (циклами) тривалістю приблизно п'ятдесят років, став М. Кондратьєв [83]. Сучасні дослідники виділяють в теорії М. Кондратьєва п'ять каузальних шарів: (1) зв'язок довгих хвиль з періодичністю процесу інвестування у виробничі потужності з терміном служби більше 50 років, тобто інфраструктурні споруди; (2) зв'язок з періодичністю накопичення капіталу у фінансовій сфері, який опосередковує інвестиції в інфраструктуру; (3) обумовленість існування економічних циклів різної тривалості специфічними для кожного типу економічних коливань рівнями динамічної рівноваги економічної системи; (4) комплексний підхід до явищ економічного життя як до сукупностей (що одержали назву від М. Кон-

дратьєва як номографічні), що включають до себе сукупності матеріального світу більш низьких порядків і є частиною сукупності більш високого порядку (світу суспільно-людських явищ); (5) прояви довгих хвиль у динаміці технічного прогресу, соціально-політичної активності, сільського господарства та тривалості фаз підйому і рецесії ділових циклів названі Кондратьєвим «емпіричними правильностями». Вчений одержав тренди в динаміці світової економіки, які виявили виражений циклічний малюнок з періодичністю в 50–60 років, а саме: кінець 80-х років XVIII століття – 40-ві роки XIX століття (цикл пов'язаний з новими технологіями (механізацією) у текстильній промисловості, а також з використанням енергії води); середина 40-х – кінець XIX століття (цикл пов'язаний з розвитком залізничного транспорту і механічного виробництва у всіх галузях на основі парового двигуна); кінець XIX століття – 20-ті роки XX століття (базується на використанні в промисловому виробництві електричної енергії, розвитку важкої промисловості та електротехнічної промисловості на базі використання сталевого прокату і нових відкриттів в галузі хімії) [84, с. 17].

Подальший розвиток ідей М. Кондратьєва набув розвитку в наукових роботах учених, що відносять себе до школи *техніко-економічних парадигм*, яка представлена Й. Шумпетером та його послідовниками А. Піацьєром, К. Перес, К. Фріменом, А. Грублером, С. Глазьєвим та ін. Вказані вчені дорівнювали макрорівень довгохвильової теорії до вивчення зміни техніко-економічних парадигм. Ці теорії є подальшим розвитком інноваційно-технологічного підходу і виходять з того, що технологічні прориви є причиною формування довгохвильової динаміки М. Кондратьєва.

Так, австро-американський економіст Й. Шумпетер, приймаючи в цілому підхід М. Кондратьєва, наполягав на інноваційній природі довгих циклів [85]. Й. Шумпетер визначив розвиток інноваційної економіки на основі п'яти факторів виробництва: (1) використання нової техніки, нових технологічних процесів і нового ринкового забезпечення промислового виробництва; (2) виготовлення нового продукту або відомого продукту з новими інноваційними якостями; (3) використання нових видів сировини та напівфабрикатів; (4) формування і реалізація інноваційних змін в організації виробництва та його матеріально-технічному забезпеченні; (5) проникнення інноваційної продукції і послуг на нові внутрішні та світові ринки. Й. Шумпетер розглядав економічний розвиток як послідовність висхідних пульсацій, обумовлених розповсюдженням відповідних кластерів взаємопов'язаних нововведень. «Творча руйнація», що викликана кластером нововведень, призводить до спаду у старих галузях, однак потім, з певним часовим лагом, – до розширення

нових [85]. Як наслідок, за Й. Шумпетером, використання великого винаходу або реалізація на практиці найновішої технології одержало назву *базової інновації*, за якою йдуть менш важливі – вторинні інновації. Саме базові інновації, згідно з ідеями Й. Шумпетера, формують три хвилі інноваційного розвитку тривалістю приблизно п'ятдесят років, а саме: використання і розповсюдження парової машини, розвиток текстильної промисловості та металургії (1790–1842); розвиток залізних доріг і сталеливарної промисловості (1843–1897); поява електроенергії, двигунів внутрішнього згорання (1898–1949).

Однією з найбільш відомих учених, що достатньо чітко визначили сучасне поняття «технологічна революція» (як другої фази промислової революції) була Карлота Перес, яка у низці своїх робіт вказувала: «...у першому наближенні *технологічна революція (ТР)* може бути визначена як набір взаємопов'язаних радикальних проривів, які утворюють основне угруповання взаємозалежних технологій; кластер кластерів або система систем» [86; 87]. К. Перес виокремлює п'ять основних ТР і наводить їх популярні назви: «індустріальна» (початок у 1771 р.), «вік пари і залізних доріг» (1829 р.); «вік сталі, електрики і важкої промисловості» (1875 р.); «вік нафти, автомобілів і масового виробництва»; «вік інформації і телекомунікацій» (1971 р.) [87].

Крім того, К. Перес «сформулювала концепцію» техніко-економічної парадигми, яка підкреслює фундаментальне значення технологічних змін для розвитку суспільства [86; 87]. Період становлення нової техніко-економічної парадигми – це період, протягом якого відбуваються кардинальні зміни в соціально-економічній структурі, в різних сферах, тобто встановлюється більш ефективна система суспільно-економічного устрою. Цей період має лаг 48–68 років і відповідає довгостроковому коливанию «довгої хвилі» (ДХ) Кондратьєва. Техніко-економічна парадигма створюється дією ключових факторів і характером розвитку галузей виробництва протягом життєвого циклу цієї парадигми. *Ключовим фактором* такої парадигми є нові технології і засоби виробництва, які впливають на зміну структури витрат, знижують відносну вартість одиниці корисного ефекту, створюють нові продукти, поліпшують якість традиційних продуктів. Ключовий фактор відноситься саме до масового попиту на відповідні технологічні зміни, тому країни-лідери розвивають ці технології з випередженням.

Як підкреслює Ю. Бажал, розвиток *галузей, пов'язаних з життєвим циклом відповідної парадигми*, безпосередньо впливає на форму і темпи економічного зростання різних країн: (1) галузі, які інтенсивно використовують ключовий фактор, називаються *пріоритетними* і максимально відповідають потре-

бам організації виробництва, формують «технологічний стиль» суспільства і є основними інвесторами в передові технології; (2) галузі, що поширюють технології ключового фактора, виконують роль підтримки та поглиблення його економічних переваг, створюють умови для виникнення широкого ринку виробів ключової технології; (3) галузі, що виникають у шлейфі розвитку ключових технологій, поширюються в умовах, коли вже створені необхідні соціальні та інституційні інновації, що відповідають новому «технологічному стилю» [82, с. 49].

Концепції, що досліджують формування технологічних систем і дифузії нововведень, розглядалися, перш за все, такими економістами, як А. Піатьєр, К. Фрімен, Дж. Кларк і Л. Суйте. Вони ввели поняття *технологічної системи* як системи взаємопов'язаних сімейств технічних і соціальних нововведень. Відповідно до поглядів зазначених економістів темпи економічного зростання залежать від формування, розвитку та старіння технологічних систем. Поширення нововведень розглядається як механізм розвитку технологічної системи, а темпи такого поширення зв'язуються з ринковим механізмом, наявністю відповідних умов і стимулювання [88, с. 13–14].

Так, за А. Піатьєром, експансія нової технологічної системи має вигляд сукупності логістичних кривих, що описують життєвий цикл складових її технологій [89]. Рух цієї сукупності відбувається аналогічно руху популяції, яка розвивається доти, поки не захопить усієї відкритої для неї території. Розвиток промислової революції набуває характерного вигляду хвилі, яка має 100-літню тривалість, складаючись зі стадій підйому і спаду піввікової тривалості кожна. У той же час до недоліків гіпотези А. Піатьєра необхідно віднести таке: (1) хвилі Піатьєра не мають чіткої тривалості; (2) дати поворотних точок відрізняються невизначеністю; (3) вчений переносить форму життєвого циклу окремого нововведення на всю довгу хвилю, не обґрунтовуючи цієї аналогії [90, с. 130].

На думку К. Фрімена, створення оргструктур та інституціональних умов для сполучення централізованої координації і стимулювання інвестиційної активності з максимальним залученням підприємців до створення і розвитку нових технологій стає самостійною функцією, яку виконують *національні інноваційні системи* [91; 92]. У галузях наукових знань також спостерігаються свої, особливі чергування стрибків і еволюції. Тобто складається своя, така, що не збігається за часом з прогресом техніки, траєкторія розвитку науки – спочатку корінна перебудова системи наукових поглядів, створення нової науки, все це (аж до середини ХІХ століття) більше одержувала від технічного досвіду,

ніж збагачувала його; потім випереджальний розвиток науки і перебудова на її основі технічного базису виробництва; нарешті, вже в ХХ столітті, відбувається нова технічна революція обумовлена новою науковою революцією [90, с. 174]. К. Фрімен надає також приблизну узагальнену *схему техніко-економічних парадигм*, що послідовно змінюють одна одну [93].

Таким чином К. Фрімен і К. Перес створили цілісну концепцію довгохвильової динаміки, проте вона має свої слабкі місця, зокрема залишається незрозумілим процес становлення техніко-економічної парадигми: нові технології, що вступають у конфлікт із неадекватним економічним оточенням, з'являються як би з нічого, вже сформованими [94].

Натомість А. Грублер запропонував гіпотезу про те, що нова техніко-економічна парадигма зароджується ще у фазі зростання попередньої і довгий час розвивається в умовах неадекватного оточення [95]. Погіршення економічної кон'юнктури у фазі спаду домінуючої техніко-економічної парадигми чинить переважний вплив і на поширення нової. Депресія охоплює не тільки традиційні, але й нові виробництва. Лише з принциповим перетворенням інституційної інфраструктури створюються можливості для швидкого поширення нової парадигми у всій економічній системі. Тобто життєвий цикл техніко-економічної парадигми охоплює близько 100 років і може бути поданий у вигляді двох пульсацій: одна – мала, що виявляється в умовах неадекватного оточення, й інша – велика, що описує основний період розвитку цієї парадигми після перетворення інституційної інфраструктури.

До загальних недоліків цих теорій, на думку відомого дослідника довгохвильової динаміки в економіці С. Румянцевої, слід віднести те, що вони: (1) не беруть до уваги той факт, що феномен довгих хвиль, відкритий М. Кондратьєвим, не тільки співвідноситься з динамікою технологічного розвитку, а й включає також широкий набір інших індикаторів економічної динаміки; (2) вивчають не стільки проблеми розвитку господарських процесів, скільки процеси технологічного розвитку на мезорівні; (3) ігнорують те, що аналізовані тренди можуть дійсно відображати закономірності технологічного розвитку, абсолютно не відповідаючи динаміці інших довгохвильових показників; (4) не проводять аналіз сукупної динаміки різних довгохвильових факторів для підтвердження ідеї про те, що у процесі *прискорення науково-технічного прогресу* (визначеного як скорочення тимчасового лага між винаходом і нововведенням і стиснення термінів окупності інновацій) тривалість великих циклів буде скорочуватися [84, с. 21].

Представники «неокласичної теорії інновацій», а саме: С. Кузнець, М. Калецький, Г. Менш, Б. Твісс, А. Кляйххет та інші, продовжили дослідження довгохвильової динаміки й уточнили низку положень цієї теорії.

Так, С. Кузнець встановив жорстку залежність інноваційної діяльності й економічного зростання, визначивши двадцятирічний період циклів швидкого економічного зростання, яке є наслідком науково-технологічного прогресу, розвитку інновацій, зростання населення і національного доходу [96]. Дуже цінним є те, що С. Кузнець першим увів поняття «*епохальне нововведення*», що є результатом розвитку науки й інноваційних технологій і може мати як позитивний, так і негативний характер. Цей тип інновацій тісно пов'язаний з інноваціями в інших галузях розвитку економіки та соціуму. До того ж і М. Калецький також пов'язував теорію економічного зростання з інноваційною, науково-технологічною складовою [97].

Г. Менш у своїй роботі у 1975 році на основі оцінки 126 базисних інновацій за період з середини XVIII століття виокремив чотири хвилі інноваційної активності, які відповідають «довгим хвилям» М. Кондратьєва, а також виявив хвильову залежність між зростанням винаходів і базисних інновацій. При цьому Г. Менш підкреслює, що саме з базисних інновацій починається наступний період економічного підйому. Г. Менш також досліджував співвідношення між базовими і покращуючими інноваціями. Покращуючі нововведення йдуть слідом за базовими, бо розкривають усі можливості базисної технології – засоби виробництва, продукти стають якіснішими, прогресивнішими, дешевшими. Обидві форми інновацій – базові і покращуючі постійно конкурують одна з одною. Саме це і приводить до періодичного S-подібного руху – довгим циклом М. Кондратьєва [98].

Б. Твісс у своїх працях визначив інновації як процес, у якому винаходи або ідеї мають економічний зміст [99]. Зокрема, він наголошував: «процес, що поєднує науку, техніку, економіку, підприємництво і управління, – це процес науково-технічного нововведення... і перетворення наукового знання у фізичну реальність, що змінює суспільство» [99, с. 30].

Російський економіст С. Глазьев підкреслює, що «вихід на зовнішні ринки тісно пов'язаний з домінуючими в різних країнах технологічними системами виробництва або технологічними укладами (ТУ) [15–17]. Він обґрунтував чітку схему зміни ТУ в процесі сучасного економічного розвитку [17, с. 80]. Зокрема, С. Глазьев стверджує, що «... зміна переважаючих ТУ відбувається в наш час приблизно раз на півстоліття і є матеріально-технічною основою переходу до чергового довгострокового кондратьєвського циклу. При цьому

такій зміні передують технологічна криза, що значно посилює глибину та тривалість економічного циклу. Кожен ТУ включає зазвичай 4–5 поколінь техніки, які змінюють один одного і йдуть паралельно у різних галузях. Зміна поколінь техніки (технології) відбувається приблизно раз на десятиліття, коли відбувається радикальне оновлення матеріально-технологічної бази виробництва в авангардних галузях на основі базисних інновацій, реалізація яких потребує великих інвестицій. При цьому перше покоління носить значною мірою експериментальний характер і має вузьку сферу застосування. Друге та третє покоління стрімко поширюються і приносять найбільшу масу прибутку. Четверте покоління припадає на фазу зрілості довгострокового науково-технічного циклу, а п'яте – на фазу його занепаду. Воно вже не дає реального приросту ефекту. Таким чином, перше й останнє покоління носять перехідний характер і відрізняються порівняно низьким приростом ефекту. У свою чергу, кожне покоління техніки знаходить вираження в 4–5 моделях техніки, модифікаціях технологій, що знаменують зміну короткострокових технологічних і економічних циклів (циклів Кітчичина, як їх назвав Й. Шумпетер). Оновлення моделей вироблених товарів і послуг і модернізація застосовуваних технологій на базі поліпшуючих інновацій відбувається приблизно кожні 3–4 роки, що вимагає незначних і швидко окупних інвестицій в оновлення основного капіталу... Зараз у розвинених країнах світу ядро економіки складають галузі п'ятого ТУ – мікроелектроніка, гена інженерія, космічні технології, засоби автоматизації і зв'язку, біотехнології. У країнах, що розвиваються, домінують третій і четвертий ТУ» [15]. ТУ має складну внутрішню структуру, ядром якої є сукупність радикальних (базисних) технологій. Це принципово нові технології, що створені на базі раніше невідомих закономірностей, винаходів і відкриттів, які докорінно змінюють зміст видів діяльності в суспільстві і після впровадження стають інноваціями.

Ю. Яковець також підтримує ідею щодо зміни ТУ як основної рушійної сили економічних змін. Хвильовий характер виникнення радикальних нововведень впливає на динаміку розвитку промисловості й економіки в цілому. Саме оновлення технологічної бази кожного окремого підприємства викликає зміни в перебудові господарської системи та її організаційної структури, зміни технологічної структури усіх рівнів. Радикальні (базисні) технології – це основа нових галузей промисловості та багатьох прикладних технологій, які використовуються для модернізації існуючого виробництва. Завдяки сучасним технологіям випускається дедалі більше різноманітних виробів, що дає споживачам можливість широкого вибору аж до індивідуалізації продукту чи послуги [58]. В. Іноземцев вважає, що радикальні нововведення виникають

у період, коли ТУ вичерпав можливості самовдосконалення і виникла необхідність у новому ТУ. Поява нововведень у такий період свідчить про початок формування нового ТУ, що сприяє істотному підвищенню темпів економічного розвитку. В цей період ядро укладу відкрите, а в проміжках між новоутвореннями ТУ ядро функціонує в закритому режимі, здобуваючи структурну стійкість і рівновагу [28, с. 275–293].

Тобто, узагальнюючи уявлення різних авторів, інноваційний процес у розрізі довгої хвилі можна подати у такому вигляді: (технологічний пат, депресія, базисна інновація, велика кількість продуктивних інновацій) → (економічне похвалення, процесові інновації) → (економічний підйом, поліпшуючі інновації) → (розквіт технологічного укладу, псевдоінновації) → (спад, технологічний пат) → депресія [16; 17; 28; 29; 38; 39]. Кожен ТУ має чітко виражену структуру, що визначає склад базисних і покращуючих інновацій та представляє науково-технічні напрями на трьох рівнях: 1) базові напрями, пронижуючі всі, що відносяться до цього укладу, покоління техніки (технології); 2) покоління виробничої техніки, що визначають конкурентоспроможність засобів виробництва, джерел енергії, використовуваних технологій; 3) покоління техніки, використовуваної у сфері платних і безкоштовних послуг і в особистому споживанні населенням, а також в обороні і сфері управління. Кожен уклад має такі характеристики: 1) період домінування, 2) технологічні лідери, 3) ядро технологічного укладу, 4) його переваги порівняно з попереднім, режими економічного регулювання, основні економічні інститути, інноваційна активність у країнах-лідерах [15].

Автор досить докладно розглядав періодизацію основних хвиль інноваційного розвитку згідно з М. Кондратьєвим, Й. Шумпетером, К. Фріменом, а також з урахуванням теоретичних розробок сучасних учених, зокрема, С. Глазьева, В. Іноземцева, Н. Іванової, Ю. Яковця, В. Гейця, В. Семиноженка, М. Кизима, А. Чухно, Т. Близнюк, Т. Цихан, О. Саліхової, що наведено у відповідних роботах [54, с. 25; 100–102].

До того ж на початку ХХІ століття з'явилася *техно-соціо-економічна парадигма*, згідно з якою ключовим фактором економічного розвитку є людський капітал і яка враховує вплив багатьох різних факторів, зокрема винахідливості і підприємницького духу, на наукові відкриття, технологічні інновації та їх соціальні застосування [79, с. 62]. Наприклад, А. Тойнбі розглядав вплив творчих людей на розвиток цивілізації і започаткував теорію цивілізацій [103]. Крім того, К. Перес, К. Фрімен, Б. Йонсон у своїх роботах показували, що реалізація техніко-економічної парадигми тісно пов'язана зі змінами у соціально-

інституціональній системі на національному і міжнародному рівнях. Так, Б. Йонсон акцентує на існуванні взаємозв'язку технологічних і соціальних процесів, а інституціональне закріплення функціональних зв'язків між економічними суб'єктами визначає межі доступу до певного масиву ресурсів у суспільстві, а успішність трансформації залежить від того, які зв'язки будуть переважати, а які – слабшати [104, с. 281–282].

За оцінками Ю. Яковця, сьогодні чітко відстежується тенденція до сполучення інноваційно-технологічних, економічних, історичних і політичних циклів інноваційного розвитку цивілізації XXI століття [38; 39]. За Яковцем, глобальний науково-технологічний переворот початку XXI століття буде спиратися, перш за все, на епохальні та базисні інновації. Як вважають Б. Кузик і Ю. Яковець, глобальні інноваційні цикли мають певну тривалість, амплітуду і глибину перетворень [28; 29]. Зокрема, малі інноваційні цикли повторюються кожні 3–4 роки, середні – 9–11 років, великі – 20 років (цикли С. Кузнеця); надвеликі (цивілізаційні, що спираються на епохальні інновації) – один раз на кілька століть. Шостий цикл, за їх оцінкою, буде мати місце в 2010–2020-ті роки, а сьомий – в 2050–2060-ті роки. Вказані цикли будуть мати прояв у середніх хвилях інновацій, що повторюються раз на 10 років, і реалізуються в нових поколіннях техніки (технологій) [29]. Інноваційні цикли різної тривалості будуть накладатися один на одного і мати резонансний ефект щодо амплітуди кризових коливань або в економіці, або в політиці, або в соціумі.

Отже, в сучасній економічній теорії паралельно розвиваються декілька провідних парадигм економічного аналізу, що спрямовані на вирішення глобальних проблем і суттєво розрізняються за предметом і об'єктом дослідження. У табл. 1.1 наведено порівняльну характеристику цих економічних парадигм [26; 105, с. 144–145].

Таблиця 1.1

Порівняльна характеристика актуальних економічних парадигм, спрямованих на вирішення глобальних проблем

Парадигма	Ознаки порівняння			
	Об'єкт дослідження	Цільова орієнтація об'єкта	Предмет дослідження	Сутність економічної системи
1	2	3	4	5
Неокласична	Економічний агент	Максимізація прибутку від усіх видів діяльності	Поведінка агентів на ринку	Сукупність агентів, що взаємодіють

Закінчення табл. 1.1

1	2	3	4	5
Інституційна	Інститути економічної системи	Відповідність агента інституційним нормам і правилам	Відношення між агентами та інститутами	Сукупність агентів, що взаємодіють, і інститутів
Еволюційна	Популяризація агентів зі схожим соціально-економічним генотипом	Динамічне прямування за еволюційними законами розвитку	Поведінка популяції агентів у відповідності з еволюційними факторами	Сукупність популяцій агентів, що діють під впливом еволюційних факторів
Системна (міждисциплінарна)	Соціально-економічні утворення, які мають технологічний, біологічний, економічний, соціальний характер	Сукупність факторів: особисті інтереси; інституційний вплив; еволюцій-на складова	Чинники і фактори виникнення і розвитку системних комплексів	Сукупність взаємопов'язаних техно-еко-соціо-біо- та інших системних комплексів
Неоінституційна* (міждисциплінарна)	Інститути економічної системи, що визначають поведінку економічних агентів на основі моделі раціонального вибору	Раціональне розміщення ресурсів та ефективний економічний розвиток	Комплекс фундаментальних предметних досліджень: теорія розвитку інститутів, теорія трансакційних витрат, економічна теорія прав власності, теорія контрактів і агентських угод, економічна теорія організацій, нова економічна історія	Сукупність норм і інститутів, що формують і регулюють відносини як між агентами, так і між субстанціями навколо них. Три сфери існування людини (людина, природа, суспільство) продукують появу шести вторинних сфер їх взаємного існування: людина-природа, людина-суспільство, природа-людина, природа-суспільство, суспільство-людина та суспільство-природа

* парадигма, що тільки формується

Джерело: сформовано автором на основі [36; 105, с. 144–145]

З табл. 1.1 видно, що в неокласичній концепції економічна система розглядається як сукупність економічних агентів (юридичних і фізичних осіб), що взаємодіють між собою у вільному ринковому просторі у процесі виробництва, обміну і споживання продукції і послуг, метою якої є максимізація індивідуального прибутку.

Інституційна теорія передбачає, що поведінка економічних агентів формується під впливом колективів і соціальних норм, так званих інститутів, і спрямована на забезпечення максимальної відповідності агента формальним і неформальним нормам та інститутам у всій їхній різноманітності (тобто предметом вивчення є не самі економічні агенти, а агентські відношення і контракти, що виникають в інституційному середовищі).

Міждисциплінарна системна парадигма характеризується: (1) об'єктом – складними комплексами, що включають взаємодіючі підсистеми: економічні, біологічні, технічні, інституційні, правові, соціальні тощо; (2) головними особливостями: вивчення системи в цілому і взаємозалежностей між цілим і його частинами; (а) розглядається як цільна суспільна наука, що має міждисциплінарний характер (не може бути зведена лише до однієї окремої дисципліни на кшталт економіки, соціології або політології); (б) намагається поєднати базові положення інших парадигм, визнаючи вплив на дії агентів у складних комплексах як інституційних, так і особистих інтересів, пов'язаних з одержанням прибутку, а також успадкованих в еволюційному розвитку властивостей агента; (в) постійні інститути утворюють центральну ланку цієї мегадисципліни; визнання історії і спадкоємності в еволюційному процесі розвитку організацій; (г) особлива увага до факторів переваг і пріоритетів індивідуальних переваг; (д) вивчення процесів трансформації систем і парадигм, причин і факторів перехідних процесів; (е) визнання наявності системно специфічних дисфункцій, наявності опортуністичної поведінки [26]. Отже, системна парадигма орієнтована на вивчення складних біо-соціо-економічних комплексів, виявлення тенденцій і закономірностей їх розвитку під впливом навколишніх зовнішніх і внутрішніх факторів і середовищ.

Ще одним міждисциплінарним дослідженням суспільних процесів, що сформувалося на початку ХХІ століття, є неоінституційна парадигма, яка сьогодні об'єднує багатьох спеціалістів, а також професійні об'єднання на кшталт Міжнародної спілки з нової інституційної економічної теорії (International Society for the New Institutional Economics, ISNIE) [18; 26; 106]. Вказана парадигма використовує поняття інститутів для пояснення поведінки економічних агентів на основі моделі раціонального вибору, спрямованої на раціональне розміщення ресурсів і ефективний економічний розвиток. Крім того, нова ідея щодо формування регулювання нормами й інститутами відносин не тільки між економічними агентами, але й між субстанціями навколо, є корисною під час вивчення процесів технологічної конвергенції. Отже, неоінституційна теорія, відбиваючи процеси конвергенції різних напрямів суспільних наук, яв-

ляє собою синтезуючий напрям в економічній теорії, який у перспективі спроможний досягти синергетичного ефекту.

Таким чином, аналіз актуальних сьогодні парадигм, спрямованих на вирішення глобальних проблем, показує, що розвиток економічної теорії технологічних змін рухається у напрямку створення певних наукових комплексів, які синтезують як технічні, так і суспільні науки. При цьому відбувається конвергенція наук про людину, природу та суспільство, що призводить до появи синергетичного ефекту.

1.2. Конвергенція ПВІС-технологій як ключовий фактор нової промислової революції

В сучасних умовах, як в теорії, так і на практиці низки промислово розвинених країн, що реально розробляють і впроваджують науково-інноваційну політику, одержує все більше розповсюдження аналіз глобальних викликів і перспектив розвитку суспільства на основі міждисциплінарних наукових досліджень як природних явищ і процесів, так і врахування технологічної, економічної і соціальної синергетики. При цьому уряди передових країн цікавлять, по-перше, перспективи розвитку та розробки окремих високих технологій як інструменту вирішення окремих проблем, по-друге, наслідки їхньої конвергенції і синергії, вплив процесів інноваційного розвитку на інститути і національні інноваційні системи (НІС), економіку та соціум.

Вироблення комплексного та послідовного підходу до такої складної проблеми, як конвергенція технологій, повинно базуватись, перш за все, на:

- вирішенні глобальних проблем людства;
- підвищенні продуктивності праці;
- створенні принципово нових товарів і послуг.

Необхідність такого підходу була визначена ще у 2001 році в доповіді ООН, присвяченій проблемам науки та її впливу на розвиток людства [107], а також в доповіді колишнього директора Міжнародного валютного фонду А. Гринспана [108]. В цих доповідях було сформульовано п'ять принципів, на яких має відбуватись конвергенція технологій:

- 1) науково-технічний прогрес, що прискорюється, надає можливість для розвитку людства як на індивідуальному, так і на колективному рівнях;
- 2) злиття (конвергенція) наук виникає з єдності матеріального світу при його розгляді на нанорівні і визначає об'єднання знань, яке може стати

основою не тільки для бурхливого технологічного прогресу, але й для розвитку загальнолюдських цінностей (включаючи філософію, мистецтво тощо);

- 3) прискорений розвиток і масштаби зміни ключових (базисних) технологій диктують нагальну необхідність розробки нового підходу, особливо з урахуванням зміни наукових парадигм;
- 4) процес конвергенції наук є настільки важливим, що будь-які програми і розробки у цій сфері мають ретельно контролюватись з урахуванням можливості небажаних і небезпечних наслідків;
- 5) розвиток науки і технології слід розглядати як основне та головне джерело загального прогресу людства.

Логіка розвитку науки визначає перехід від вузької спеціалізації до між-дисциплінарності і створення в кінцевому результаті об'єднаної науки, яка будується, перш за все, на синергетичному ефекті від взаємопроникнення ключових наук і технологій. Одним із перших термін «конвергенції високих технологій» використав О. Вільямсон при створенні характеристики механізмів конвергенції [109], але й дотепер продовжуються дискусії щодо відмінності понять «конвергенція технологій» і «технологічна конвергенція» [109; 110; 139]. З одного боку, термін «конвергенція технологій» як узагальнюючий термін найбільш часто використовують, щоб згрупувати технології з потенційними взаємозв'язками, синергетичним ефектом і вигодами від їх злиття. Отже, цей термін зазвичай використовується в політичних колах при розгляді майбутніх варіантів, обговоренні пріоритетів, розробці політики та впровадженні нових програм підтримки розвитку, які потенційно забезпечують вирішення грандіозних соціальних завдань, у тому числі: управління мегаполісами, глобальне управління, екологічно чисте виробництво води, продовольча безпека тощо. З іншого боку, «технологічна конвергенція» посилається на конкретні приклади фактичної конвергенції конкретних технологій і способів, в яких ця збіжність проявляє себе з точки зору впливу на науково-дослідницьку діяльність і розвиток науково-технічних співтовариств. Як наслідок, вона тісніше пов'язана з реальною дослідницькою та інноваційною діяльністю в державних лабораторіях і в фірмах, ніж з використанням у більш широких політичних дискусіях. Таким чином, термін «конвергентні технології» продовжує мати конотації прогнозів на майбутнє, а термін «технологічна конвергенція» підтверджує поточну реалізацію цих прогнозів.

Конвергенція технологій породжує низку проблем, які потребують вирішення у майбутньому, а саме [139]:

- перебільшення очікування від технологій, що знаходяться під загальним поняттям «конвергентні», хоча й корисні для встановлення пріоритетів (для фінансування програм і політики), але можуть перешкоджати конвергенції технологій у наукових дослідженнях і в розробці продуктів;
- приклади застосувань конвергенції технологій показують різні характеристики з точки зору мульти-, між- і трансдисциплінарності. Як наслідок, кожна форма конвергенції вимагає різних стратегій і способів їх координації;
- координація та інтеграція на рівні наукового дослідження є серйозною проблемою для конвергенції, зокрема, з точки зору розвитку наукових інструментів, видів досліджень і наявності кваліфікованих технічних фахівців;
- комерціалізація конвергентних технологій являє собою серйозну проблему з точки зору стратегії управління інтелектуальною власністю, а також розробки нових бізнес-моделей;
- виробнича інфраструктура конвергентних технологій повинна бути створена, щоб перетворити науково-технічні знання на продукти. Конкретні застосування в суспільстві мають бути частиною обговорення концепції конвергенції технологій, особливо в тих випадках, коли об'єднуються вже діючі ланцюжки створення вартості;
- соціальне прийняття і впровадження конвергентних технологій вимагають особливої уваги до питань політики у зв'язку зі складністю багатьох нових технологій, їх численними можливостями застосування і різноманітністю завдань процесів управління;
- врахування громадської думки при проектуванні і розгортанні конвергентних технологій є непростим завданням. З посиленням акценту на участі громадськості в науково-технологічних дослідженнях, а також зростаючою темою щодо відповідальності досліджень й інновацій перед суспільством, буде необхідно подальше вивчення і розуміння форм цієї участі, діапазону досвіду та передової практики. Залучення громадськості та дослідження соціальних наслідків конвергентних технологій будуть більш плідними, якщо поряд із спекулятивними дискусіями щодо небезпеки людського вдосконалення будуть наводитись ілюстративні приклади конвергенції в конкретних галузях (охорона здоров'я, енергетика, транспорт).

Таким чином, сьогодні дослідження характеристик конвергенції технологій мають враховувати таке коло питань: (1) конвергенція в галузі наукових досліджень (виробництво знань); (2) комерціалізація результатів дослідження конвергенції (використання знань); (3) конвергенція у виробництві і розробці продуктів; 4) конвергенція у громадському прийнятті; 5) громадське обговорення конвергенції.

Аналіз сучасних глобальних тенденцій економічного розвитку показує, що для низки промислово розвинених країн провідними напрямками наукових досліджень були: з 50–60-х років ХХ століття – інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ); з 70–80-х років – біотехнології; на початку ХХІ століття – нанотехнології, а наприкінці першого десятиліття ХХІ століття – когнитивні технології (або технології штучного інтелекту).

У загальному вигляді можна запропонувати такі визначення: *нанотехнології* – це наука й техніка створення, виготовлення, характеристизації та реалізації матеріалів і функціональних структур і устроїв на атомному, молекулярному й нанометричному рівнях; *біотехнології* – це сукупність фундаментальних і прикладних досліджень, а також інженерних рішень, спрямованих на використання біологічних об'єктів, систем або процесів у промислових масштабах; *інформаційно-комунікаційні технології* – це сукупність міждисциплінарних досліджень та інженерних рішень, в яких інформація є вирішальним засобом і предметом праці, а також основним продуктом виробництва та предметом споживання; *когнітивні технології* – міждисциплінарна галузь, що поєднує дослідження закономірностей одержання, зберігання і використання знань людства, а також технологій їх практичного застосування для суспільно-економічного розвитку [54].

Так, з появою всього кілька десятиліть тому інформаційних технологій, які спочатку розглядались просто як ще одна нова технологія, сьогодні докорінно змінюються погляди на галузевий характер економіки. Саме інформаційні технології – це перші технології, що мають надгалузевий характер, без використання яких немає прогресу в жодній відомій галузі: це й телемедицина, і дистанційне навчання, і автоматичні системи управління станком, автомобілем, літаком, кораблем тощо. Отже, інформаційні технології не просто стали додатковою ланкою разом з існуючими дисциплінами, а об'єднали їх і стали загальною методологічною базою [56, с. 31].

На рис. 1.2 наведено надгалузевий характер нано-, біо-, інфо- і когнітивно-технологій.



Рис. 1.2. Надгалузевий характер нано-, біо-, інфо- і когнитотехнологій

Джерело: сформовано автором

Крім того, з розвитком нанотехнологій, які виконують таку ж надгалузеву роль і, на відміну від інформаційних технологій, – матеріальні, утворюється принципово новий фундамент будь-якої галузі промисловості у вигляді принципово нового атомно-молекулярного способу конструювання нових матеріалів. Отже, нанотехнології – це принципова модернізація усіх існуючих дисциплін і технологій на атомарному рівні, це фундамент для розвитку усіх без виключень галузей економіки постіндустріального суспільства.

Таким чином, з появою цих перших надгалузевих технологій і наук поряд з традиційною лінією розвитку науки – аналізом, остаточно сформувалась нова – лінія синтезу, коли людство одержало можливість синтезувати штучні матеріали, яких не існує в природі і які мають властивості, відмінні від тих, що мають існуючі в природі речовини. Наразі з появою якісно нової науково-технологічної бази є можливість контролювати процеси, що відбуваються на атомно-молекулярному рівні, змодельовати та запрограмувати результат за допомогою суперкомп'ютера. Отже, інформаційні технології надають інструменти для розвитку інших, зокрема, за рахунок моделювання різних процесів. Крім того, сьогодні відбувається зближення органічного світу (живої природи) з неорганічним. Біотехнології надають інструментарій і теоретичну основу для нанотехнологій і когнітивної науки, а також для розвитку інформаційних (комп'ютерних) технологій. Когнітивні технології нададуть невдовзі можливість описати та пояснити процеси в мозку людини, що відповідають за її вищу нервову діяльність, а також реалізувати вказані принципи в системах штучного інтелекту.

Таким чином, загальною характеристикою цих чотирьох технологій є їхній міждисциплінарний характер і конвергенція усіх складових.

Термін «NBIC-конвергенція» було введено М. Роко і У. Бейнбріджем у звіті за 2002 р., підготовленому в рамках Всесвітнього центру оцінки технологій

(WTEC) [110; 111]. Звіт був присвячений особливостям NBIC-конвергенції, її значенню у загальному процесі технологічного розвитку світової цивілізації, а також її еволюційному і культурологічному значенні. Сутність NBIC-конвергенції полягає у злитті чотирьох революційних науково-технологічних напрямків: N – нанотехнологій; B – біотехнологій; I – інформаційно-комунікаційних технологій; C – когнітивних наук [111].

Конвергенція являє собою не тільки взаємний вплив, але й взаємне проникнення технологій, коли границі між окремими технологіями стираються, а самі цікаві й неочікувані результати з'являються саме в рамках міждисциплінарної роботи на стику наук. З розвитком конвергенції NBIC-технологій вперше в історії людства спостерігається паралельне прискорення розвитку декількох науково-технічних напрямів, що безпосередньо впливають на суспільство. Відповідно, розвиток NBIC-технологій приведе до стрибка у можливостях виробничих сил і до злиття науково-технологічних напрямів у єдину науково-технологічну галузь знання [54; 112–116].

Сьогодні спостерігається виникнення нової цілісної науки, заснованої на матеріальній єдності навколишнього світу. Така сфера знань включає до предмета свого вивчення практично всі рівні організації матерії: від молекулярної природи речовини (нано), до природи життя (біо), природи розуму (когно) і процесів інформаційного обміну (інфо). При цьому елементарними структурними елементами є атоми, гени, біти і синапси. В принципі, така теорія дозволяє наблизитись до створення нової науково-технічної картини світу, основаної на уявленнях про складну єдність матеріального світу, обумовлену ієрархічністю, взаємозв'язком і трансформацією його компонент [111].

Отже, NBIC-конвергенція являє собою радикально новий етап науково-технічного прогресу, який не має аналогів за ступенем впливу на людську цивілізацію. Відмінними особливостями NBIC-конвергенції є: (1) інтенсивна взаємодія між вказаними NBIC-науковими та технологічними галузями; (2) значний синергетичний ефект; широка сфера предметних галузей, що розглядаються і підвладні впливу, від атомарного рівня матерії до розумних систем; (3) перспектива якісного зростання технологічних можливостей індивідуального і суспільного розвитку людини [112, с. 58].

Сьогодні усі розвинені держави світу вбачають у конвергентних технологіях чи не головний інструмент, за допомогою якого можна буде вирішити в недалекому майбутньому глобальні проблеми людства, як це наведено на рис. 1.3 [54; 115].

Глобальні проблеми та потреби людства	Депопуляція і старіння населення	Конвергенція NBIC-технологій (базових технологій)	Біотехнології	Медицина (створення платформ)	Виробництво
	Нестача продовольства			Біоорганічні системи і біотехнології	
	Екологічні проблеми; вичерпання запасів палива; нова енергетика й енергозбереження		Нанотехнології	Фізико-хімічні методи досліджень і технології	
			Інформаційні технології	Гібридні прилади (створення і тестування)	
	Уповільнення науково-технічного прогресу		Когнітивні науки	Інженерно-технологічні центри	
	Комп'ютерні науки й інформатика				
		Нейронаука і нейротехнології			
		Когнітивні дослідження і технології			

Рис. 1.3. Схема вирішення глобальних проблем на основі конвергенції (синергетичної інтеграції) базових NBIC-технологій [54; 115]

Отже, за своїми наслідками NBIC-конвергенція є найважливішим еволюційно-визначальним фактором: розвиток вказаних технологій дозволить вирішити глобальні проблеми, вплине і змінить радикально всі сторони життя людини, а сама еволюція людини перейде під її власний розумний контроль.

Використовуючи підхід до періодизації основних хвиль інноваційного розвитку М. Кондратьєва, Й. Шумпетера, К. Фрімена, а також беручи до уваги теоретичні розробки сучасних учених, зокрема, С. Глазьева, Б. Кузика, В. Іноземцева, Н. Іванової, Ю. Яковця та інших, було встановлено, що: (1) ключовими факторами домінуючого сьогодні п'ятого ТУ можна визначити мікроелектроніку та програмне забезпечення; (2) до числа технологічних сукупностей, що формують саме ядро п'ятого укладу, входять електронні компоненти і пристрої, електронно-обчислювальна техніка, радіо- та телекомунікаційне обладнання, лазерне обладнання, послуги з обслуговування обчислювальної техніки [100–102]. В той же час, як впливає зі сформованого ритму довгострокового техніко-економічного розвитку, цей ТУ близький до меж свого зростання – сплеск і падіння цін на енергоносії, світова фінансова криза – вірні ознаки завершальної фази життєвого циклу домінуючого ТУ і початку структурної перебудови економіки на основі наступного укладу. Отже, сьогодні формується відтворювальна система нового, шостого, ТУ, становлення і зростання якого будуть визначати глобальний економічний розвиток у найближчі два-три десятиліття.

На думку С. Глазьева та й багатьох інших дослідників, ключовим фактором ядра шостого ТУ будуть саме нанотехнології, а також альтернативна та нова ядерна енергетика [17, с. 80]. Ю. Яковцем [38, с. 145–146] і Б. Кузиком [29, с. 212–215] також було запропоновано структуру шостого ТУ, базовими науково-технічними напрямками якого, на їх думку, будуть нанотехнології, біотехнологія на базі досягнень генної інженерії, глобальні інформаційні мережі, воднева й інша екологічно безпечна енергетика, принципово нові види транспорту.

З останніх десятиліть ХІХ століття для періодизації основних хвиль інноваційного розвитку, у наукових дослідженнях «західних» учених став широко вживаним термін «промислова революція» одночасно з використанням поняття «технологічного укладу». Спочатку промислова революція означала лише процес переходу від аграрної економіки до індустріального суспільства з переважанням машинного виробництва, але сьогодні це поняття має значно ширше розуміння. Так, у табл. 1.2 наведені узагальнені характеристики промислових революцій, які сьогодні прийняті у світовій науковій літературі [117; 118; 120–123].

Таблиця 1.2

Узагальнені характеристики промислових революцій

Промислові революції	Основні характеристики промислових революцій
Перша «Індустріальна» (наприкінці ХVІІІ століття)	Обумовлена необхідністю механізації текстильної індустрії у Великобританії, появою парових двигунів, які використовувалися для виробництва енергії і забезпечили більш гнучке і потужне джерело енергії для машин. Заснована на інноваціях у виробництві чавуну, парових двигунах і розвитку текстильної промисловості
Друга «Технологічна» (з другої половини ХІХ – початок ХХ століття)	Обумовлена впровадженням бесемерівського способу виплавки сталі і появою поточного виробництва і складальної лінії, на зразок конвеєру Генрі Форда. У 1860–1870-х рр. охопила Західну Європу, США, Росію і Японію. Технологічна революція була переважно заснована на наукових досягненнях, а не просто вдалих винаходах і відбувалася на базі виробництва високоякісної сталі, поширенні залізниць, електрики та хімікатів. Введення масового виробництва, заснованого на електричному приводі і поділі праці
Третя «Інформаційна» (з 1970-х років)	Обумовлена використанням комп'ютерів у виробництві. Широке використання верстатів з ЧПУ, комп'ютерної обробки якісної і логістичної інформації, а також комп'ютеризація широкого спектра ручних завдань (таких як бухгалтерський облік, управління запасами і планування). Використання електроніки та ІТ для досягнення подальшої автоматизації виробництва

Джерело: сформовано автором на основі [117; 118; 120–123]

В той же час практично всі розвинені країни врахували важкі уроки кризи 2008–2009 рр. і переглянули своє розуміння щодо ролі промисловості та пріоритетності технологічного розвитку. Вже з 2011 року, за умов посилення конкурентної боротьби на зовнішніх і внутрішніх ринках збуту промислової продукції провідних країн світу, все більш чітко формується державна політика цих країн, спрямована на розвиток ключових факторів нової промислової революції. Як наслідок, виникло чимало різноманітних концепцій нової промислової революції XXI століття, характеристики основних з яких наведені на рис. 1.4, а також подані в табл. А.1 Додатка А [110; 119–123; 139; 140].

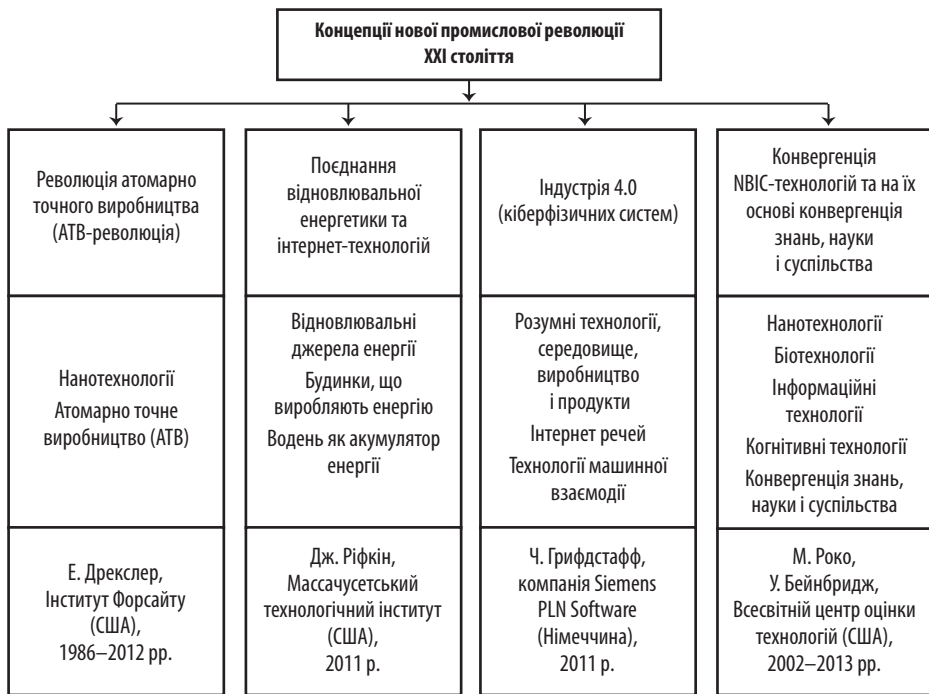


Рис. 1.4. Основні концепції нової промислової революції XXI століття [110; 119–123; 139; 140]

Так, всесвітньо відомий американський учений-апологет нанотехнологій Е. Дрекслер вважає, що саме нанотехнології стануть основою для будівництва майбутньої цивілізації XXI століття, підкреслюючи, що майбутнє буде пов'язано не просто з розповсюдженням нанотехнологічних компонентів, а з перетворенням на цій основі самої технологічної сутності матеріального виробництва – переходу до того, що він називає *атомарно точним виробництвом* (АТВ) [119]. Саме нанотехнології стають з'єднуючою ланкою між ін-

шими революційними технологічними напрямками, які виникли за останні 20–30 років, і дозволяють одержати якісно нові можливості від конвергенції цих напрямів – кардинально підвищити енергоефективність, знизити матеріаломісткість сучасної техносфери і на цій основі надати людству можливість вийти з мальтузіанської пастки обмежених ресурсів нашої планети та вирішити проблему «меж зростання», яка постала перед сучасною цивілізацією у вигляді глобальних проблем. Е. Дрекслер вважає, що цей перехід буде не просто черговим технологічним вдосконаленням, а четвертою технологічною революцією – після аграрної, промислової та інформаційної [119, с. 96–97].

У 2011 році відомий американський економіст і еколог Джеремі Ріфкін також висунув концепцію нової промислової революції: «Спадщина першої та другої промислових революцій – ієрархічна організація економічної і політичної влади – неминуче поступиться місцем горизонтальній взаємодії, коли мільйони людей будуть генерувати власну зелену енергію вдома, в офісах і на фабриках і ділитися нею один з одним в «енергетичному Інтернеті» [120]. 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» [120, с. 12]. На думку Дж. Ріфкіна, у цієї 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 в поствуглецеву еру до середини XXI століття і запобігти катастрофічній зміні клімату» [120, с. 16–17]. Водночас фахівці з Массачусетського технологічного інституту (МІТ) вважають, що нова промислова революція – біомедична революція – буде пов'язана з конвергенцією наук про життя, фізичних наук та інжинірингу [6]. На думку вчених МІТ, біомедична революція має три етапи: 1-й – молекулярні та клітинні технології, 2-й – геноміка, 3-й (сьогодення) – конвергенція технологій [121, с. 4–14].

Концепція Четвертої промислової революції, більш відома як «Індустрія 4.0», отримала свою назву у 2011 році від ініціативи німецьких бізнесменів, політиків і вчених на чолі з Ч. Грифдстаффом (Siemens PLN Software), які визначили її як засіб підвищення конкурентоспроможності обробної промисловості Німеччини через посилену інтеграцію «кіберфізичних систем» (або CPS) у виробничі процеси [122]. CPS – означає інтеграцію машин і людської

праці, підключених до Інтернету, а також процес створення мережі машин, які будуть не тільки виробляти товари з меншою кількістю помилок, але і зможуть автономно змінювати виробничі шаблони відповідно до необхідності, залишаючись вискоєфективними. При цьому рушійною силою є інтегровані інтелектуальні процеси та продукти, що генерують так звані великі дані, які повністю змінюють ландшафт виробництва і створюють нові ринки.

Низка європейських і американських дослідницьких структур при урядових організаціях (NACFAM, HLG-KET, ARTEMIS, IDA, NIST) також вважає, що в концепції «Індустрія 4.0» йдеться про аналіз та інтеграцію загального процесу виробництва і життєвого циклу продукту, коли продукт і клієнт спілкуються безпосередньо з виробничими системами і персоналом з метою, щоб кожен окремих клієнт отримав саме той продукт, який він бажає [123–127]. Іншими словами, Індустрія 4.0 – виробництво, еквівалентне орієнтованому на споживачів «Інтернету речей», в якому предмети побуту, від автомобілів до тостерів, будуть підключені до Інтернету. Цією концепцією передбачено, що подальший промисловий розвиток буде пов'язаний із здійсненням трьох пов'язаних революційних трендів до 2030 р., а саме: (1) революція у проектуванні й організації виробничих процесів (технологічний і організаційний реінжиніринг промисловості, заснований на тотальній дигіталізації виробничих процесів); (2) перехід до нових матеріалів (їх інтеграція в автоматизовані системи проектування і виробництва, суміщення виробництва матеріалів і виробництва компонентів); (3) розумні середовища (очікується їх масове впровадження у 2020–2030-х рр.) [125; 133].

За прогнозами до 2030 р. авторитетних світових інституцій (ЮНІДО, ОЕСР, Світовий банк) та міжнародних промислових асоціацій і дослідницьких компаній (зокрема MIT, KPMG), запустити ці тренди у промисловому виробництві можна тільки через впровадження *передових виробничих технологій (ПВТ)* на основі конвергентних технологій, які називають «проривними», підкреслюючи їх революціонізуючий вплив на структуру виробництва [128–135]. Узагальнене розуміння ПВТ охоплює таке: (1) *технологічне заміщення*, що веде до якісного вдосконалення існуючих або створення принципово нових продуктів; (2) *автоматизація* виробничого процесу, що висуває 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 про-

дуктивності праці, інвестиційної привабливості і конкурентоспроможності [128–135]. Таким чином, ПБТ пов'язані з нетрадиційними методами обробки, новими інструментами контролю та управління виробничо-технологічними процесами, а також використанням нових матеріалів, автоматизованих та інтелектуальних систем контролю та управління обладнанням, виробничо-технологічними процесами і системами. Основні визначення ПБТ наведені у табл. А.2 Додатка А.

Фахівці визначають такі пріоритетні напрями ПБТ: (1) системи контролю виробничих процесів, включаючи датчики стану обладнання, параметрів потоків сировини і стану (розмір, склад тощо) створюваних (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), у тому числі в робототехніці і в галузі «Інтернету речей»; (4) системи створення і перетворення (вирощування) матеріальних об'єктів, в тому числі 3D-друк; інфузійні технології, значення яких зростає; перспективні методи обробки поверхонь і роботи з термопластами (ключовими є ростові технології); (5) матеріали, ефективні при створенні перспективних виконавчих пристроїв для ростових технологій: композиційні й ті, що проявляють свої властивості в малорозмірних структурах [123–135].

Ці технології «Індустрії 4.0», поєднуючи фактори Smart TEMP (Т (technology) – розумні технології; Е (environment) – розумне середовище; М (manufacturing) – розумне виробництво; Р (products) – розумні продукти), створюють нові ринки і галузі, сприяють зростанню продуктивності праці, підвищенню конкурентоспроможності окремих секторів і національних економік. Узагальнюючи наведені аналітичні матеріали, слід констатувати, що сьогодні ПБТ – це, перш за все, 3D-друк, «хмарні» технології, «Інтернет речей», нові матеріали, робототехніка [136–138].

Концепція *конвергенції NBIC-технологій* як основи для нової промислової революції і на її основі – конвергенції знань, науки і суспільства одержала розвиток з 2001 року, коли вперше відбулась презентація доповіді М. Роко (США) щодо концепції NBIC-конвергенції, та з 2003 року, коли був надрукований звіт Національного наукового фонду (NSF) США «Конвергентні технології для підвищення якості діяльності людини» [110], відбулася низка міжнародних наукових конференцій, досліджень і семінарів, присвяче-

них темі конвергентних технологій, зокрема в 2003 році (м. Лос-Анджелес, США), 2004 (м. Нью-Йорк, США), 2005 (м. Сеул, Корея), 2011–2012 (м. Сан-Паулу, Бразилія). Вказана концепція активно застосовувалася для вивчення впливу технологічних змін на соціально-економічний розвиток суспільства низкою наукових колективів зі США, ЄС, Японії, Китаю, Південної Кореї і Бразилії.

Таким чином, як виходить з проведеного аналізу сучасних концепцій промислової революції, не існує однієї-єдиної концепції щодо змісту нової промислової революції, але всі вони концентрують увагу тільки на окремих складових конвергентних технологій, а саме: *концепція АТВ-революції* – на нанотехнологіях; *концепція поєднання відновлювальної енергетики та інтернет-технологій* – на дигіталізації сталого розвитку і альтернативної енергетики; *концепція «Індустрія 4.0»* абсолютизує так зване «розумне» середовище, що базується на запровадженні нового покоління інтернет-технологій і штучного інтелекту у виробничих процесах; *концепція конвергенції NBIC-технологій* розглядає можливості міждисциплінарних досліджень і розробок, але не дає інструменту їх запровадження у виробництво.

1.3. Конвергенція знань, технологій і суспільства як механізм вирішення глобальних проблем

Починаючи з 2001 року фахівці зі США, ЄС, Японії, Китаю і Латинської Америки на своїх регулярних зустрічах з питань розвитку конвергентних NBIC-технологій детально обговорювали питання можливих способів застосування конвергенції цих технологій, що може покращити життя людства у найближчі 10–20 років [54; 115].

У табл. Б.1 Додатка Б наведено узагальнене співставлення проблем та можливостей і загроз, що несуть у собі процеси конвергенції NBIC-технологій, а саме: (1) можливості, що можуть бути реалізовані у найближчі 20 років; (2) можливості, що можуть бути реалізовані у віддаленому майбутньому; (3) зміни і загрози від впровадження NBIC-технологій [54, с. 35–36; 110; 111; 115].

У 2005 році під час чергової зустрічі провідних учених, що займаються проблемами NBIC-конвергенції, було вперше проведено опитування за методом Дельфі щодо прогнозування основних цілей NBIC-конвергенції і очікуваних результатів їх впровадження в життя, а також того, наскільки позитивним буде їхній вплив за шкалою від 0 до 10 [139; 140]. Окрім 20 ідей, що були за-

пропоновані у 2001 році, в період до 2012 року було проведено ще п'ять досліджень із вказаної проблематики і зібрано ще 80 інших ідей, і, як результат, систематизовано і опубліковано у фінальному звіті Національного наукового фонду США в 2013 році за редакцією М. Роко і В. Бейнбріджа [139]. Було відібрано 40 можливих способів застосування конвергенції NBIC-технологій і проведено прогнозування вірогідного періоду часу, коли вони можуть бути втіленими в життя. Середні оцінки (медіана) за п'ятирічною шкалою, починаючи з 2015 року і до 2070 року, досить достовірно описують наслідки застосування основних ідей NBIC-конвергенції.

Ми пропонуємо розглянути вказані ідеї і короткий опис їх наслідків крізь призму відповідності цих обраних пріоритетних ідей на вирішення глобальних проблем людства, оскільки тільки за таким спрямуванням прогнозовані технологічні досягнення будуть мати значний соціальний ефект і приведуть до докорінних змін як у технологічному базисі, так і у соціально-економічному розвитку суспільства, тобто до переходу до нового технологічного укладу.

У табл. Б.2 Додатка Б наведено відповідність цілей конвергенції NBIC-технологій у середньостроковому періоді (з 2015 року до 2030 року з п'ятирічним лагом) глобальним проблемам, а в таблиці Б.3 Додатка Б – відповідність цим проблемам основних ідей NBIC-конвергенції у довгостроковому періоді (з 2030 року до 2070 року) [139–141].

У той же час багато фахівців вказують на цілу низку невирішених питань і можливих негативних наслідків NBIC-конвергенції [111; 112; 114; 115; 139–143]. У табл. Б.4 Додатка Б систематизовано основні питання щодо застосування технологічних систем, що базуються на NBIC-конвергенції, а також потенційно негативні соціальні й етичні наслідки від конвергенції NBIC-технологій для вирішення глобальних проблем [139, с. 412–420]. При цьому М. Роко і В. Бейнбрідж визнають, що досвід проведення зустрічей і конференцій на тему «Конвергенції технологій» за період 2001–2013 рр. довів необхідність проведення регулярних форсайт-досліджень серед науковців та інженерів, що займаються цим питанням. Вони підкреслюють, що «... в ідеалі це має бути група з декількох сотень експертів із різних галузей, а процес має проводитися в два етапи. На першому етапі члени групи будуть викладати свої ідеї, які будуть об'єднані, відредаговані та відібрані, щоб максимізувати різноманітність думок, спеціальною дослідницькою командою, що потім перетворить їх на формальні анкети. На другому етапі учасники групи будуть відповідати на питання, ... оцінюючи кожен ідею за термінами можливого досягнення та наслідками для людства» [139, с. 420].

У вказаному звіті було викладено основні положення щодо *конвергенції знань, технологій і суспільства (КЗТС)*, зокрема наведені основні принципи конвергенції людської діяльності – у тому числі для створення знань та технологічних інновацій, а також запропоновано трансформаційний підхід для досягнення соціального блага, механізми та можливі системи рішень для викликів суспільству у наступному десятиріччі, серед яких: (1) виклики, що створюють нові знання, галузі промисловості, професії; (2) боротьбу проти зростання населення, масованої урбанізації та глобалізації; (3) функціональність національної безпеки; (4) покращення довічного добробуту та людського потенціалу; (5) побудову індивідуальних та комплексних програм охорони здоров'я та освіти; (6) боротьбу з проблемами навколишнього середовища; (7) збереження сталої якості життя назавжди [139; 140].

КЗТС – зростаюча та схильна до трансформацій взаємодія між, здавалося б, різними категоріями: технологіями, суспільством і сферами людської діяльності для досягнення взаємних сумісності, синергізму та взаємопроникнення, створення за допомогою цих процесів доданої вартості і розширення для задоволення потреб людства та досягнення спільних цілей. КЗТС дозволяє суспільству вирішити проблеми, з якими не можливо впоратися ізольовано, а також створити нові професії, знання та технології на цій основі.

При цьому базовими інструментами процесу КЗТС є саме NBIC-конвергенція, відмінними особливостями якої є: (1) виникнення нової цілісної науки, заснованої на матеріальній єдності навколишнього світу; (2) предмет вивчення цієї наук включає практично всі рівні організації матерії: від молекулярної природи речовини (нано), до природи життя (біо), природи розуму (когно) і процесів інформаційного обміну; (3) елементарними структурними елементами є атоми, гени, біти і синапси; (4) інтенсивна взаємодія між вказаними NBIC-науковими і технологічними галузями; (5) значний синергетичний ефект; (6) перспектива якісного зростання технологічних можливостей індивідуального і суспільного розвитку людини [111; 112].

Зокрема, група російських учених – А. Казанцев, В. Кисельов, Д. Рубвальтер, О. Руденський – також вважають, що NBIC-технології формують сьогодні нову «інноваційно-технологічну NBIC-цивілізацію XXI століття» [105, с. 12–13]. Вони констатують, що аналіз сучасних глобальних тенденцій розвитку в XXI столітті дозволяє виявити дві найважливіші тенденції: (1) активізація досліджень у низці промислово розвинених країн у напрямі конвергенції NBIC-наук і технологій, що дозволяє реалізувати концепцію побудови інноваційної економіки на національному і глобальному рівнях,

у тому числі сформувати відповідну «інноваційну людину», «інноваційну психологію» та «інноваційний соціум» [143]; (2) зародження різноманітних соціальних структур, що формуються в результаті широкомасштабного розвитку окремих NBIC-технологій, зокрема «інформаційне суспільство», «біосуспільство», наносуспільство», «наноекономіка», «біоекономіка», «інформаційна економіка», а в середньостроковій перспективі – «когнотехнологічна економіка» і «когнітивне суспільство» (або «суспільство знань»). Як вважають автори, «... конвергенція і синергія NBIC-технологій приведуть у кінцевому рахунку... до соціально-економічної, політичної та інших типів конвергенції і синергії, формуючи новий «інноваційний соціум», а в кінцевому рахунку й інноваційно-технологічну цивілізацію XXI століття на базі NBIC-технологій» [105].

Директор російського НДЦ «Курчатівський інститут» РАН М. Ковальчук також вказує на те, що для приведення сучасної техносфери в гармонію з природою, створення ноосфери (за В. Вернадським) «... необхідно враховувати і використовувати закономірності трансформації свідомості, психіки людини. Людина як суб'єкт практичного і пізнавального ставлення до світу рано чи пізно сама стає об'єктом науково-технологічного впливу. Це може бути здійснено шляхом з'єднання можливостей NBIC-технологій з досягненнями соціально-гуманітарних наук і технологій. На цьому шляху простір конвергентних технологій набуває ще один вимір – соціально-гуманітарний (socio-), а конвергентна єдність нано-, біо-, інфо- і когнітивних технологій доповнюється соціально-гуманітарними технологіями, стаючи вже NBICS-технологіями... Збереження нашої цивілізації, її майбутнє пов'язане з появою і розвитком конвергентних NBICS-технологій. Саме вони дозволять створити гармонійну ноосферу, в якій три її складові – біосфера, техносфера і складна система суспільних зв'язків – будуть не конфліктувати, а доповнювати одна одну, найтіснішим чином взаємодіяти, тобто будуть конвергентними» [142].

Проведений аналіз перспектив застосування основних фундаментальних інструментів NBIC-конвергенції для вирішення глобальних проблем, а також проблемних питань і наслідків на найближчий, середній період і у довгостроковій перспективі дозволяє обґрунтовано стверджувати, що КЗТС – це передова лінія для наукових відкриттів і розвитку технологій, що в перспективі можуть стати фундаментальними та комплексними знаннями, трансформаційним полем, як це було з інформаційними та нанотехнологіями.

КЗТС передбачає загальний процес розвитку креативності, інноватики та соціального прогресу, що базується на п'яти універсальних принципах:

(1) взаємозалежність всіх компонентів природи та суспільства; (2) аналіз рішень для досліджень, розвитку та застосування, що базується на динамічній системно-логічній дедукції; (3) посилення креативності та інновацій за допомогою еволюційних процесів конвергенції, які комбінують існуючі принципи з дивергенцією (відхиленнями), тим самим створюючи нові принципи; (4) вигода від міждомених мов високого рівня у створенні нових рішень та підтримці передачі нових знань; (5) цінність перспективних фундаментальних досліджень, втілених у глобальних проблемах [139; 140].

Таким чином розуміння конвергенції мало певну еволюцію:

- у період 1990–2000 рр. конвергенція була пов'язана із впровадженням нанотехнологій, що характеризувалися інтеграцією наукового та технологічного секторів для розбудови матеріального світу, заснованого на знаннях і наномасштабі [119];
- у термін 2001–2010 рр. під конвергенцією розуміли конвергенцію NBIC-технологій, що має елементарну основу у вигляді атомів, генів, бітів і синопсів як фундаментальний інструмент і дозволяє поєднати нові технології у мультифункціональну систему [54; 110–114; 142];
- починаючи з 2010 р. і в подальшому під конвергенцією розуміють конвергенцію знань, технологій і суспільства (КЗТС або NBIC 2.0), що інтегрує основні види діяльності людини в галузі знань, технологій, людської поведінки і суспільства, які відрізняються цілеспрямованим акцентом на підтримку громадських цінностей і потреб [140, с. 10].

Тобто конвергенція прогресує протягом останніх кількох десятиліть, починаючи з нанотехнологій для матеріального світу; це, у свою чергу, призводить до конвергенції NBIC-технологій. Оскільки конвергенція – це процес, що оперує у широкому масштабі, у великому різноманітті сфер діяльності і протягом довгого періоду часу, то коли вона досягається, її власний фокус та характеристики продовжують еволюціонувати. Отже, КЗТС є третьою стадією конвергенції [141].

Так, М. Роко і В. Бейнбрідж визначають три послідовні фази конвергенції науки, технологій і суспільства, як це наведено в табл. 1.3.

Ефективна та контрольована конвергенція знань, технологій і суспільства, яка могла б принести користь суспільству, вимагає, перш за все, посиленої взаємозалежності між природною та людською системами форм діяльності, яка включає 4 платформи: (1) фундаментальні передові інструменти та технології (нано-, біо-, інфо- та когнітивні технології) у системному підході; (2) платфор-

ма людського виміру, що характеризується взаємодією між людьми, машинами та навколишнім середовищем; (3) платформа земного виміру – просторове середовище для людської діяльності у масштабах планети Земля; (4) соціальна платформа, яка характеризується індивідуальною та колективною діяльністю людства, організацій і систем [140, с. 12], як це вказано на рис. 1.5.

Таблиця 1.3

Фази КЗТС-конвергенції

Період	Фаза	Характеристика
2001–2010 рр.	Реактивна конвергенція	Випадкові зв'язки, що базуються на тимчасовому співробітництві партнерів або окремих галузей для заздалегідь встановленої мети
2011–2020 рр.	Проактивна конвергенція	Більш принципова та змістовна, прискорена конвергенція на основі більш глибокого аналізу рішень (тобто це найближче майбутнє КЗТС)
Після 2020 р.	Системна конвергенція	Комплексна, з метою досягнення вищого рівня (мультидоменного), з ефектом від конвергентних управлінських структур

Джерело: сформовано автором на основі [139–141]

Як видно з рис. 1.5, NBIC-технології як провідний елемент нових фізичних і теоретичних інструментів всіх платформ дозволяє: (1) уявляти, візуалізувати, маніпулювати, моделювати та синтезувати матеріали (предмети); (2) фундаментально реформувати велику кількість напрямів науки та технологій – від електроніки, оптики, матеріалознавства до надання медичних послуг, лікування онкологічних захворювань, «розумного» сільського господарства, віддаленого управління сенсорами та даними, розрахунків, комунікацій та виробництва; (3) надавати можливі рішення ключових соціальних викликів першої половини XXI століття, у тому числі підтримку ПВТ для створення нових галузей промисловості та професій, покращення довічного добробуту та людського потенціалу, побудови індивідуальних та комплексних програм охорони здоров'я та освіти і збереження сталої якості життя назавжди.

Прогноз розвитку конвергенції знань, технологій і суспільства на наступні 10 років, як показано в табл. В.1 Додатка В, передбачає, що: (1) міждисциплінарні дослідження перетворюються на трансдисциплінарну науку, яка створить абсолютно нові галузі знань на перетині традиційних дисциплін; (2) кожен з блоків NBIC продовжить еволюціонувати, стаючи все більш незалежним і потужним; (3) буде зростати використання інструментів і методологій, спо-

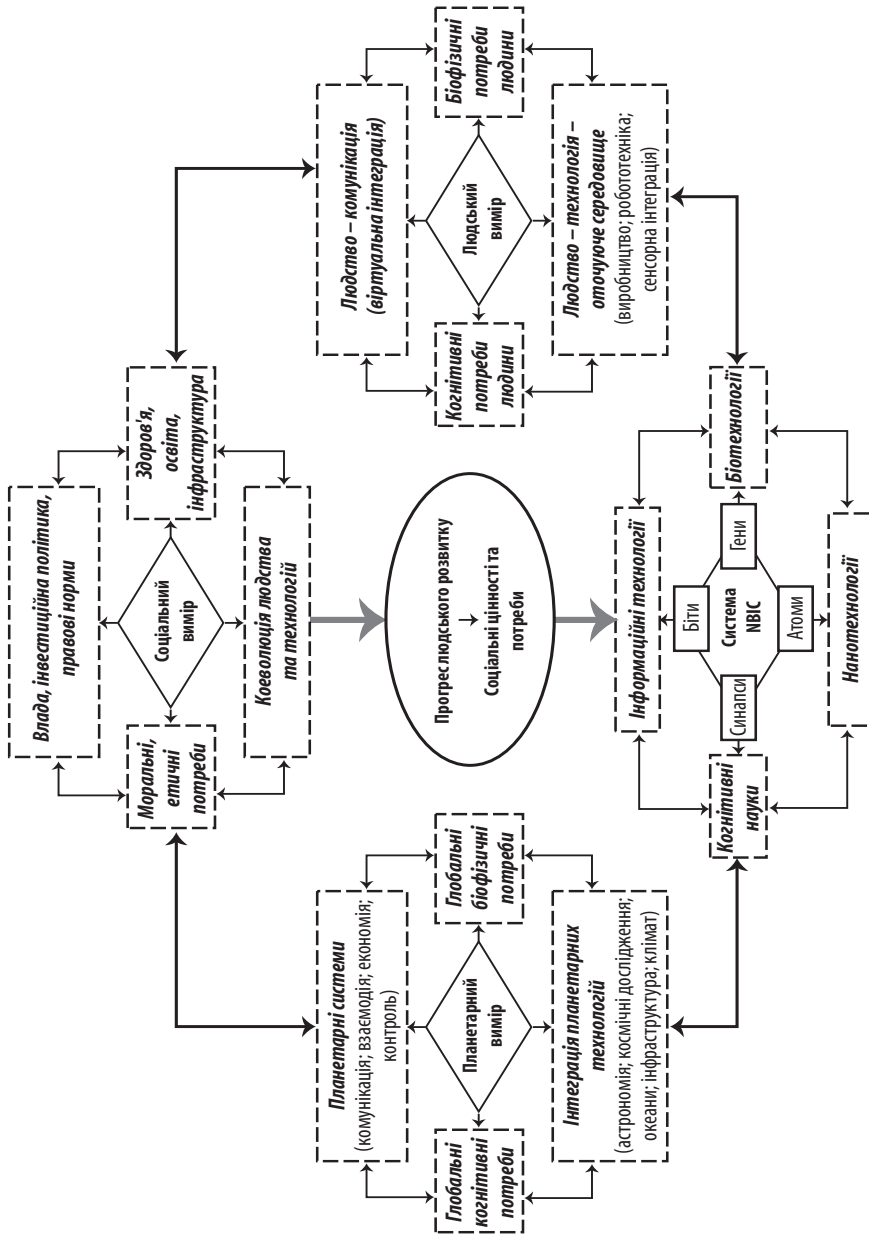


Рис. 1.5. Основні конвергентні платформи глобальної еволюційної системи людської діяльності: фундаментальні інструменти (NBIC-технології), платформи людського виміру і земного виміру та соціальна платформа

Джерело: сформовано автором на основі [140, с. 12]

чатку розроблених експертами для спеціального застосування поза межами NBIC-дисциплін; (4) з'явиться абсолютно новий клас конвергентних технологій, який не буде пов'язаний з жодним з блоків NBIC і допоможе швидше поєднати спільні наукові, технологічні та соціальні цілі; (5) нові додаткові технології будуть розвиватися на межі доменів NBIC; (6) будуть розвиватися нові освітні парадигми для надання можливості студентам, науковцям-практикам та інженерам поглибити та розширити знання, які потрібні їм для створення і використання нових інструментів, що дозволять суспільству реалізувати потенціал конвергентних технологій; (7) підвищиться комунікативний та когнітивний потенціал для індивідуумів і спільнот; (8) підвищиться фізичний та оздоровчий потенціал з метою досягнення благополуччя [139; 140].

У табл. В.1–В.3 Додатка В наведено співвідношення здобутків за період 2000–2010 рр., перспектив до 2020 р. і наслідків впровадження конвергенції знань, технологій і суспільства в межах платформи людського виміру, платформи земного виміру та соціальної платформи для вирішення глобальних проблем людства [139; 140].

Отже, для країн, що бажають увійти до кола технологічно розвинених або провести модернізацію економіки на новій технологічній базі (таких як Україна), визначення пріоритетів науково-технічних досліджень у галузі конвергентних технологій і створенні на їх основі інноваційних розробок для Smart TEMР набуває сьогодні вкрай важливого значення.

Висновки до розділу 1

1. У роботі показано, що сьогодні, коли людство стикнулося з цілою низкою глобальних проблем, діяльність держави та суспільства має бути спрямована на вирішення цих проблем, основні з яких (що відносяться до матеріальної сфери) доцільно поєднати у чотири групи: (1) депопуляція і старіння населення; (2) нестача продовольства та вичерпання запасів низки видів сировини; (3) екологічні проблеми, нестача низки видів паливної енергетики та енергозбереження; (4) уповільнення науково-технічного прогресу і відставання від провідних країн у переході до нового технологічного укладу.
2. Встановлено, що країна, що розвивається, в сучасних умовах може мати змогу здійснити економічний прорив і приєднатися до пулу розвинених країн тільки шляхом комплексної («інтегрованої») модернізації, яка передбачає як успішну реалізацію стратегії наздоганяючого розвитку,

так і потребує інноваційно-технологічного розвитку з використанням власного науково-технічного потенціалу. Як наслідок, країнам, що розвиваються, доцільно розробляти стратегію «комбінованої індустріальної модернізації», яка дозволить сполучати інститути наздоганяючого та випереджального розвитку, запозичення та інновації, повинна сполучати три стратегічні напрями розвитку: (1) стратегію лідерства (у тих напрямках, де вітчизняний науково-промисловий комплекс має технологічну перевагу); (2) стратегію наздоганяючого розвитку (в тих напрямках, де спостерігається значне відставання); (3) стратегію випереджальної комерціалізації (в інших напрямках).

3. Доведено, що певна частка колишніх пострадянських країн, які були досить індустріально розвиненими (наприклад, Україна), цілком спроможні здійснити інноваційно-технологічний прорив (або вторинну модернізацію) не тільки шляхом запозичення передових іноземних технологій, але й через самостійне випереджальне освоєння найновіших технологій на базі власного унікального науково-технологічного заділу. Як наслідок, постає необхідність розгляду впливу технологічних інновацій на економічний розвиток суспільства, оскільки саме вони забезпечують періодичне інноваційне оновлення усєї сфери виробництва товарів і послуг, матеріально-технічної бази суспільства.
4. Проведений у роботі аналіз актуальних техніко-економічних і техніко-соціо-економічних парадигм (неокласичної, інституційної, еволюційної, системної, неоінституційної) показав, що на сьогодні чітко відстежується тенденція до сполучення інноваційно-технологічних, економічних, історичних і політичних циклів інноваційного розвитку цивілізації XXI століття. Як наслідок, у першій половині XXI століття відбувається зміна парадигми шляхів розвитку людства, його світогляду, мислення і цивілізації в цілому, пов'язана з переходом на інноваційний шлях розвитку світового соціуму й економіки. Розвиток економічної теорії технологічних змін рухається у напрямі створення певних наукових комплексів, які синтезують як технічні, так і суспільні науки. При цьому відбувається саме конвергенція наук про людину, природу та суспільство, що призводить до появи синергетичного ефекту і потребує детального вивчення.
5. Встановлено, що розуміння конвергенції мало певну еволюцію: на першому етапі (1990–2000 рр.) конвергенція була пов'язана із впровадженням нанотехнологій, що характеризувалися інтеграцією наукового та технологічного секторів для розбудови матеріального світу, засновано-

го на знаннях і наномасштабі; на другому етапі (2001–2010 рр.) під конвергенцією розуміли конвергенцію NBIC-технологій, що має елементарну основу у вигляді атомів, генів, бітів і синапсів як фундаментальний інструмент і дозволяє поєднати нові технології у мультифункціональну систему; на третьому етапі (з 2010 р. до сьогодні) під конвергенцією розуміють конвергенцію знань, технологій і суспільства (КЗТС або NBIC2), що інтегрує основні види діяльності людини в галузі знань, технологій, людської поведінки та суспільства, які відрізняються цілеспрямованим акцентом на підтримку громадських цінностей і потреб.

Література до розділу 1

1. Декларация тысячелетия Организации Объединенных Наций // Организация Объединенных Наций: сайт. URL: <http://www.un.org/russian/document/declarat/summitdecl.html>
2. Форрестер Дж. Мировая динамика. М.: Наука, 1976. 168 с.
3. Медоуз Д., Медоуз Д., Рандерс Й., Беренс Ш. Пределы роста. М.: МГУ, 1992. 206 с.
4. Медоуз Д., Рандерс Й., Медоуз Д. Пределы роста: 30 лет спустя. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 358 с.
5. Кизим М. О., Проноза П. В., Омаров Ш. А. Проблемы та цілі розвитку України у світі глобальних проблем світової спільноти: монографія. Харків: ВД «ІНЖЕК», 2010. 96 с.
6. Кизим М. О., Пономаренко В. С. та ін. Основи сталого розвитку Харківської області до 2020 року: монографія. Харків: ВД «ІНЖЕК», 2010. 512 с.
7. Матюшенко І. Ю., Кизим М. О. Оцінка глобальних і специфічних національних проблем, що потребують вирішення в Україні // Актуальные вопросы развития инновационной деятельности: материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф. (Евпатория, 23–27 мая 2011 г.). Симферополь: Минэконом. АРК, 2011. С. 30–38.
8. Новая постиндустриальная волна на Западе. Антология/под ред. В. Л. Инноземцева. М.: Academia, 1999. 640 с.
9. Уэбстер Ф. Теории информационного общества/пер. с англ. М. В. Арапова, Н. В. Малыхиной; под ред. Е. Л. Вартановой. М.: Аспект Пресс, 2004. 400 с.
10. Обзорный доклад о модернизации в мире и Китае (2001-2010)/под ред. Хэ Чуаньци; пер. с англ. под. общ. ред. Н. И. Лапина. М.: Весь мир, 2011. 256 с.
11. Акаев А. А., Ануфриев И. Е., Кузнецов Д. И. О стратегии инновационно-модернизационного развития российской экономики // Моделирование и прогнозирование глобального, регионального и национального развития. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. С. 178–209.
12. Акаев А. А. О стратегии интегрированной модернизации экономики России до 2025 года // Экономический портал: сайт. URL: <http://institutiones.com/strategies/2256-strategii-integririvannoj-modernizacii-ekonomiki-rossii.html>

13. Антоненко Л. А., Нескородев С. Н., Опритова К. А. Общее и особенное в национальных моделях экономической трансформации // Экономическая теория на пороге XXI века: в 2 кн. Кн. 1/под ред. Ю. М. Осипова, В. В. Чекмарева, Е. С. Зотовой. М.: Юристъ, 2002. С. 455–461.
14. Бузгалин А., Колганов А. Социалистические революции XXI века. *Свободная мысль*. 1997. № 10. С. 72–86.
15. Глазьев С. Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития. М.: ВладДар, 1993. 456 с.
16. Нанотехнологии как ключевой фактор нового технологического уклада в экономике/ под ред. С. Ю. Глазьева, В. В. Харитоновна. М.: Троянт, 2009. 304 с.
17. Глазьев С. Ю. Стратегия опережающего развития России в условиях глобального кризиса: монография. М.: Экономика, 2010. 255 с.
18. Голиченко О. Г. Модели развития, основаного на диффузии технологий // Экономический портал: сайт. URL: <http://institutiones.com/strategies/2257-modeli-razvitiya-osnovannogo-na-diffuzii-texnologij.html>
19. Стратегический глобальный прогноз 2030. Расширенный вариант/под ред. А. А. Дынкина; ИМЭМО РАН. М.: Магистр, 2011. 480 с.
20. Иноземцев В. Л. За пределами экономического общества: постиндустриальные теории и постэкономические тенденции в современном мире. М.: Academia-Наука, 1998. 639 с.
21. Иноземцев В. Л. Расколота цивилизация: Наличествующие предпосылки и возможные последствия постэкономической революции. М.: Academia-Наука, 1999. 703 с.
22. Иноземцев В. Л. Моделі постіндустріального розвитку // Економіка знань: виклики глобалізації та Україна/під заг. ред. А. П. Гальчинського, С. В. Львовичкіна, В. П. Семіноженка. Київ: ХФ НІСД, 2004. С. 105–160.
23. Белл Д., Иноземцев В. Эпоха разобщенности: Размышления о мире XXI века. М.: Центр исследований постиндустриального общества, 2007. 304 с.
24. Иноземцев В. Л. Потерянное десятилетие. М.: Московская школа полит. исследований, 2013. 600 с.
25. Иванов В. В. Постиндустриальное общество и феномен конкуренции // Динамика инноваций/под ред. В. И. Супруна. Н.: ФСПИ «Тренды». С. 209–220.
26. Клейнер Г. Б. Системная парадигма и экономическая политика. *Общественные науки и современность*. 2007. № 2. С. 141–149.
27. Клейнер Г. Б. Системный ресурс экономики. *Вопросы экономики*. 2011. № 1. С. 1–13.
28. Кузык Б. Н., Яковец Ю. В. Россия – 2050: стратегия инновационного прорыва. М.: Экономика, 2005. 624 с.
29. Кузык Б. Н., Кушлин В. И., Яковец Ю. В. Прогнозирование, стратегическое планирование и национальное программирование: учебник. М.: Экономика, 2008. 575 с.
30. Кушлин В. И. Траектории экономических трансформаций. М.: Экономика, 2004. 310 с.

31. Инновационное развитие: экономика, интеллектуальные ресурсы, управление знаниями/под. ред. Б. З. Мильнера. М.: ИНФРА-М, 2010. 624 с.
32. Нигматулин Р. И., Нигматулин Б. И. Кризис и модернизация России – тринадцать теорем: монография. М.: Новости, 2010. 48 с.
33. Нижегородцев Р. М. Управление инновациями: модернизация на фоне кризиса. *Проблемы управления*. 2010. № 2. С. 74–77.
34. Полтерович В. М. О стратегии догоняющего развития для России. *Экономическая наука современной России*. 2007. № 3 (38). С. 17–23.
35. Полтерович В. М. Гипотеза об инновационной паузе и стратегия модернизации. *Вопросы экономики*. 2009. № 6. С. 4–22.
36. Полтерович В. М. Стратегия 2020: перспективна ли «новая модель роста»? *Прямые инвестиции*. 2012. № 4. С. 18–19.
37. Яковец Ю. В. Циклы. Кризисы. Прогнозы. М.: Наука, 1999. 448 с.
38. Яковец Ю. В. Эпохальные инновации XXI века. М.: Экономика, 2004. 444 с.
39. Яковец Ю. В. Глобальные экономические трансформации XXI века. М.: Экономика, 2011. 382 с.
40. Янч Э. Прогнозирование научно-технического прогресса. М.: Экономика, 1989. 288 с.
41. Андрощук Г. О. Циклічні коливання економіки: сутність, основні форми і значення в теорії нововведень. *Стратегія розвитку України: соціологія, економіка, право*. 2008. № 1/2. С. 339–350.
42. Андрощук Г. О., Березняк Н. В., Кваша Т. К., Мусіна Л. А., Новіцька Г. В. Нанотехнології у XXI столітті: стратегічні пріоритети та ринкові підходи до впровадження: монографія. Київ, 2011. 274 с.
43. Антонюк Л. Л., Поручник А. М., Савчук В. С. Інновації: теорія, механізм розробки та комерціалізації: монографія. Київ: КНЕУ, 2003. 394 с.
44. Близнюк Т. П. Вплив циклічності розвитку економіки на інноваційну діяльність підприємства: монографія. Харків: ФОП Александрова К. М., 2008. 352 с.
45. Бубенко П. Т., Снісаренко О. Б. Інноваційний розвиток регіонів: монографія. Харків: Форт, 2009. 160 с.
46. Економіка й організація інноваційної діяльності: підручник/під ред. О. І. Волкова, М. П. Денисенка. Київ: Професіонал, 2004. 960 с.
47. Гальчинський А. С., Геєць В. М., Кінах А. К., Семиноженко В. П. Інноваційна стратегія українських реформ. Київ: Знання України, 2002. 336 с.
48. Геєць В. М., Семиноженко В. П. Інноваційні перспективи України. Харків: Константа, 2006. 272 с.
49. Стратегічні виклики XXI століття суспільству та економіці України: Т.1: Економіка знань – модернізаційний проект України/за ред. акад. В. М. Гейця, акад. В. П. Семіноженка, чл.-кор. Б. Є. Кваснюка. Київ: Фенікс, 2007. 544 с.

50. Інноваційна Україна 2020: національна доповідь/за ред. акад. В. М. Гейця та ін.; НАН України. Київ, 2015. 336 с.
51. Проблеми та пріоритети формування інноваційної моделі розвитку економіки України/[Я. А. Жаліло, С. І. Архієреєв, Я. Б. Базілюк та ін.]. Київ: НІСД, 2006. 186 с.
52. Згуровський М. З. Путь к обществу, построенному на знаниях. *Зеркало недели*. 2006. № 2. С. 14.
53. Йохна М. А., Стадник В. В. Економіка і організація інноваційної діяльності: навч. посіб. Київ: Академія, 2005. 400 с.
54. Кизим М. О., Матюшенко І. Ю. Перспективи розвитку і комерціалізації нанотехнологій в економіках країн світу та України: монографія. Харків: ВД «НЖЕК», 2011. 392 с.
55. Кизим М. О. Промислова політика та кластеризація економіки України: монографія. Харків: ВД «НЖЕК», 2011. 301 с.
56. Кизим М. О., Матюшенко І. Ю., Шостак І. В. Перспективи розвитку інформаційно-комунікаційних технологій і штучного інтелекту в економіках країн світу та України: монографія. Харків: ВД «НЖЕК», 2012. 492 с.
57. Мазур А. А., Гагауз І. Б. Современные инновационные структуры: монография. Харьков: СПД Либуркина Л. М., 2005. 348 с.
58. Малицький Б. А., Попович О. С., Соловйов В. П. Обґрунтування інноваційної моделі структурної перебудови економіки України. Київ: Ін-т досліджень наук.-техн. потенціалу та історії науки ім. Г. М. Доброва, 2005. 64 с.
59. Мельник Л. Г. Информационная экономика. Сумы: Университет. кн., 2003. 288 с.
60. Никифоров А. Є. Інноваційна діяльність: теорія і практика державного управління: монографія. Київ: КНЕУ, 2010. 420 с.
61. Попович О. С. Використання науково обґрунтованих підходів до формування та реалізації пріоритетів інноваційної діяльності в законодавстві України. *Проблеми науки*. 2003. № 6. С. 13–19.
62. Попович О. С. Науково-технологічна та інноваційна політика: основні механізми формування та реалізації/під ред. проф. Б. А. Малицького. Київ: Фенікс, 2005. 247 с.
63. Саліхова О. Б. Високотехнологічні виробництва: від методології оцінки до піднесення в Україні: монографія. Київ, 2012. 624 с.
64. Семіноженко В. П. Україна: шлях до постіндустріальної цивілізації. Харків: Константа, 2005. 359 с.
65. Соловьев В. П. Новые возможности и новые проблемы инновационного развития экономики. *Инновации*, 2011. № 9. С. 90–97.
66. Інноваційний розвиток економіки: модель, система управління, державна політика/ за ред. проф. Л. І. Федулової. Київ: Основа, 2005. 552 с.
67. Федулова Л. І. Бажал Ю. М., Осецький В. Л., Михайленко О. Ф., Захарін С. В. Технологічний імператив стратегії соціально-економічного розвитку України: монографія. Київ, 2011. 655 с.

68. Філіпенко А. С. Економічний розвиток сучасної цивілізації: навч. посіб. Київ: Знання України, 2006. 316 с.

69. Цихан Т. В. О концепции технологических укладов и приоритетах инновационного развития Украины. *Інновації в Києві*. 2005. №1. URL: http://innovation.com.ua/pub/imagazine/archive/1_05/article8.php

70. Чухно А. А. Твори: у 3 т. Т. 2: Інформаційна постіндустріальна економіка: теорія і практика. Київ, 2006. 512 с.

71. Чухно А. А. Модернизация экономики и экономическая теория. *Економіка України*. 2012. № 10. С. 24–33.

72. Matyushenko I. Yu. Comprehensive modernization as a prerequisite economic recovery in Ukraine. *Institutional framework for the functioning of the economy in the context of transformation: Collection of scientific articles (Canada, Montreal, 25–31 May 2015)*. 2015. P. 23–28.

73. Воробьев Е. М. Модернизация и неоиндустриализация как догоняющее развитие // Модернізація як фактор розвитку: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Харків, 18 квітня 2013 р.). Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2013. С. 23–32.

74. Матюшенко І. Ю. Взаємозв'язок напрямів модернізації з глобальними і специфічними проблемами України // Модернізація як фактор розвитку: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Харків, 18 квітня 2013 р.). Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2013. С. 69–84.

75. Решетило В. П. Стратегия комбинированной индустриальной модернизации как определяющий фактор устойчивого развития экономики Украины // Модернізація як фактор розвитку: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Харків, 18 квітня 2013 р.). Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2013. С. 105–109.

76. Заславская Т. И., Шабанова М. А. Инновационный потенциал и проблема его реализации. *Общественные науки и современность*. 2012. № 5. С. 9.

77. Евстигнеева Л., Евстигнеев Р. Тайна догоняющего развития. *Вопросы экономики*. 2013. № 1. С. 81.

78. Шишков Ю. В. Государство и догоняющее развитие. *Мировая экономика и международные отношения*. 2011. № 6. С. 17.

79. Національні моделі економічних систем: навч. посіб./[О. О. Беляєв, А. С. Бебело, В. І. Кириленко, В. І. Сацик та ін.]. Київ: КНЕУ, 2010. 319 с.

80. Онлайн-репортаж с Гайдаровского форума – 2011. URL: <http://slon.ru/live/561823>

81. Dosi G. Technological paradigms and technological trajectories. A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*. 1982. № 11. P. 147–162.

82. Бажал Ю. М. Економічна теорія технологічних змін. Київ: Заповіт, 1996. 240 с.

83. Кондратьев Н. Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения // Избранные труды; сост. Ю. В. Яковец. М.: Экономика, 2002. 768 с.

84. Румянцева С. Ю. Длинные волны в экономике: многофакторный анализ. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2003. 231 с.

85. Шумпетер Й. Теория экономического развития. М.: Прогресс, 1982. 456 с.
86. Perez C. Technological revolutions and techno-economic paradigms. *Working Papers in Technology Governance and Economic Dynamics*. 2009. № 20. URL: <http://technologygovernance.eu/files/main/2009070708552121.pdf>
87. Перес К. Технологические революции и финансовый капитал. Динамика пузырей и периодов процветания/пер. с англ. Ф. В. Маевского; науч. ред. пер. С. Ю. Глазьев, В. Е. Дементьев. М.: Дело, 2011. 231 с.
88. Инновационный менеджмент: учеб. пособие/под ред. В. М. Аньшина, А. А. Дагаева. М.: Дело, 2007. 584 с.
89. Piatier A. Développement local et localisations – les promesses de la troisième révolution industrielle. *Économie rurale*. 1985. № 166. P. 3–9.
90. Длинные волны: Научно-технический прогресс и социально-экономическое развитие/[С. Ю. Глазьев, Г. И. Микерин, П. Н. Тесля и др.]. Новосибирск: Наука. Сиб. отд., 1991. 224 с.
91. Freeman C. Structural Change in Industry and Kondratiev Cycles // Design, Innovation and Long Cycles in Economic Development. London: Department of Design Research, Royal College of Art, 1984.
92. Freeman C. The Long Wave in the World Economy // International Library of Critical Writings in Economics. Edward Elgar, Aldershot, 1996.
93. Філіпенко А. С. Економічний розвиток сучасної цивілізації: навч. посіб. Київ: Знання України, 2006. 316 с.
94. Иванова Н. И. Инновационная сфера: итоги столетия. *Мировая экономика и международные отношения*. 2001. № 8. С. 22–34.
95. Грублер А. Инновации и экономический рост. М.: Наука, 2002. 346 с.
96. Кузнец С. Экономическая система д-ра Шумпетера, излагаемая и критикуемая; Перлман М. Две фазы заинтересованности Кузнеця Шумпетером/сост. В. М. Московкин, Д. Ю. Михайличенко; пер. Е. Е. Перчик; под ред. В. С. Пономаренко. Харьков: ИД «ИНЖЭК», 2012. 128 с.
97. Kalecki M. Selected essays on the dynamics of the capitalist economy. Cambridge: Cambridge University Press, 1971. 206 p.
98. Mensch G. Das technologische Patt: Innovationen überwinden die Depression. Frankfurt am Main: Umschau. Verlag, 1975. 115 s.
99. Твисс Б. Управление научно-техническими достижениями. Прогнозирование для технологов и инженеров: Практическое руководство для принятия лучших решений. Н. Новгород: Парсек-НН, 2000. 255 с.
100. Матюшенко И. Ю. Направления развития высокотехнологических укладов и создания экономики знаний в Украине. *Культура народов Причерноморья*. 2006. № 80. С. 98–103.
101. Матюшенко И. Ю. Перспективы развития науки в Украине в условиях преодоления многоукладности экономики и создания общества, построенного на знаниях. *Бизнес Информ*. 2006. № 1–2. С. 9–21.

102. Матюшенко І. Ю., Моисеенко Ю. Н., Бунтов І. Ю. Перспективы формирования шестого технологического уклада в экономиках России и Украины // *Современные стратегии инновационного развития: материалы Тринадцатых Друкеровских чтений ИПУ РАН (г. Москва, 19–21 ноября 2012 г.)*/под ред. Р. М. Нижегородцева. Москва–Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2012. С. 15–21.

103. Тойнби А. Дж. Постижение истории. Сборник/пер. с англ. Е. Д. Жаркова. М.: Рольф, 2001. 640 с.

104. Jonson B. An institutional approach to the small country problem // *Small countries facing the technological revolution*. London and New York: Printer publishers, 1988. P. 281–282.

105. NBIC-технологии: Инновационная цивилизация XXI века: монография/под ред. А. К. Казанцева, Д. А. Рубвальтера. М.: ИНФРА-М, 2012. 384 с.

106. Институциональная экономика. Новая институциональная экономическая теория: учебник/под ред. А. А. Аузана. М.: ИНФРА-М, 2011. 447 с.

107. United Nations Development Programme. 2001. Human Development Report. New York: Oxford University Press. URL: <http://www.distretti-tecnologici.it/rassegnastampa/hubs.pdf>

108. Greenspan A. Public statement of the Joint Economic Committee of the U.S. Federal Reserve. Washington, DC, 1999. June 14.

109. Williamson O. Mechanism of Convergence. N.Y.: Oxford Univ. Press, 1996. URL: <http://www2.druid.dk/conferences/viewpaper.php?id=348&cf=8>

110. Roco M. C., Bainbridge W. S., Roco M. C. *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*. Dordrecht: Cluwer Academic Publisher (currently Shpringer), 2003. 482 p.

111. Роко М. К. Конвергенция и интеграция // *Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности*/под. ред. Л. Фостер. М.: Техносфера, 2008. 352 с.

112. Медведев Д. А. Конвергенция технологий – новая детерминанта развития общества // *Новые технологии и продолжение эволюции человека? Трансгуманистический проект будущего*; отв. ред. В. Прайд, А. Кортаев. М.: Изд-во ЛКИ, 2008. С. 47–84.

113. Matyushenko I., Khanova O. Convergence of Nbic-Technologies as a Key Factor in the Sixth Technological Order' Development of the World Economy. *Journal L'Association 1901 «SEPIKE»: Social Educational Project of Improving Knowledge in Economics*. 2014. № 6. P. 118–123.

114. Кизим М. О., Матюшенко І. Ю., Моисеєнко Ю. М., Бунтов І. Ю. Конвергенція NBIC-технологій як ключовий фактор становлення шостого технологічного укладу // *Конкурентоспроможність: проблеми науки та практики 2011: монографія*. Харків: ФОП Павленко О.Г., ВД «ІНЖЕК», 2011. С. 11–38.

115. Матюшенко І. Ю. Перспективи конвергенції NBIC-технологій для створення технологічної платформи нової економіки. *Бізнес Інформ*. 2012. №2. С. 66–71.

116. Матюшенко І. Ю. Синергетичний ефект розвитку NBIC-технологій для вирішення глобальних проблем людства. *Проблеми економіки*. 2011. № 4. С. 3–13.

117. Smil V. *Creating the Twentieth Century: Technical Innovations of 1867–1914 and Their Lasting Impact*. Oxford; New York: Oxford University Press. 2005. 350 p.

118. Hull J. *The Second Industrial Revolution: The History of a Concept*. *Storia Della Storiografia*. 1999. Vol. 36. P. 81–90.

119. Дрекслер Э. Всеобщее благоденствие. Как нанотехнологическая революция изменит цивилизацию/пер. с англ. Ю. Каптуревский; под науч. ред. С. Лурье. М.: Изд-во Ин-та Гайдара, 2014. 504 с.

120. Рифкин Дж. Третья промышленная революция: Как горизонтальные взаимодействия меняют энергетику, экономику и мир в целом/пер. с англ. М.: Альпина нон-фикшн, 2014. 410 с.

121. *The Third Revolution: The Convergence of the Life Sciences, Physical Sciences and Engineering* // MIT Washington Office. January, 2011. 40 p. URL: <http://dc.mit.edu/sites/dc.mit.edu/files/MIT%20White%20Paper%20on%20Convergence.pdf>

122. *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. URL: 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

123. Kurfuss Th. *Industry 4.0: Manufacturing in the United States* // *Bridges*. 2014. 42 p. URL: <http://ostaustria.org/bridges-magazine/item/8310-industry-4-0>

124. *KETs: time to act. Final report* // High Level Expert Group on Key Enabling Technologies (HLG-KET); European Commission (EC), 2015. June. URL: <http://ec.europa.eu/transparency/regexpert/index.cfm?do=groupDetail.groupDetailDoc&id=22113&no=2>

125. *Draft Annual Work Programme 2013 for the ARTEMIS Programs* // Advanced “Research and Technology for Embedded Intelligence and Systems (ARTEMIS)” of European Technology Platform for Embedded Computing Systems. London, 2013. January 16. URL: <http://www.artemis-ia.eu/call2013>

126. *Emerging Global Trends in Advanced Manufacturing* // Wilson Center. Alexandria, 2012. 248 p. URL: https://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/Emerging_Global_Trends_in_Advanced_Manufacturing.pdf

127. *Report to the President: Accelerated U.S. advanced manufacturing* // The WHITE HOUSE: executive Office of the President; President’s Council of Advisors on Science and Technology. 2014. 94 p. URL: https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/PCAST/amp20_report_final.pdf

128. *Emerging trends in global manufacturing industries* // UNIDO. 2013. 81 p. URL: https://www.unido.org/fileadmin/user_media/Services/PSD/Emerging_Trends_UNIDO_2013.PDF

129. *The Future of Manufacturing: Driving Capabilities, Enabling Investments* // Global Agenda Council on the Future of Manufacturing; UNIDO. 2014. 38 p. URL: http://www3.weforum.org/docs/Media/GAC14/Future_of_Manufacturing_Driving_Capabilities.pdf

130. The next production revolution // OECD. 2015. 24 p. URL: <https://www.evm.dk/.../15-05-18-the-next-production-revolution>

131. 2013 Emerging Trends Report // MIT Technology Review, Special Issue. 2013. 91 p. URL: http://oneglobalonline.com/k/docs/MIT_Technology_Review_2013.pdf

132. Global Manufacturing Outlook. Preparing for battle: Manufacturers get ready for transformation // KPMG. 2015. 34 p. URL: <https://www.kpmg.com/CN/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/Global-Manufacturing-Outlook-O-201506.pdf>

133. Княгинин В. Н. Основные тренды в новом поколении производственных технологий // 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. URL: <http://tboil.ru/tboilevents/files/eventfiles/51/Лекция%20Княгинина.pdf>

134. Дежина И., Пономарев А. Перспективные производственные технологии: новые акценты в развитии промышленности. *Форсайт*. 2014. Т. 8. № 2. С. 16–29.

135. Публичный аналитический доклад по развитию новых производственных технологий/Сколковский институт науки и технологий. 22.10.2014 г. 203 с. URL: <http://isicad.ru/ru/pdf/ReportSkolkovo2014.pdf>

136. Матюшенко І. Ю. Технологічна конкурентоспроможність України в умовах нової промислової революції і розвитку конвергентних технологій. *Проблеми економіки*. 2016. № 1. С. 108–120.

137. Матюшенко І. Ю. Передові (конвергентні) технології як фактор розвитку нової промислової революції // Міжнародний бізнес як фактор розвитку: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Харків, 21 квітня 2016 р.). Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2016. С. _____. ____с.

138. Матюшенко І. Ю., Костенко Д. М. Передові виробничі технології – ключ до якісної трансформації і зростання високотехнологічного експорту України до 2030 року. *Бізнес Інформ*. 2016. № 3. С. 32–43.

139. Convergence of Knowledge, Technology and Society: Beyond Convergence of Nano-Bio-Info-Cognitive Technologies/[M. Roco, W. Bainbridge, B. Tonn, G. Whitesides]; World Technology Evaluation Center. Dordrecht, Heidelberg, New York, London: Springer, 2013. 450 p.

140. Roco M. C., Bainbridge W. S. The new world of discovery, invention, and innovation: convergence of knowledge, technology, and society. Dordrecht: Springer Science & Business Media, 2013. URL: https://www.nsf.gov/crssprgm/nano/MCR_130831_ConvergenceKTS_Roco+Bainbridge_JNR2013_17p.pdf

141. Handbook of Science and Technology Convergence/[W. S. Bainbridge, M. C. Roco (eds.)]. Dordrecht: SpringerNature, 2016. URL: <http://www.springer.com/us/book/9783319070513>

Тенденції науково-інноваційного розвитку у країнах світу

2.1. Глобальні технологічні прогнози у США, Канаді та ЄС

Процес інтеграції, що відбувається сьогодні у різних галузях науки, призводить у кінцевому рахунку до конвергенції новітніх технологій і виявлення синергетичного ефекту у різноманітних галузях науки та суспільства. Як наслідок, США, ЄС і ОЕСР враховують такі стратегічні напрями інноваційно-технологічного розвитку, як конвергенція і синергія NBIC-технологій, які стають пріоритетними напрямками глобальної, регіональної і національної інноваційної політики і стратегій цих країн, спрямованих на формування інноваційної економіки. При цьому найважливішим інструментом при формуванні національних і глобальних складових інноваційної політики і стратегій стає використання принципів синергетики і програм технологічного форсайту. Саме на цій основі здійснюється побудова економічних і технологічних циклів розвитку на довгостроковий період до 2020–2030-х рр. і до 2050 р., що надає можливість з певною точністю врахувати вплив вказаних циклів, а в окремих випадках – і криз світової економіки на національну інноваційну політику.

США були першою країною, яка звернула увагу на тенденцію розвитку конвергентних технологій і спрямувала додаткові ресурси на науково-дослідні роботи у цій сфері на початку XXI століття. За ними пішли й інші країни – технологічні лідери, зокрема, країни ЄС, Японія, Китай, Південна Корея, а також почалися дослідження в окремих країнах, що розвиваються, – Латинській Америці (перш за все у Бразилії), Росії, Україні тощо.

Починаючи з 2001 р. *Національна рада США з розвідки (National Intelligence Council, NIC)* фінансує по лінії Національного інституту з досліджень у галузі оборони (*National Defense Research Institute, NDRI*) науково-аналітичні роботи з питань визначення тенденцій розвитку світової науки і технологій у рамках компанії *Rand Corporation (Rand Corp.)*. Як наслідок, протягом 2001 р. була підготовлена перша доповідь з проблем NBIC-технологій під назвою «Глобальна технологічна революція: тенденції в галузі біо-, наноматеріа-

лів та їх синергія з інформаційними технологіями до 2015 р.» [1]. Відтоді було опубліковано п'ять глобальних прогнозів до 2010 р., 2015 р., 2020 р., 2025 р. і 2030 р., що взаємодоповнювали один одного і дозволили скорегувати у прогнозі оцінки науково-технологічного розвитку США і світу в цілому на першу чверть XXI століття [2–6].

У грудні 2004 р. у доповіді НІС «Глобальний прогноз 2020: Картування майбутнього» у розділі «Технологічна революція» зазначалося, що до 2020 р. тенденція розвитку нових технологій призведе до «багатофакторної конвергенції» у сфері ІКТ, біо- і нанотехнологій, які революціонізують практично всі сторони людського життя [4, с. 34–37]. Усі ці технології будуть використовуватись для інноваційного розвитку виробництва, енергетики, водопостачання і транспортних технологій, що, у свою чергу, надає можливість світовій спільноті певною мірою вирішити глобальні проблеми. При цьому буде розвиватися двосторонній обмін «високотехнологічними умами» між країнами, що розвиваються, і промислово розвиненими країнами. У табл. Д.1 Додатка Д наведено глобальний пейзаж, що прогнозувався до 2020 р. [4, с. 8].

У подальшому, у 2006 р., компанія Rand Corp. на замовлення НІС підготувала аналітичний доповідь «Глобальна технологічна революція. Біо/Нано/Матеріали/Інформаційні тенденції, драйвери, бар'єри і соціальні наслідки», в якому проведено огляд вказаних технологій у 29 країнах світу [7]. В цьому доповіді на основі оцінок, як американських, так і зарубіжних експертів, було виокремлено 56 конвергентних NBIC-технологій, з яких 16 мають високу ймовірність комерційного використання й ринкового попиту.

Розглянемо наведений прогноз з точки зору спрямованості конвергентних технологій, що розроблюються і комерціалізуються, на вирішення глобальних проблем людства, оскільки тільки в такому випадку витрати держав, що вирішили фінансувати подібні дослідження, є доцільними з погляду поступового розвитку людської спільноти.

В табл. Д.2 Додатка Д наведено основні сфери технічних можливостей і комерціалізації на ринку 56 конвергентних NBIC-технологій до 2020 р. для вирішення глобальних проблем [8, с. 99–100; 21, с. 4], а в табл. Д.3 Додатка Д подано характеристику 16 NBIC-технологій найбільш перспективних для конвергенції галузей, які можуть бути реалізовані до 2020 р. для вирішення глобальних проблем [8, с. 101–102; 21, с. 2–3].

Як видно з табл. Д.2 Додатка Д, найбільший рівень можливої комерційної реалізації конвергентних NBIC-технологій до 2020 р. очікується з погляду вирішення таких глобальних проблем, як депопуляція і старіння населення,

а також уповільнення науково-технічного прогресу, перш за все, за рахунок конвергенції нано-, біо- та інформаційно-комунікаційних технологій. Ці технологічно комплексні, конвергентні розробки будуть пов'язані зі сферами народонаселення та охороною здоров'я, продовольчою сферою і водопостачанням, енергетикою та екологією, системами управління й обробленням інформації, безпекою та обороною, економікою і соціальними структурами. У табл. Д.3 Додатка Д також наведено співвідношення між найбільш перспективними для комерціалізації NBIC-технологіями і глобальними проблемами, які вони дають змогу вирішувати до 2020 р. Наприклад, для вирішення глобальної проблеми «нова енергетика – екологічні проблеми», новітні підходи до використання сонячної енергії призвели до технологічної конвергенції, що виявляється у використанні гнучких біологічних і наноматеріалів у фотоелектричних сонячних чарунках і модулях, а у житлово-комунальному секторі інноваційні системи очищення води використовують наномембрани разом з активними біологічними і каталітичними матеріалами [7; 8].

На думку фахівців з Rand Corp., економічне зростання і зміна структури світової торгівлі в результаті появи на ринку інноваційних товарів, що вироблені з використанням конвергентних NBIC-технологій, стануть переважати під час вибору національних науково-технічних та інноваційних пріоритетів для багатьох промислово розвинутих країн [8, с. 102]. Вказані національні пріоритети будуть реалізовуватися через створення відповідної інноваційної інфраструктури для розробки конвергентних технологій і виробництва інноваційних товарів, покращення системи освіти населення та проведення масивних інтервенцій на глобальних ринках інноваційної продукції, виробленої на основі NBIC-технологій. Найбільший ефект від NBIC-революції до 2020 р. одержать країни Північної Америки, ЄС і деякі країни Азії – Японія, Південна Корея і Китай, тобто розвинені країни, що мають високий науково-технологічний потенціал і значні фінансові ресурси.

Також у 2008 р. було підготовлено черговий «Глобальний прогноз-2025: «Світ, що змінюється» [5, с. 10–11]. У цій доповіді Rand Corp. та NIS стверджують, зокрема, що на продовження економічного зростання та очікуваний приріст населення у 1,2 млрд осіб до 2025 р. будуть впливати проблеми з енергоносіями, продуктами харчування і водних ресурсів. Темпи технологічних інновацій будуть ключем до вирішення вказаних проблем протягом цього періоду, а нові технології зможуть створити такі рішення, як життєздатні альтернативи викопному паливу або засоби для подолання обмежень продовольства і води. Тим не менш, усі сучасні альтернативні технології є недостатніми для заміни традиційної енергії в необхідних масштабах, як наслідок, нові енерге-

тичні технології, ймовірно, не будуть комерційно життєздатними та поширеними в 2025 р. Темпи технологічних інновацій будуть мати ключове значення. Навіть за сприятливих політичних і фінансових умов для розвитку виробництва біопалива, чистого вугілля або водню перехід на нові види палива буде повільним. Основні технології історично мали «часовий лаг на адаптацію». В енергетичному секторі, як показало дослідження, щоб нові технології виробництва одержали значне поширення, необхідно в середньому близько 25 років. Найбільша можливість відносно швидкого та недорогого переходу в цей період відбувається від поновлюваних джерел покоління (фотоелектричних і вітрових), а також поліпшень у технології виготовлення енергетичних батарей. Для багатьох з цих технологій вартість інфраструктури є перешкодою для окремих проектів, але вона буде все нижчою, що дозволить багатьом малим економічним суб'єктам розробити власні проекти перетворення енергії, наприклад, стаціонарні паливні елементи, що живлять будинки та офіси, підзарядки гібридних автомобілів, і продавати енергію назад у мережу. Крім того, схеми перетворення енергії, як і плани з отримання водню для автомобільних паливних елементів від електрики безпосередньо в гаражі домовласника, дозволять уникнути необхідності розробки складної транспортної інфраструктури водню [5, с. 14–15].

У грудні 2012 р. Національна рада США з розвідки оприлюднила черговий «Глобальний прогноз-2030: «Альтернативні світи», в якому визначені основні глобальні тренди і «тектонічні зсуви» на період 2015–2030 рр. [6]. Зокрема, при розгляді проблем впливу нових технологій у вказаному прогнозі робиться акцент на питанні: «Чи будуть вчасно розроблені технологічні прориви, щоб підвищити економічну продуктивність і вирішити проблеми, викликані зростанням населення світу, швидкою урбанізацією та змінами клімату?». В цьому прогнозі підкреслюється, що саме «... недержавний світовий рух за нові технології, недержавні суб'єкти візьмуть на себе ініціативу у вирішенні глобальних проблем». У табл. Д.4 і табл. Д.5 Додатка Д наведено результати вказаних прогнозів [6, с. 10–13].

Так, за оцінками НІС, у першій половині ХХІ ст. країни ЄС, США і Японія ризикують стати неконкурентоспроможними за низкою високих технологій порівняно, перш за все, з Китаєм та Індією, які завдяки стрибкоподібному економічному розвитку продовжують посідати провідні позиції в окремих інноваційних і високотехнологічних галузях [4–6]. Сьогодні пріоритети науково-технологічної та інноваційної політики США спрямовані на революційне перетворення глобальної економіки та системи світової безпеки у ХХІ столітті з метою досягнення й утримання лідерства США у світовій

політиці. Як наслідок, утримання лідерства США у такій стратегічно важливій галузі науково-технологічних досліджень і розробок, як NBIC-технології, є для цієї країни вкрай актуальним завданням.

У табл. Д.6 Додатка Д наведено основні технологічні галузі, що будуть впливати на глобальну економіку до 2030 р. згідно з «Глобальним прогнозом-2030: «Альтернативні світи» NISC та Rand Corp. [6, с. 86–100].

Починаючи з 2012 р. основним документом, що визначає пріоритети науково-технічних досліджень США і враховується під час розподілу фінансування у щорічному бюджеті на розвиток науки і техніки, є «Меморандум для керівників виконавчих департаментів і відомств» від керівників департаменту управління і бюджету та управління науково-технічної політики щодо пріоритетів науки і техніки на черговий бюджетний рік [9–14], а також Стратегічний план розвитку федеральної освіти у сфері науки, технологій, конструювання і математики [15]. Цими документами пріоритетами на 2014–2019 рр. визначені: (1) глобальні зміни клімату; (2) чиста енергія; (3) спостереження Землі; (4) розширене виробництво і галузі майбутнього; (5) інновації в сфері наук про життя, біології та нейробіології; (6) національна й особиста безпека; (7) інформаційні технології і високопродуктивні обчислення; (8) проблеми океану й Арктики; (9) науково-технічні дослідження і розробки для прийняття обґрунтованих політичних рішень і управління.

У табл. Д.7 Додатка Д наведено розподіл фінансування пріоритетів розвитку науки і техніки за основними міністерствами і агентствами США у 2014–2016 рр. [16, с. 5], а у табл. Д.8 Додатка Д – дані щодо фінансування міжвідомчих досліджень із фізичних наук та інженерних розробок у 2006–2016 рр., які проводилися на виконання «Ініціативи Американської Конкурентоспроможності» Президента Дж. Буша в частині збільшення федерального фінансування вказаних досліджень шляхом подвоєння фінансування протягом 10 років починаючи з 2006 р. [16, с. 12]. У табл. Д.9 Додатка Д наведено розподіл пріоритетів міждисциплінарних і міжвідомчих досліджень у бюджеті розвитку науки і технологій США на 2017 р. [12], а також у табл. Д.10 Додатка Д – розподіл фінансування за ключовими пріоритетами «Президентських бюджетних інвестицій на 2017 р. у американські інновації: науково-технічні дослідження і розробки, інновації, а також наукову, технологічну, інженерну і математичну освіту» [14].

Національний науковий фонд (NSF) США також проводить низку досліджень з оцінки перспектив технологічної конвергенції новітніх технологій. Так, наприкінці 2001 р. за ініціативою і за підтримкою Національного наукового фонду США (National science fund, NSF), Міністерства торгівлі

США, а також на основі запиту Національної науково-технологічної ради при Президентові США (National Science and Technology Council, NSTC) і Підкомітету з науки нанорозмірних частинок, інжинірингу і технологіям (NSET) було проведено семінар і за його результатами у 2002 р. опубліковано доповідь під назвою «Технології для покращення ефективності людини: нанотехнології, біотехнології, інформаційні технології і когнітивні науки», де підкреслювалося, що синергетична комбінація NBIC-технологій знаходиться сьогодні у стані «революційного вибуху» і в комплексі включає розвиток: (1) нанонауки і нанотехнологій; (2) біотехнологій, біомедицини і генетичного інжинірингу; (3) інформаційних технологій, сучасних комп'ютерів і комунікацій; (4) когнітивних наук, в тому числі когнітивну нейронауку. При цьому можливі варіанти подвійної або потрійної конвергенції вказаних технологій. У завершеному вигляді вказані концепції були викладені у звіті NSF США, підготовленому М. Роко і В. Бейнбріджем у 2003 р. [17]. Відтоді вказаний підхід був запропонований як стратегічний підхід до розробки національної науково-технічної та інноваційної політики США на довгострокову перспективу.

Фінансування витрат на проведення досліджень з розвитку NBIC-технологій у США відбувається, перш за все, в рамках Національної нанотехнологічної ініціативи (National Nanotechnology Initiative, NNI) [18, с. 168–180; 19–21]. У 2007 р. провідним співробітником NSF М. Роко було проведено дослідження етапів розвитку NNI США і виділено чотири основні етапи розвитку нанотехнологій до 2020 р. [22].

У табл. Д.11 Додатка Д наведено систематизацію основних поколінь нанопродуктів до 2020 р., звідки видно, що саме третє покоління нанопродуктів відкрило еру конвергенції і синергії високих технологій, таких як NBIC-технології [22, с. 28–29]. На четвертому етапі розвитку нанотехнологій, тобто з 2010 р., почалося формування атомно-молекулярного проектування, створення машин і обладнання на основі макромолекулярного збирання, використання і конвергенції квантових і біотехнологій, створення інтерфейсу «людина – машина» у тканинах і нейросистемі людини. В цей період стали пріоритетними дослідження з маніпулювання атомами для проектування молекулярних і супермолекулярних систем, взаємодія на атомно-молекулярному рівні між світлом і речовиною з метою перетворення сонячної енергії, використання квантового контролю за механічними та хімічними процесами, використання наносистемної біології для цілей охорони здоров'я і сільського господарства, наноінформатика, біоінформатика, використання нанотехнологій для фільтрації води тощо [22].

У листопаді 2014 р. був затверджений Стратегічний план з розвитку NNI, в якому чітко визначено необхідність проведення міждисциплінарних і міжвідомчих досліджень, а також впровадження розроблених технологій та виробів у реальну економіку у найближчі 10 років [23]. Цим планом було визначено перелік із 4 глобальних цілей і 15 завдань для NNI до 2025 р., які в тому числі включають необхідність проведення міждисциплінарних і міжвідомчих досліджень. Новими пріоритетними напрямками досліджень були визначені такі: (1) нанотехнологічні списочні ініціативи (НСІ): сонячна енергетика, стійке нановиробництво, наноелектроніка наступного покоління, нанотехнологічна знанієва інфраструктура, нанотехнології для сенсорів і сенсори для нанотехнологій; (2) фундаментальні дослідження; (3) нанотехнологічно створені додатки, пристрої та системи; (4) дослідницька інфраструктура та інструменти; (5) навколишнє середовище, здоров'я і безпека [23, с. 40].

У табл. Д.12 Додатка Д наведено огляд напрямків досліджень NNI США за 2006–2014 рр.; у табл. Д.13 Додатка Д наведено нову структуру цілей і завдань NNI до 2025 р. згідно зі Стратегічним планом від 2014 р.; у табл. Д.14 Додатка Д – взаємозв'язок між глобальними цілями, завданнями та новими пріоритетними напрямками досліджень NNI до 2025 р.; а також у табл. Д.15 Додатка Д – взаємозв'язок між основними пріоритетами програми NNI та цілями, інтересами та потребами агенцій, що проводять дослідження в рамках NNI [23]. У табл. Д.16 Додатка Д наведено витрати на фінансування програм NNI у 2015–2016 р., а також планові витрати у 2017 р. [24, с. 26–28].

У червні – липні 2015 р. під час підготовки пропозицій щодо фінансування заходів NNI на 2017 р. Рада при Президенті США з науки і техніки провела опитування урядових установ, представників промисловості та наукового співтовариства (які виконують роботи в рамках NNI) і визначила перелік так званих «Великих викликів» для реалізації нанотехнологічних досліджень і розробок до 2025 р.: (1) підвищення у найближчі п'ять років рівня виживання на 50 % при лікуванні найбільш важких форм раку; (2) створення протягом 10 років пристроїв за розміром не більше, ніж рисове зерно, які будуть сприймати, обчислювати і спілкуватися без проводів або технічного обслуговування і нададуть можливість реалізувати революцію «Інтернету речей»; (3) створення комп'ютерних чипів, які будуть у 100 разів швидше і одночасно споживати менше енергії; (4) виробництво атомарно точних матеріалів з міцністю у п'ятдесят разів вищою, ніж у алюмінію, та легших на половину і тієї ж вартості; (5) зниження у чотири рази витрат на перетворення морської води на питну; (6) визначення екологічних характеристик та наслідків для здоров'я і безпеки від застосування конкретного наноматеріалу не більше, ніж за місяць [25].

Крім того, починаючи з 1999 р. у США було прийнято і фінансуються окремі державні програми з розвитку інших трьох напрямів NBIC-конвергенції, а саме:

- Президентська ініціатива «Дослідження в області інформаційних технологій» (Networking and Information Technology Research and Development (NITRD)) координує дослідження з кібербезпеки, створення суперкомп'ютерів і високошвидкісної мережі, розробки програмного забезпечення і управління інформацією (бюджет у 2014 р. – 3,885 млрд дол.; 2015 р. – 3,967 млрд дол., 2016 р. – 4,091 млрд дол.) [16, с. 13; 26];
- «Програма США з дослідження глобальних змін» (U.S. Global Change Research Program (USGCRP)), яка координує зусилля 13 відомств з оцінки, прогнозування і розробки заходів реагування на антропогенні і природні процеси глобальних змін [27]. Вказана програма включає: (1) дослідження мозку через передові нейротехнології (Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies (BRAIN) Initiative) – виконується з квітня 2013 р. і спрямована на дослідження процесів того, як мозок записує, використовує, зберігає і витягує величезні обсяги інформації, вивчення зв'язків між функцією мозку і поведінкою, поліпшення профілактики, діагностики і лікування захворювань головного мозку, таких як хвороба Паркінсона і хвороба Альцгеймера [28–31]; (2) «Ініціатива точної медицини» (Precision Medicine Initiative (PMI)) – оголошена у січні 2015 р., фінансування розпочалося у 2016 р. в розмірі 215 млн дол., спрямована на адаптацію медичних процедур до унікальних характеристик індивідуума (наприклад, генів пацієнта) або генетичного профілю пухлини людини [32]; (3) «Ініціатива геномних матеріалів» (Materials Genome Initiative (MGI)) – оголошена у червні 2011 р. і спрямована на створення інфраструктури інноваційних матеріалів і досягнення національних цілей з передовими матеріалами нового покоління [33]. Крім того, продовжується фінансування низки програм з розвитку біотехнологій, зокрема в рамках Національної стратегії по боротьбі з антибіотичною резистентністю (National Strategy for Combating Antibiotic Resistance), а також Національної стратегії біоспостереження (National Strategy for Biosurveillance), наприклад, щодо можливості прогнозування інфекційних хвороб;
- Програма «Передове виробничє партнерство» (Advanced Manufacturing Partnership (AMP)) – оголошена у червні 2011 р. і спрямована на

об'єднання промисловості, університетів і федерального уряду в інвестуванні в нові технології, які створюватимуть високоякісні робочі місця виробництва і підвищуватимуть конкурентоспроможність США на світовому ринку [34]. Вказана програма включає: (1) «Національну ініціативу з робототехніки», яка прагне «розвивати роботів, що працюють з людьми або поруч з ними, для розширення або збільшення можливостей людини [35]; (2) «Національну мережу з виробництва інновацій» (National Network for Manufacturing Innovation (NNMI)) загальною вартістю в 1 млрд дол., яка передбачає створення мережі з 15 інститутів (кожен зі своєю спеціалізацією), в яких дослідники, компанії та підприємці можуть розробляти нові технології виробництва з широкого спектра застосування, виконуючи комерціалізацію технологій і допомагаючи подолати відстань від лабораторії до ринку, а також сприяючи розширенню масштабів виробництва в результаті впровадження нових технологічних процесів. Наприклад, на сьогодні вже створені та діють: Інноваційний Інститут з виробництва силової електроніки наступного покоління (Next Generation Power Electronics Manufacturing Innovation Institute (Державний університет Північної Кароліни, січень 2014 р.)); Інноваційний Інститут з цифрового виробництва та проектування (Digital Manufacturing and Design Innovation Institute (Чикаго, лютий 2014 р.)); Інноваційний Інститут з виробництва легких і сучасних металів (Lightweight and Modern Metals Manufacturing Innovation Institute (Детройт, лютий 2014)); Інститут виробничих інновацій сучасних композитів (Institute for Advanced Composites Manufacturing Innovation (Університет Теннесі-Кноксвілл, січень 2015 р.)) [36].

- Програма з капітальної перебудови федеральної освіти за напрямками наука, технології, інженерія та математика (Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education), започаткована у 2014 р. і покликана докорінно змінити перерозподіл коштів на освіту між федеральними агентствами [15; 37].

Ціла низка проектів і програм з розвитку конвергентних NBIC-технологій виконується у США в інтересах *Міністерства оборони* в рамках федерального Агентства з перспективних оборонних науково-дослідних проектів (Defense Advanced Research Project Agency, DARPA). У бюджетному поданні Президента на 2016 р. вказані такі базові напрямки і проекти DARPA, як: (I) фундаментальні науки, в тому числі: (1) оборонні наукові дослідження, а саме: біо-, інфо-, мікронауки, математичні і комп'ютерні науки, кібернетичні науки, науки з електроніки, науки з матеріалів, трансформаційні (конвергентні)

науки; (2) фундаментальні експлуатаційні медичні науки; (II) прикладні дослідження, в тому числі: (1) біомедичні технології; (2) інформаційно-комунікаційні технології; (3) когнітивні комп'ютерні системи; (4) захист від біологічної зброї; (5) тактичні технології; (6) матеріали та біологічні технології; (7) електронні технології; (III) передові технологічні розробки, в тому числі: (1) передові аерокосмічні системи; (2) космічні програми і технології; (3) передові електронні технології; (4) командні контрольні і комунікаційні системи; (5) мережецентровані військові технології; (6) сенсорні технології [38; 39]. Природно, що проекти, які фінансуються в рамках DARPA, спрямовані на розробку оборонних систем. Наприклад, це програми створення новітніх сенсорів для захисту військових і протидії тероризму; програми з розробки і використання мікро- і наноелектромеханічних систем (MEMS і NEMS) у військових цілях тощо.

У табл. Д.17 Додатка Д наведено розподіл витрат на наукові дослідження і науково-дослідні проекти DARPA у базових напрямках розвитку конвергентних технологій у 2014–2020 рр. [38; 39].

Отже, на рівні американського уряду визнається важливість і пріоритетність міждисциплінарних досліджень у сфері створення конвергентних NBIC-технологій, але будь-якої спеціальної національної міжвідомчої програми з проблем системного підходу до технологічної конвергенції NBIC-технологій створено не було. І тільки у 2013 р. у комплексному звіті NSF щодо започаткування Національної ініціативи КЗТС було запропоновано на широкий загал почати обговорення щодо необхідності розробки і фінансування низки заходів зі стимулювання розробки і використання конвергентних NBIC-технологій як платформи базових інструментів для розвитку платформ людського, земного і соціального виміру в рамках КЗТС (див. розділ 1) [40–42].

Канада також, практично відразу з появою «NBIC-ініціативи» у США, почала проводити форсайт-дослідження з відповідної тематики. Так, з 2003 р. за підтримки Національного радника з науки при уряді Канади розпочалося виконання досліджень по програмі «Біосистемний аналіз» у рамках пілотного форсайт-проекту в галузі науки і технологій STFPP (Science and Technology Foresight Pilot Project), де розглядалася конвергенція NBIC-технологій з метою вирішення екологічних проблем [43]. Крім того, виконувалися проекти з вивчення сутності та змісту технологічної конвергенції, в яких вивчалися соціальні, етичні цінності та проблеми вказаного типу конвергенції, під назвою BIND (Bio-, Info-, Nano-, Design). Тобто канадський уряд приділяє найбільшу увагу проектуванню і комерціалізації лише трьох конвергентних технологій – нано-, біотехнології та ІКТ – з усього комплексу NBIC-технологій. Крім того,

під егідою Національної науково-дослідницької ради Канади здійснювалося дослідження «Конвергенція технологій у галузі ІКТ і наук про життя», в якому були розглянуті проблеми конвергенції наступного покоління технологічних кластерів, розташованих у Ванкувері, Торонто, Монреалі і Оттаві [44].

В рамках *Європейського Союзу* перспективи розвитку конвергентних технологій розглядаються, як правило, спеціальними групами експертів високого рівня, що займаються технологічним форсайтом з певних напрямів. При цьому інноваційна політика країн ЄС, на відміну від США, переважно націлена на вирішення соціально-економічних проблем розвитку конвергентних NBIC-технологій, на підвищення рівня й ефективності освіти, посилення можливостей і підвищення освітнього й інтелектуального потенціалу європейського суспільства [8, с. 123]. ЄС приділяє першочергову увагу до проблем розвитку когнітивних досліджень і технологій.

У табл. Д.18 Додатка Д наведено огляд перших форсайт-досліджень у галузі науки та технологій, що розглядають певні напрями розвитку конвергентних технологій [45–53].

Так, консультативна група ЄС з інновацій у галузі науки та техніки, або Група експертів високого рівня (High Level Expert Group, HLEG), що займається форсайт-дослідженнями з метою розробки інноваційної політики і стратегії ЄС, у 2004 р. запропонувала, окрім відомих галузей конвергенції NBIC-технологій, ще й такі як: штучний інтелект, когнітивні науки, технології органічних матеріалів, «штучне життя», «машинна свідомість», а також системи розподілених і паралельних обчислень [54]. В рамках вказаної групи експертів були створені спеціалізовані групи, які займалися, зокрема, технологічним форсайтом за тематикою «Суспільство, пізнання і можливості груп», за яким було підготовлено доповідь «Конвергентні технології, світ природи, соціуму і культури» [55, с. 2–6]. За оцінкою експертів цієї групи, NBIC-технології суттєво вплинуть на ефективність роботи і процес освіти, посилення сенсорних і когнітивних можливостей людини, приведуть до революційних змін в охороні здоров'я, посилення індивідуальної і групової креативності, зростання ефективності когнітивної комунікації між людьми, а також створення покращеного інтерфейсу «людина-машина» на основі нейроморфічного інжинірингу, посилення можливості людського мозку у військовій сфері і протидії старінню тощо [56].

Крім того, у 2004–2005 рр. в ЄС був виконаний проект технологічного форсайту, що охоплює період 2015–2030 рр. і наступні роки. Дослідження було здійснено науковим консорціумом CM International, до якого увійшли Міждисциплінарний центр з технологічного аналізу і прогнозів – ІСТАФ (Із-

райль), Центр технологічних досліджень – VTT (Фінляндія) і Z_punkt (Німеччина). Як підрядні організації консорціуму для проведення технологічного форсайту у США виступив Університет у Північній Кароліні, а в Японії – Інститут промислових обмінів (Токіо). Результати цього форсайту використовувались при розробці інноваційної політики країн ЄС, а також США і Японії [57]. У результаті аналізу були відібрані 40 пріоритетних інноваційних технологій і встановлені 4 пріоритетні галузі: нанотехнології – нові матеріали (11 технологій); технології інформаційного суспільства (12 технологій); технології наук про життя, геноміки і біотехнології (8 технологій); технології сталого розвитку, глобальної зміни клімату і екосистеми (9 технологій).

У табл. Д.19 Додатка Д наведено форсайт-оцінки ЄС етапів і очікуваних термінів створення пріоритетних інноваційних технологій, що мають пряме або опосередковане відношення до NBIC-технологій для вирішення глобальних проблем [8, с. 126–127; 57, с. 14–15].

У березні 2010 р. Європейською Радою був ухвалений загальний підхід до стратегії та керівні цілі ЄС до кінця поточного десятиліття, а у червні цього ж року – затверджені докладні параметри стратегії, в тому числі комплексні керівні принципи та національні цілі. Сьогодні «Європа 2020» – це діюча стратегія соціально-економічного розвитку ЄС на період до 2020 р., яка встановлює бачення соціальної ринкової економіки Європи XXI століття. Основні технологічні пріоритети зазначеної Стратегії наведені у табл. Д.20 Додатка Д, а основні – у табл. Д.21 Додатка Д [58].

Першим пріоритетом Стратегії «Європа 2020» було визначено «Розумне зростання – економіка, що ґрунтується на знаннях та інноваціях», що означає посилення ролі знань та інновацій як ключових факторів для майбутнього зростання ЄС і вимагає підвищення якості освіти, покращення результатів дослідницької роботи, заохочення передачі знань та інновацій у рамках Євросоюзу, максимально використовуючи інформаційні та комунікаційні технології та забезпечуючи перетворення інноваційних ідей на нові продукти та послуги, що сприятиме зростанню, створенню якісних робочих місць і вирішенню європейських і світових соціальних проблем.

Серед основних «провідних ініціатив» (flagship initiatives) в рамках вказаного пріоритету було зроблено акцент на створення «Цифрового порядку денного для Європи», який містить перелік із 100 конкретних дій і визначає європейську стратегію для розквіту цифрової економіки у 2020 р. Крім того, основні технологічні пріоритети Стратегії визначаються також в рамках її другого пріоритету «Стале зростання – сприяння більш ефективному використанню ресурсів, розвитку більш екологічної та конкурентоспромож-

ної економіки», зокрема, провідними ініціативами «Європа з ефективним використанням ресурсів» та «Промислова політика в епоху глобалізації» (табл. Д.21 Додатка Д).

Міждисциплінарні дослідження в ЄС виконуються в рамках багаторічних рамкових програм із дослідного та технологічного розвитку, пріоритетні напрямки діяльності яких затверджуються кожні п'ять років Радою ЄС. Так, Сьома Рамкова Програма ЄС з науково-технологічного розвитку (РП7), що виконувалася в 2007–2013 рр., мала десять пріоритетних тематичних напрямів, а саме: охорона здоров'я (Health); продукти харчування, сільське та рибне господарство і біотехнології (Food, Agriculture and Fisheries, and Biotechnology – KBBE); інформаційні та комунікаційні технології (Information and Communication Technologies – ICT); нанонауки, нанотехнології, нові матеріали та виробничі процеси (Nanosciences, nanotechnologies, materials&new production technologies – NMP); енергетика (Energy); навколишнє середовище, включаючи зміну клімату (Environment (including climate change) – ENV); транспорт, включаючи космонавтику (Transport (including aeronautics)); соціально-економічні та гуманітарні науки (Socio-economic sciences and humanities – SSH); космос (Space); безпеку (Security – SEC) [59]. Зокрема, проект COTECN «Конвергенція технологій для виробництва мікросистем», який виконувався в рамках РП7 до 2012 р., був сфокусований на об'єднанні додаткових методів конвергенції технологій і розвитку гібридних рішень в повноланцюговому процесі виробництва мікросистем, а також одержав подальшу підтримку в наступних європейських програмах з науково-технологічного розвитку [60; 61].

У 2013–2014 рр., наприкінці виконання РП7, було проведено низку прогнозних досліджень щодо визначення майбутніх пріоритетів науково-технічних досліджень і технологічних розробок на період до 2020 р. Зокрема, це звіт 2013 р. ірландської агенції Forfás «Пріоритетність досліджень: основа для моніторингу державних інвестицій в області науки, технологій та інновацій» [62], де наведено методику оцінки й основні пріоритетні програми науково-технологічного розвитку Ірландії та ЄС на вказаний період, а також щорічний звіт 2014 р. Головного управління з досліджень та інновацій Єврокомісії «Звіт про оцінку діяльності програми (РП7)», в якому також наведено методику оцінки науково-технічної діяльності і окреслено технологічні тренди розвитку ЄС [63].

У 2014 р., на виконання Стратегії «Європа 2020» стартувала програма ЄС з досліджень та інновацій «Горизонт 2020» із загальним бюджетом приблизно 70 млрд євро [64]. «Горизонт 2020» є фінансовим інструментом реаліза-

ції флагманської ініціативи створення Інноваційного союзу до 2020 р. з метою зміцнення конкурентоспроможності Європи у глобальному вимірі і об'єднує: наступну (після РП7) Рамкову програму з досліджень та інноваційного розвитку; Рамкову програму конкурентоспроможності та інновацій; програми Європейського інституту інновацій та технологій. Програма «Горизонт 2020» зосередила фінансування на трьох взаємодоповнюючих пріоритетах ЄС, що відповідають пріоритетам Стратегії «Європа 2020», зокрема: «Передова наука» (Exellent science) – підвищення рівня досконалості європейської наукової бази та підтримка стабільного потоку досліджень світового рівня для забезпечення довготривалої конкурентоспроможності Європи; «Лідерство у промисловості» (Industrial leadership) – перетворення Європи на більш привабливе місце для інвестицій у наукові дослідження та інновації (включаючи екологічні інновації) шляхом заохочення діяльності на замовлення бізнесу [65].

За результатами виконання програми «Горизонт 2020» у 2014–2015 рр. і планових робіт у 2016–2017 рр. було опубліковано узагальнені аналітичні матеріали щодо сформованих Робочих програм, в рамках яких основні зусилля будуть спрямовані на: (1) об'єднання відповідних заходів, спрямованих на вирішення глобальних і специфічних проблем ЄС, з розвитком перспективних (проривних) технологій; (2) забезпечення підтримки упродовж всього інноваційного ланцюжку від досліджень до розробки, від доказу концепції, процесу розробки і створення демонстраційних проектів, а також до розробки стандартів і рамок політики; (3) використання повного спектра форм фінансування і видів діяльності, включаючи: науково-дослідницькі та інноваційні гранти, ERA-NET та інші форми співфінансування заходів малим і середнім бізнесом, підтримку інноваційних державних закупівель або передкомерційних закупівель; (4) інтеграцію різних перспективних досліджень, в тому числі у суспільних і гуманітарних науках, підтримку гендерних аспектів із метою задоволення вимог з боку споживачів, політиків та інших користувачів результатів. При цьому можливість більш ефективного вирішення наскрізних міждисциплінарних проблем була однією з ключових проблем при проектуванні «Горизонт 2020», оскільки наскрізні питання стосуються конкретних цілей усіх трьох головних пріоритетів цієї програми з метою розробки нових знань, ключових компетенцій та основних технологічних проривів, а також набуття економічної і соціальної значущості.

І сьогодні практика виконання підтверджує доцільність і ефективність саме такого спрямування програми. Так, усі частини Робочої програми було сформовано відповідно до основних викликів для Європи за дванадцятьма головними напрямками досліджень, а саме: (1) персоналізація здоров'я

і догляду (частина 8 – «Здоров'я, демографічні зміни і благополуччя», частина 9 – «Продовольча безпека, сталий розвиток сільського і лісового господарства, морських та внутрішніх водних досліджень та біоекономіка»); (2) стійка продовольча безпека (частина 9 – «Продовольча безпека, сталий розвиток сільського і лісового господарства, морських та внутрішніх водних досліджень і біоекономіка»); (3) «Синє зростання»: вивільнення потенціалу морів і океанів (частина 9 – «Продовольча безпека, сталий розвиток сільського і лісового господарства, морських та внутрішніх водних досліджень і біоекономіка»; частина 10 – «Безпечна, чиста й ефективна енергія», частина 11 – «Розумний, зелений і інтегрований транспорт», частина 12 – «Кліматичні зміни, навколишнє середовище, ефективність використання ресурсів і сировини»); (4) розумні міста і спільноти (частина 10 – «Безпечна, чиста і ефективна енергетика»; частина 11 – «Розумний, зелений і інтегрований транспорт»); (5) конкурентоспроможна низьковуглецева енергетика (частина 10 – «Безпечна, чиста й ефективна енергетика»); (6) ефективність використання енергії (частина 10 – «Безпечна, чиста і ефективна енергетика»; частина 12 – «Кліматичні зміни, охорона навколишнього середовища, ефективність використання ресурсів і сировини»); (7) мобільність для зростання (частина 11 – «Розумний, зелений і інтегрований транспорт»); (8) відходи: ресурс для рециркуляції, повторного використання та відновлення сировини (частина 12 – «Кліматичні зміни, навколишнє середовище, ефективність використання ресурсів і сировини», частина 5 – «Нанотехнології, сучасні матеріали, передові виробництва і обробка, біотехнології», частина 9 – «Продовольча безпека, сталий розвиток сільського господарства і лісового господарства, морських і морських та внутрішніх водних досліджень і біоекономіка»); (9) інновації для води: підвищення її цінності для Європи (частина 12 – «Кліматичні зміни, навколишнє середовище, ефективність використання ресурсів і сировини»; частина 9 – «Продовольча безпека, сталий розвиток сільського і лісового господарства, морських і морських та внутрішніх водних досліджень і біоекономіка»); (10) подолання кризи: нові ідеї, стратегії і структури управління для Європи (частина 13 – «Європа в мінливому світі – включене, інноваційне та відзеркалююче суспільство»); (11) стійкість до лих: захист і забезпечення суспільства, в тому числі адаптація до зміни клімату (частина 14 – «Безпечні суспільства – захист свободи і безпеки Європи та її громадян»; частина 12 – «Кліматичні зміни, навколишнє середовище, ефективність використання ресурсів і сировини»); (12) цифрова безпека (частина 14 – «Безпечні суспільства – захист свободи і безпеки Європи та її громадян») [66]. Тобто з самого переліку вказаних робочих програм видно міжвідомчу спрямованість і міждисциплінарність досліджень в рамках «Горизонт 2020».

У робочій програмі на 2016–2017 рр. виокремлено наскрізні міжвідомчі дослідження у дев'яти напрямках: (1) інтернет речей; (2) автоматизований автомобільний транспорт; (3) цифрова безпека; (4) розумний і сталий розвиток міст; (5) енергоефективність; (6) конкурентоспроможна низьковуглецева енергетика; (7) «промисловість 2020» на основі рециклінгу; (8) блакитне зростання; (9) стійка продовольча безпека [67]. Крім того, новітнім проектом у робочій програмі на 2016–2017 рр. є пілотний проект з відкритих наукових даних (Open Research Data Pilot), який спрямований на максимізацію доступу до повторного використання наукових даних в основних галузях експериментальних досліджень у рамках «Горизонт 2020», а саме: (1) майбутні і проривні технології; (2) дослідницькі інфраструктури (у т. ч. електронні інфраструктури); (3) лідерство у забезпеченні промислових технологій (у т. ч. інформаційних і комунікаційних технологій); (4) нанотехнології, нові матеріали, передові виробництва й обробка та біотехнології (у т. ч. теми «нанобезпеки» і «моделювання»); (5) соціальне завдання: продовольча безпека, сталє сільське і лісове господарство, дослідження морських і внутрішніх вод та біоекономіка); (6) соціальне завдання: захист від кліматичних змін, довкілля, ефективність використання ресурсів і сировини (крім сировини); (7) соціальне завдання: Європа в мінливому світі (включене, інноваційне та відбиваюче суспільство); (8) наука разом і для суспільства; (9) наскрізні дослідження в частині розумного і сталого розвитку міст [67, с. 16].

Підпрограма «Лідерство у промисловості» спрямована на зміцнення лідерства у промисловості і підвищення конкурентоспроможності ЄС за допомогою наукових досліджень, технологічних розробок та інновацій у передових галузях, як наведено в табл. 2.1 [64–67]. За цією підпрограмою «Лідерство у промисловості» сформовані такі міжвідомчі та міждисциплінарні робочі програми, як: (1) інформаційно-комунікаційні технології (Information and Communication Technologies); (2) нанотехнології, передові матеріали; провідне виробництво і обробка, біотехнології (Nanotechnologies, Advanced Materials, Advanced Manufacturing and Processing, and Biotechnology), (3) космос (Space) [68–73].

Крім того, за напрямком «Передова наука» програми «Горизонт 2020» було опубліковано звітні матеріали за 2014–2015 рр. і планові роботи на 2016–2017 рр. за робочою програмою «Майбутні і проривні (такі, що поширюються) технології (Future and Emerging Technologies, FET) [74; 75]. У табл. Д.22 Додатка Д наведено основні напрями досліджень за програмою «Майбутні і проривні технології» (FET) в рамках «Горизонт 2020» у 2014–2017 рр. [74; 75].

Таблиця 2.1

Основні провідні галузі, на які спрямовано підпрограму «Лідерство у промисловості» програми «Горизонт 2020»

Галузь	Перспективні розробки
Інформаційно-комунікаційні технології	<ul style="list-style-type: none"> ▪ нове покоління компонентів і систем; ▪ нове покоління комп'ютеризованих систем; ▪ майбутні мережі Інтернет; ▪ технології управління вмістом та управління інформаційними потоками; ▪ новітні інтерфейси та роботи; ▪ мікро- та наноелектроніка та фотоніка
Нанотехнології	<ul style="list-style-type: none"> ▪ розробка нового покоління наноматеріалів, наноприладів і наносистем; ▪ забезпечення безпечної розробки та використання нанотехнологій; ▪ розвиток суспільного виміру нанотехнологій; ▪ ефективний синтез і виготовлення наноматеріалів, компонентів і систем; ▪ розробка техніки, методів вимірювання та обладнання, що підвищує продуктивність, зосереджуючись на основних технологіях, що сприяють розвитку та виведенню на ринок складних наноматеріалів і наносистем
Новітні матеріали	<ul style="list-style-type: none"> ▪ міжгалузеві технології на основі передових матеріалів; ▪ розробка та перетворення матеріалів; ▪ використання матеріалів і компонентів; ▪ матеріали для екологічно раціональної та низьковуглецевої промисловості; ▪ матеріали для творчих галузей; ▪ метрологія, випробування, стандартизація та контроль якості; ▪ оптимізація використання матеріалів
Біотехнології	<ul style="list-style-type: none"> ▪ стимулюючі передові біотехнології як рушійна сила майбутніх інновацій; ▪ промислові процеси на основі біотехнологій; ▪ інноваційні та конкурентні технологічні платформи
Космічна галузь	Розвиток конкурентної та інноваційної космічної промисловості та наукової спільноти, яка розроблятиме та використовуватиме космічну інфраструктуру для підтримки майбутнього і суспільних потреб ЄС

Джерело: сформовано автором на основі [64–67]

ФЕТ підтримує спільні дослідницькі проекти, щоб відкрити нові та перспективні напрями досліджень, технологій та інновацій. Зокрема, ФЕТ фінансує міждисциплінарне співробітництво, яке спрямоване на взаємне збагачення і глибоку синергію між найширшим спектром передових наук (фізичних наук, інформатики, природничих наук, наук про навколишнє середовище, соціальних наук, гуманітарних наук тощо) і передових інженерних дисциплін (хімічних, фізичних, біологічних, обчислювальних, просторових тощо) з метою перетворення нових знань і високоризикованих ідей в основу для принципово нових технологій.

Крім того, у 2015 р. Єврокомісія опублікувала доповідь «Глобальні тенденції в 2030 році: Чи може ЄС відповідати на виклики задалегідь?» [76]. У табл. Д.23 Додатка Д наведено глобальні і європейські тренди невизначеності до 2030 р. [76, с. 15–16], а у табл. Д.24 Додатка Д – глобальні тренди розвитку ЄС до 2030 р. [45; 57; 61; 76, с. 17].

У доповіді визначено сучасні глобальні тенденції, а саме: (1) людська раса старішає, стає багатшою зі зростаючим середнім класом і одночасним розширенням нерівності; (2) економічна вага і політична влада зміщується в Азію, при цьому сталий розвиток світової економіки стає більш уразливим до викликів і слабких сторін глобалізації; (3) революція технологій та їх застосування перетворює суспільство у кожному аспекті, при цьому оцифровування є фактором і наслідком радикальних, незворотних змін; (4) управління дефіцитом ресурсів стає більш проблемним зі зростанням споживання енергії і перехідною структурою виробництва; (5) взаємозалежність країн, що на цей час є фактом глобального життя, не супроводжується зміцненням глобального управління, при цьому світовий порядок стає більш крихким і непередбачуваним.

У табл. 2.2 наведено характеристику трьох основних революцій, визначених у звіті «Глобальні тенденції у 2030 році» [76, с. 7–8].

Таблиця 2.2

Характеристика трьох основних революцій, що визначені у звіті Європейської комісії «Глобальні тенденції у 2030 році»

Назва	Зміст	Наслідки
1	2	3
Економічна і технологічна революція	Конвергенція технологій та поширення інструментів, доступних для будь-яких країн, перетворюють економіку та суспільство	Продовження конвергенції цифрових, біологічних і промислових технологій, а також поширення цифрових інструментів, доступних і недорогих для великої кількості людей і практично для будь-яких цілей, надають можливість докорінно змінити економіку і суспільство. Нове «суспільство знань» надасть величезні можливості у плані продуктивності і зростання добробуту та розширення прав і можливостей особистості. Тим не менш, соціальні зрушення можуть включати до себе подальше зростання безробіття серед працівників низької кваліфікації, збільшення нерівності та зuboжіння середніх класів у розвинених країнах, у тому числі в Європі. Виникає потреба у передбаченні, оскільки відсутність чіткого осмислення, небажання своєчасно діяти (тобто саме тоді, коли дія буде простою і ефективною), очікування доти, поки не з'являться кризові явища – це риси, які складають циклічне повторення історії

1	2	3
Соціальна та демократична революція	Більше можливостей для включення суспільства до соціально-економічних процесів; особистості будуть більш творчими, динамічними і менш готовими віддавати роботі свій життєвий час, водночас вони будуть більш вимогливими і критичними	Така еволюція надасть можливість країнам принципово омолодити свої «соціальні контракти» і винайти нові форми управління, але водночас буде важче розробляти колективні угоди й формувати спільні підходи за допомогою традиційних структур, таких як політичні партії або профспілки. Збільшаться вимоги суспільства щодо більшої підзвітності та прозорості на різних рівнях управління
Геополітична революція	Зростання в Азії все більше призводить до того, що глобальне домінування країн європейського континенту і США, яке продовжувалося близько двох століть, добігає кінця	Закінчення домінування європейських країн і США разом з появою інших держав в Африці та Латинській Америці призведе до більш багатопольярного світу. Глобалізація продовжиться, але буде все більше залежати від нових учасників із різними економічними і геополітичними інтересами

Джерело: сформовано автором на основі [76, с. 7–8]

Три «революції», що вказані вище, матимуть значні наслідки для ЄС та його держав-членів, як у період до 2030 р. і за його межами, а також для негайних політичних рішень на п'ять років уперед.

У доповіді також визначені п'ять основних і взаємозалежних стратегічних проблем для ЄС, які повинні бути розглянуті в наступні роки. Ці проблеми будуть включати: (1) необхідність перепрофілювання економіки; (2) сприяння суспільним змінам та інноваціям; (3) боротьба зі зростанням нерівності та зростанням соціального відчуження; (4) збільшення індивідуальних можливостей і демократії, а також (5) підвищення міжнародної ролі ЄС.

Розглянемо більш детально перші дві проблеми, а саме: (А) необхідність реорганізації економіки ЄС потребує: (1) нової платформи для стійкого, міцного економічного зростання. Існує реальна небезпека щодо зростання циклічного феномена. Високі рівні боргу є серйозною перешкодою як для Європи, так і для країн, що розвиваються. Метою європейського ренесансу в більшості випадків можуть бути досягнення у сфері інновацій, при цьому не тільки цифрових, не тільки технологічних, але і в соціальних, і в практиці управління; (2) мобілізації державних і приватних інвестицій з метою допомоги економічному зростанню Європи; завершення формування єдиного ринку; вдосконалення управління в зоні євро; створення справжнього «Енергетичного Союзу»

і боротьби зі зміною клімату; (Б) сприяння створенню суспільства змін і інновацій передбачає: (1) дійсну цифрову революцію, в якій буде ключовим надання переважаючої пріоритетності дослідженням вищого рівня і виходу на ринок з меншими труднощами. На рівні ЄС очікується завершення цифрового єдиного ринку, що буде мати важливе значення для досягнення європейськими країнами більш високих темпів зростання без боргу, а також із зниженням поточного рівня безробіття; (б2) побудову європейської сфери досліджень та інновацій. Незважаючи на створення і реалізацію програм ЄС, фрагментація сфери досліджень та інновацій, як у державному, так і приватному секторі, призводить до неефективності, відсутності критичної маси досліджень і різноманіття стандартів продукції. Мобільність учених між науковими установами і промисловістю, а також наявність сміливих ініціатив – це ймовірні ключі до більш раціональних інвестицій і максимальних інновацій; (3) переосмислення освіти. Нова політика в галузі освіти та професійна підготовка протягом всього життя повинні бути спрямовані на зміцнення передового досвіду і більш широку участь у міжнародному розподілі праці тощо [76, с. 8–10].

В табл. Д.25 Додатка Д наведено результати порівняння основних напрямів промислового перетворення і науково-технічної революції у програмах ЄС з науково-технологічного розвитку РП7, «Горизонт 2020» і Глобальних трендах для світу і ЄС до 2030 р. [59; 64; 65; 76, с. 35–38].

У звіті Єврокомісії вказано, що завдяки «...широкому територіальному поєднанню в режимі реального часу, реальних даних основні цифрові технології розвиваються і швидко взаємодіють. Світ перебуває на порозі реальної чергової промислової революції». Оволодіння, застосування і розвиток цифрових технологій буде ключовим компонентом економічної та промислової конкурентоспроможності. Ті компанії, які погано оснащені і не впроваджують сучасні цифрові технології або використовують застарілі потужності, можуть залишитися далеко за межами світових ринків, з драматичними наслідками для менш залучених в цей процес. У той же час новий цифровий вибух може призвести до нерівномірного розвитку інфраструктури, блокування певних сфер і галузей без повного доступу до цифрового суспільства. При цьому економічна, соціальна та політична влада в 2030 р. все більше буде залежати від інтегрованих високопродуктивних мереж. Крім того, компанії зіткнуться з додатковою проблемою – управлінням великим обсягом даних, що є базисом справжньої промислової революції, заснованої на конвергенції технологій» [76, с. 35–36].

Крім того, «...конвергенція декількох майбутніх технологічних стрибків може призвести до початку нової «промислової революції». Новий економіч-

ний порядок буде ґрунтуватися на новій структурі конкуренції, що змінить продуктивність у різних галузях промисловості, створить нову енергетичну систему, нові форми накопичення капіталу, нові форми посередництва і всеосяжну реорганізацію торгівлі. Бізнес-середовище має бути істотно змінене через тиск на ціни і маржу, несподівані форми конкуренції, нові бізнес-моделі «підключай і працюй», зростання можливості відповідати або протидіяти глобальним попиту і пропозиції. Ця революція може спровокувати подальшу реконфігурацію розташування «центрів знань» та інноваційного і промислового виробництва. У 2030 р. нові регіональні інноваційні та виробничі центри будуть остаточно встановлені в Північній Америці, Європі та Азії, а їхня здатність залучати і розвиватися буде залежати від відкритості ринків, університетів і технологічної інфраструктури, торгових та інформаційних ланцюгів і фінансових можливостей, доступних для розвитку бізнесу. Вказані центри будуть істотно впливати на продуктивність, зростання і багатство економік тих країн, де вони знаходяться. Ця революція докорінно змінить промисловість шляхом заохочення співробітництва між великими компаніями, малими і середніми підприємствами, і підприємцями» [76, с. 36].

У вересні 2014 р. Управлінням з науки, технологій та інновацій Комітету наукової і технічної політики *Організації з економічного співробітництва і розвитку (ОЕСР)* було опубліковано звіт «Виклики та можливості для інновацій за допомогою технологій: конвергенція технологій», в якому також було розглянуто вплив конвергентних технологій на можливості вирішення глобальних проблем людства [77]. У табл. Д.26 Додатка Д наведено найбільш яскраві приклади сучасних конвергентних технологій, зокрема NBIC-технологій, синтетичної біології, біофотоніки і лабораторій на чипі, що зазначені у звіті ОЕСР [77].

Зокрема, у звіті вказано, що: «Конвергенція відбувається там, де наукові дисципліни або ключові технології дозволяють поєднання з іншими дисциплінами або прогресивними технологіями і обіцяють новий ефект або додану вартість за межами синергії. Цей широкий опис може одержати подальший розвиток у трьох підкатегоріях, кожна з яких відноситься до окремої галузі застосування: (1) конвергенція на рівні наукових досліджень: де раніше окремі дисципліни науки та техніки стають взаємопов'язаними у спільному виробництві нової галузі наукових досліджень; (2) конвергенція на рівні виробництва та розробки продукції; (3) конвергенція у впровадженні технологій у соціально-технічних системах, таких як охорона здоров'я, логістика та забезпечення продовольчої безпеки» [77].

Тобто поєднання в результаті конвергентних досліджень різних лабораторних практик, різних інструментів і приладів, різних технічних стандартів

та протоколів потребують розробки нових методів дослідження, що передбачають: (1) науково-дослідницьку міждисциплінарність; (2) конвергенцію технологічних платформ; (3) агломерацію суб'єктів у конвергенції центрів у рамках конвергентних наукових досліджень.

Міждисциплінарність наукових досліджень при створенні конвергентних технологій можуть проілюструвати дослідження у галузі *біофотоники*, тобто вивченні взаємодії світла з біологічним / живим матеріалом, коли біофотоники, фізики, інженери і біологи досліджують взаємодію світла з різними живими тканинами (м'язова тканина, індивідуальні клітини, поверхня клітин і серединна клітин). Це вимагає нових методів, інструментів і т. д. Другим яскравим прикладом в галузі конвергенції є *синтетична біологія*, яка побудована на різних комбінаціях дисциплін, таких як біологія, машинобудування, фізика, хімія, інформатика та біоінформатика. Головною метою таких досліджень є побудова функціональних конструкцій, які мають надійну та передбачувану поведінку, що не існує в природі. Так, дослідження в галузі синтетичної біології (і пов'язані майбутні програми) можуть бути розділені на чотири платформи, такі як: (1) синтетичний геном: коли (наприклад, при реалізації підходу «зверху-вниз») штучно створені в лабораторних умовах геноми розміщують в бактерії, які відтворюють себе; (2) будівництво: коли з існуючих частин живих систем (біологічний підхід «знизу-вгору») створюються нові схеми життя, пристрої та молекулярні системи *de novo*; (3) протоклітина: коли (хімічний підхід «знизу-вгору») на основі хімічних сполук створюються нові / альтернативні форми життя (наприклад, неуглецеві форми життя); (4) нові генетичні системи: коли на основі хімічної модифікації нуклеїнових кислот, моделювання і розрахунку створюються нові системи [77, с. 11].

Конвергенцію на рівні виробництва та розробки продукції у прикладах біофотоники і синтетичної біології характеризує поява інструментів і обладнання, необхідних для проведення досліджень і угруповання ресурсів, які можуть бути описані як технологічні платформи, що є системою забезпечення наукових досліджень і технологічних розробок на всьому шляху послідовного розвитку продукту. Отже, технологічні платформи для дослідження – це не лише комплекс необхідного обладнання, але й протоколи, процеси та дослідження механізмів управління, які диктують можливі дослідницькі варіанти.

На рівні організації досліджень визнання потенціалу таких платформ спонукає розвиток науково-дослідницьких інститутів і державних установ. Це особливо видно у сфері нанотехнологій, синтетичної біології, а також у проєкті ЄС «*Людський мозок*», який був відібраний Єврокомісією в січні 2013 р. і за яким планується фінансування в розмірі 10 млрд євро протягом 10 років з ме-

тою створення Neuroscience – моделювання роботи людського мозку [78]. В рамках цього проекту запланована розробка до кінця 2015 р. і подальша робота до 2023 р. шести платформ, а саме: (1) нейроінформатика – об'єднання даних і знань неврологів у всьому світі, що розширює доступ для наукового співтовариства; (2) моделювання мозку – об'єднує інформацію з нейроінформатики в комп'ютерних моделях і дозволяє їх застосовувати для ідентифікації відсутніх даних (які можуть допомогти спрямувати подальші дослідження); (3) високопродуктивні обчислення – покликані забезпечити застосування інтерактивної технології суперкомп'ютерів для неврологів з метою моделювання та симуляції великих обсягів даних; (4) медична інформатика – пов'язує клінічні дані з усього світу; (5) обчислювальна платформа Neuromorphic – робить можливим переведення моделей мозку в штучні системи; (6) платформа Neurorobotics – ставить за мету примусити штучні моделі мозку працювати, пов'язуючи їх з робототехнікою.

Вказані платформи часто потребують агломерації необхідної кількості інструментів і різних знань, а також навичок для їх використання. Технологічна агломерація (тобто спільне розташування науково-технічної діяльності, особливо в рамках технологічних платформ) підтримує розвиток конвергенції в певних галузях і включає до себе великі інвестиції в інфраструктуру (наприклад, конвергенція нанобіотехнологій і нанобіоматеріалів вимагає більш чистих приміщень, ніж інші науки). Організаційно агломерація вимагає поділу споруд, обладнання та кваліфікованих фахівців для цих дуже різних технологій / науково-дослідних галузей. Такі фахівці повинні об'єднати знання та навички з декількох ділянок, щоб мати можливість побудувати, випробувати і застосувати наукові інструменти, прилади та техніку в лабораторії. Як наслідок, конвергенція в дослідженнях вимагає координації завдань, яка необхідна для створення інфраструктури виробництва знань, що включає до себе фізичні прилади й інструменти, а також координацію політики в науково-дослідницьких організаціях і на національному та регіональному рівнях.

Фахівцями ОЕСР було визначено потенційні проблеми розвитку конвергентних технологій, а саме: (1) надмірний акцент на конвергентних технологіях, хоча й корисний для визначення пріоритетів (для фінансування програм і розробки науково-технічної політики), але може перешкоджати технологічній конвергенції в наукових дослідженнях і в розробці продуктів; (2) приклади конвергенції технологій показали різні характеристики в плані мульти-, між- і трансдисциплінарності. Кожна форма вимагає різних стратегій і політики координації; (3) координація та інтеграція на рівні наукових досліджень є серйозною проблемою для конвергенції, зокрема, у плані розвитку наукових

інструментів, видів культури досліджень і наявності кваліфікованих фахівців; (4) комерціалізація конвергентних технологій становить велику проблему з погляду стратегії управління інтелектуальною власністю та розробки нових бізнес-моделей; (5) інфраструктура технологічного виробництва потребує знаходження в одному місці для перетворення науково-технологічного знання на продукти та застосування в суспільстві і повинна бути частиною обговорення проблем конвергенції технологій, особливо там, де діючі збутові ланцюжки сходяться; (6) соціальні наслідки і суспільне сприйняття конвергентних технологій вимагає особливої уваги з боку політиків через комплексність багатьох технологій, що розвиваються, їх численні потенційні застосування і різноманітні проблеми управління. Залучення громадськості та соціальних наук до дослідження конвергенції технологій буде більш плідним, якщо поряд зі спекулятивними дискусіями щодо покращення людського організму і розширення його можливостей буде доповнено наочними прикладами конвергенції в конкретних ситуаціях (охорона здоров'я, енергетика, транспорт тощо) [77].

2.2. Технологічні прогнози в азійських країнах-лідерах: Японії та Кореї

Японія серед азійських країн вже досить довгий час має державні стратегію і програми з розвитку конвергентних технологій, перш за все NBIC-технологій, з урахуванням як технологічної конвергенції і синергії, так і соціально-економічних наслідків впровадження таких технологій. При цьому такі розвинені азійські країни, як Індія, Китай, Південна Корея і Сінгапур, поки що мають розрізнені програми досліджень із нанотехнологій, біотехнологій та ІКТ, що не включають оцінку соціальних наслідків від впровадження цих технологій.

У 2005 р. в Японії Національний інститут науково-технологічної політики (National Institute of Science and Technology Policy, NISTEP) і Науково-технологічний центр форсайту Міністерства освіти, культури, спорту, науки і технологій (Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology in Japan, MEXT) підготували звіт з виконання 8-ї Національної програми науково-технологічного форсайту, до якої були включені дослідження в галузі наук про життя, ІКТ, нанотехнологій і соціальних технологій, зокрема: (1) інтерфейс «мозок людини – машина (комп'ютер)»; (2) молекулярні механізми формування нейронних мереж; (3) дія нейронних мереж під час сну; (4) штучні протези з використанням сенсорів і механізмів контролю; (5) використання нанонаук для створення систем безпеки [79]. На основі вказаного прогнозу Ра-

дою з науки і технологічної політики (CSTP) Японії було підготовлено *Третій Базовий план розвитку науки і техніки (БПРНТ) на 2006–2010 рр.*

Вказані БПРНТ встановлюють напрями науково-технічної політики Японії протягом п'яти років. Кожний план встановлюється як на основі базового Закону з розвитку науки і технологій, так і з урахуванням консультацій з Прем'єр-міністром. Він є результатом роботи Ради з науки, технологій та інновацій, яка розробляє чорновий варіант плану. Раду очолює Прем'єр, який також залучає зацікавлені відомства з Кабінету Міністрів і впливових членів Парламенту. Існують два центральних питання в рамках Базового плану розвитку науки і технологій: системні інновації і визначення найбільш важливих сфер досліджень. Системні інновації означають вдосконалення різних систем, які відносяться до галузі науки і техніки. Зокрема, це включає до себе створення, зміну або усунення методів управління бюджетами розвитку науки та техніки, а також низку правил, що відносяться до науково-технічних досліджень. Ідентифікація найважливіших сфер досліджень означає, що проводиться ідентифікація проблем і напрямів їх вирішення, за якими уряд країни буде відігравати провідну роль у галузі науки і техніки протягом п'яти років. Мета полягає в тому, щоб сконцентрувати урядову ресурсну політику саме на цих галузях [80].

Основне фінансування в рамках Третього БПРНТ було зосереджено на вирішенні 62 «стратегічних науково-технічних задач» та на 273 «важливих науково-дослідних темах» [81]. До стратегічних пріоритетів Третього БПРНТ відносились: науки про життя; інформаційно-комунікаційні технології; навколишнє середовище; нанотехнології / матеріали; енергетика; виробничі технології; соціальна інфраструктура; космос, океан, як це вказано в табл. Д.27 Додатка Д [82, с. 102–104]. Серед Стратегічних Задач виділено п'ять, що одержали назву «національні критичні технології», а саме: суперкомп'ютер наступного покоління; система спостереження за океаном та Землею (навколишнє середовище, охорона здоров'я, недосліджені території); система космічного транспортування (недосліджені території); рентген-лазер на вільних електронах (нанотехнології / матеріали); швидкий ядерний реактор-розмножувач, циклічні технології (енергетика).

У травні 2008 р. CSTP Японії підготувала перелік перспективних технологій згідно з Планом трансформаційних технологій, спрямованих на інтенсифікацію міжнародної конкурентоспроможності виробництва, як це вказано у табл. Д.28 Додатка Д [82].

У 2010 р. NISTEP і Науково-технологічний центр форсайту MEXT підготували звіт за результатами виконання 9-ї Національної програми нау

ково-технологічного форсайту [83; 84], в якому були визначені пріоритетні напрями наукових досліджень і технологічних розробок (Science and Technology, S&T), зокрема: (1) «Науки про життя», в тому числі «Здоров'я і медична допомога» (10 S&T), «Безпека життя» (3 S&T); (2) «Енергетика, навколишнє середовище, ресурси», до якого входять: «Використання відновлюваної енергії» (16 S&T); «Ефективне перетворення / використання енергії» (13 S&T); «Промисловість у суспільстві, заснованому на рециркуляції» (18 S&T); «Зниження викидів CO₂ та CCS» (8 S&T); «Невикористані ресурси, рециклінг» (9 S&T); «Комутування, транспортна система» (10 S&T); «Відстеження, контроль, моделювання та прогноз» (10 S&T); «Оцінка, побудова консенсусу» (5 S&T); (3) «Управління інфраструктурою», у тому числі: «Управління IT-інфраструктурою» (4 S&T); «Антикризове управління, захист від стихійних лих» (3 S&T); (4) «Соціальна інфраструктура», а саме: «Культивація людських ресурсів, мобільність, диверсифікація» (6 S&T); (5) «Базові виробничі технології» (4 S&T), усі пов'язані з нанотехнологіями; (6) «Технології для недосліджених територій» (3 S&T), пов'язані з дослідженням космосу, що наведено у табл. Д.29 Додатка Д [83; 84, с. 93–103]. В узагальненому вигляді наукові дослідження і технології, пов'язані з розвитком нових галузей і послуг, а також необхідні заходи для їх підтримки, наведені в табл. Д.30 Додатка Д [84, с. 91–92].

На основі 9-го науково-технологічного форсайту CSTP затвердила *Четвертий Базовий план розвитку науки і техніки Японії на 2011–2015 рр.* [85; 86]. В узагальненому вигляді основними політичними цілями Четвертого БПРНТ є такі: (1) реалізація сталого зростання і розвитку суспільства в майбутньому; (2) ключові виклики для вирішення пріоритетних проблем, що стоять перед Японією; (3) підвищення рівня фундаментальних досліджень і розвитку людських ресурсів; (4) розвиток політики творення спільно із суспільством [80]. Окремі політики розподілені відповідно до кожного з цих основних принципів. Наприклад, політики, перераховані в розділі «Реалізація сталого зростання і розвитку суспільства в майбутньому», включають таке: (1) реконструкція та відродження Східної Японії після землетрусу; (2) сприяння розвитку зелених інновацій; (3) сприяння розвитку інновацій для життя; (4) системні реформи, спрямовані на заохочення розвитку науки, техніки і інновацій. Крім того, в межах кожного принципу наведено опис важливих галузей технічного розвитку, а також обслуговуючих систем, таких як необхідність створення соціальної основи вказаного розвитку.

Сьогодні в Японії розглядається *П'ятий Базовий план розвитку науки і техніки на 2016–2020 рр.*, проект якого був переданий на розгляд CSTP Япо-

нії у жовтні 2014 р. і обговорення якого тривало протягом 2015 р. У цьому плані Рада з науки і техніки МЕХТ визнала за важливе звернути більше уваги на створення умов для розбудови кар'єри для молодих науковців, забезпечення різноманітності фундаментальних досліджень, а також створення інноваційних систем, які пов'язують із упровадженням соціальних реформ [87]. Крім того, було визнано за важливе необхідність реагувати на останні зміни в соціально-економічних процесах, таких як: зниження чисельності населення; розширення глобалізації; посилення глобальної конкуренції; конкретизація суспільства, заснованого на знаннях; настання «розвиненого кіберсуспільства»; зміни в безпеці навколишнього середовища; падіння репутації науковців і дослідників після землетрусу у Східній Японії і недобросовісної дослідницької практики; поглиблення глобальних проблем.

Як наслідок було включено такі конкретні ініціативи у П'ятий БПРНТ: (1) активізація діяльності зі створення інноваційної основи (реформування системи людських ресурсів; сприяння академічним і фундаментальним дослідженням; зміцнення загальної базової технології і дослідницької інфраструктури, реформування академічної галузі на основі співпраці з урядом; посилення підтримки підприємництва та малих і середніх підприємств, а також сприяння і забезпечення інноваційного просування людських ресурсів тощо); (2) створення розвиненого суспільства через науку і технології (розвиток «просунутого кіберсуспільства»; просування «Національних критичних технологій»; науково-технічна дипломатія; підвищення довіри в суспільстві тощо); (3) оптимізація можливостей для нової науково-технологічної політики (зміцнення функцій університетів і Національного агентства з досліджень і розробок, реформування розподілу бюджету тощо); (4) зміцнення структур, які сприяють здійсненню політики в галузі науки та техніки (зміцнення функцій штаб-квартир; більш ефективна реалізація циклів «План – Виконання – Перевірка – Актування», розширення державних витрат на розвиток науки та техніки тощо).

В узагальненому вигляді порівняння основних положень Четвертого БПРНТ на 2011–2015 рр. і проекту П'ятого БПРНТ на 2016–2020 рр. наведено в табл. Д.31 Додатка Д [85–89].

В рамках П'ятого БПРНТ на 2016–2020 рр. вказано, що уряд повинен ретельно вибирати технології, звертаючи особливу увагу на такі перспективи: (1) технології, незамінні у забезпеченні незалежності та автономії Японії (незалежність / автономія); (2) технології, які вимагають довгострокових науково-технічних досліджень і породжують високі ризики розвитку (довгострокові / невизначені / непередбачувані); (3) технології з очевидною міжнародною

оригінальністю або з потенціалом високої конкурентоспроможності (оригінальність / конкурентоспроможність); (4) технології з високим потенційним ефектом у різних галузях, в тому числі й соціальних наслідках (потенційність). Для просування вказаних технологій діяльність і функції Національного агентства з досліджень і розробок має бути спрямована на накопичення технологій і людських ресурсів, зміцнення інноваційної функції, орієнтованої на інтеграцію і систематизацію технологій.

При цьому просування «Національних критичних технологій» можливе тільки в рамках співпраці та взаємодії між промисловістю, академічними колами та урядом. Прикладами «національних критичних технологій», визначеними урядом Японії до 2020 р., є такі: (1) система спостереження, прогнозування та заходи протидії у разі виникнення стихійних лих; (2) високопродуктивні обчислення; (3) дослідження космосу; (4) авіатехніка нового покоління; (5) ресурси з океану; (6) створення матеріалів із керованими властивостями; (7) науки про динамічні живі системи; (8) штучний інтелект; (9) робототехніка; (10) кібербезпека; (11) передові лазери тощо [90, с. 8].

У рішенні «*Всеохоплююча стратегія з питань науки, технологій та інновацій «Міст інновацій для створення майбутнього» на період до 2030 р.» Кабінету Міністрів Японії від 24.06.2014 р.* констатовано, що тенденції змін у середньо- і довгостроковому періоді, з якими Японія неминуче стикатиметься до 2030 р., будуть такими: (1) скорочення чисельності населення і швидке старіння в Японії; (2) вибуховий розвиток суспільства знань, інформаційного суспільства та глобалізації; (3) збільшення проблем, які загрожують стійкому розвитку Землі (населення, природні ресурси та енергетика, зміна клімату та зміна навколишнього середовища, вода та продукти харчування, тероризм, інфекційні захворювання); (4) структурні зміни в міжнародному економічному співтоваристві через швидке зростання країн, що розвиваються; (5) підвищення терміновості з метою підготовки до захисту від стихійних лих [91, с. 10]. Як наслідок, уряд Японії виокремлює три стратегічні ролі науково-технологічної та інноваційної політики (НТП): (1) рушійна сила для забезпечення економічного зростання; (2) прорив щодо сталого розвитку в майбутньому; (3) вирішальний фактор для підвищення статусу і присутності в міжнародному економічному співтоваристві.

В цьому рішенні вказано, що «...економіка Японії, особливо в обробній промисловості, була сконцентрована на моделі промислової економіки, основою якої є просування промислових технологій і підвищення продуктивності праці. Інновації, інноваційний процес і продукт, створені цією моделлю, показали високу продуктивність і посилили конкурентоспроможність Японії

у промисловості. Проте в останні роки, як це показала регенеративна медицина у найбільш передових дослідженнях, включаючи плюрипотентні (або як їх ще називають «стовбурові») клітини як нову перспективну галузь, набуває все більшого значення «модель економіки науки», орієнтована на знання науки і техніки, а результати науково-технічних досліджень все більш безпосередньо впливають на економічне зростання і підвищення конкурентоспроможності промисловості. Спостерігається все більше і більше випадків, коли новаторські науки й інновації, народжені фундаментальними дослідженнями (спрямованими на те, щоб зрозуміти наукові принципи), привели до бізнес-інновацій, а також до виникнення нової індустріалізації (або, як її називають, «неоіндустріалізації»), викликаной зв'язком між ними. Основні технології, такі як ІТ, нано- та біотехнології, як очікується, приведуть в результаті до злиття галузей промисловості, а не тільки до випереджального розвитку однієї галузі. Отже, проблемою для Японії визначено те, як стимулювати та заохочувати такі основні технології» [91, с. 6].

У табл. Д.32 Додатка Д наведено характеристику наскрізних (конвергентних) технологій для підвищення конкурентоспроможності промисловості та змін адресної політики Японії, що подані в рішенні Кабінету Міністрів Японії від 24 червня 2014 р. «Всеохоплююча стратегія з питань науки, технологій та інновацій «Міст інновацій для створення майбутнього» на період до 2030 р.» [91, с. 67–84].

Із вказаної табл. видно, що у 2015–2020 рр. уряд Японії буде акцентувати увагу на трьох наскрізних (конвергентних) групах технологій – ІКТ, нанотехнології, технології для навколишнього середовища, у процесі розвитку яких будуть підтримуватися конкретні технологічні напрями, а саме: (1) ІКТ (в тому числі штучний інтелект) – створення знань, що сприятимуть соціально-економічному розвитку; підтримка людей, що беруть участь у соціальній діяльності; більш складні інфраструктури та мережі для надання нового значення; (2) нанотехнології – розробка систем і пристроїв наступного покоління для реагування на нові соціальні потреби; розробка матеріалів, що реалізують нові функціональні можливості; (3) технології для навколишнього середовища – моніторинг реалізації сталого суспільства і його впровадження; переробка ресурсів, що сприяє сталому зростанню.

Південна Корея також приділяє велику увагу розвитку технологічної конвергенції. За останні 60 років основа корейської економіки істотно змінилася. Так, у 1940-ві роки країна була переважно сільськогосподарською, потім, в наступні десятиліття, акцент змістився у легку промисловість і виробництво споживчих товарів, а у 1970–80-ті роки – у важку промисловість.

Протягом цього періоду корейська економіка зростала надзвичайно швидко, а її економічна структура була радикально перетворена. Починаючи з 1990-х років експонентні темпи зростання, нарешті, почали сповільнюватися. Останнім часом Корея прагне стати провідною у світі ІТ-нацією, і це їй якось мірою вдалося на базі розвитку конвергентних технологій [92, с. 22].

Корейські фахівці зазначають у 2009 р., внаслідок відсутності фундаментальних наук і технологій, розрив у розвитку конвергентних технологій порівняно з розвиненими країнами, який становив 50 ~ 80 %. Як наслідок, з метою врахування глобальної тенденції поширення технологічної політики конвергенції в розвинених країнах уряд Кореї створив амбітний план технологічної конвергенції «Національний план розвитку конвергенції технологій протягом 2009–2013 рр.». Цей план був підготовлений спільно сімома департаментами як узгоджений документ, що підкреслює розуміння корейським урядом того, що наступне покоління технологічної революції відбуватиметься за рахунок конвергенції, перш за все нано- (N), біо- (B) та інфо- (I) технологій. В той же час корейські виробники вважали технологічну конвергенцію інструментом для технологічних інновацій, які сприятимуть швидкому розвитку ринку суміжних галузей. Так, у 2007 р. серед 400 науково-технічних проєктів з розвитку конвергенції технологій, здійснюваних Міністерством економіки знань, у інформаційних технологіях складено 104 проєкти, у біотехнологіях – 247 проєктів, у нанотехнологіях – 17 проєктів і у когнітивних науках – 24 проєкти, що свідчило про існування технологічного розриву в останніх двох групах технологій Кореї порівняно з розвиненими країнами [92, с. 22].

Одним із наслідків реалізації вказаного плану було створено Міністерство науки, ІКТ і майбутнього планування (Ministry of Science, ICT and Future Planning, MSIP), одним із трьох головних завдань якого стало форсування динаміки «креативної (творчої) економіки» за рахунок конвергенції. Для реалізації цього завдання заплановано «...створити екосистему для креативної економіки через зближення науки, техніки та ІКТ, забезпечуючи при цьому національний пріоритет для програмного забезпечення. Ми також будемо активно просувати майбутні двигуни зростання, які можуть відкрити шлях для досягнення національного доходу на душу населення 40 тис. дол., а також входження в нову еру творчості і конвергенції» [93].

Локомотивом цієї креативної економіки повинні стати фінансовані державою дослідні інститути, що розробляють основні технології, які будуть використовуватись у майбутньому, зокрема: (1) розробка нових ліків; (2) науки про мозок; (3) наноматеріали; (4) поновлювані джерела енергії; (5) космічна техніка; (6) конвергенція NBIC-технологій і т. д.

Стратегія розвитку національних досліджень і впровадження інновацій передбачає створення активно діючої Кореї з сильним інноваційним потенціалом і національною системою підтримки вчених для здійснення дослідницьких робіт. Зокрема, двигунами подальшого зростання для створення креативної економіки визнані такі технології: (1) розвиток майбутніх технологій ядра креативної економіки (в тому числі стовбурові клітини, дослідження мозку, наноматеріали, екологічно чиста енергія); (2) створення домашнього енергетичного простору з незалежними технологіями; (3) розробка приладів радіаційної медичної техніки та розвиток технологій ядерної енергетики. Реалізацією вказаної стратегії в міністерстві MSIP займається Бюро креативної економічної політики, основними завданнями якого є: (1) визначення основних планів розвитку креативної економіки, заснованої на науці і технологіях, інформації та зв'язку і мовленні; (2) визначення і планування майбутніх двигунів зростання, а також створення планів розвитку; (3) науково-технологічне планування і управління для створення нових виробництв [93].

За підтримки уряду Кореї було створено Корейський інститут науки і технологій (Korea Institute of Science and Technology, KIST), в рамках якого був утворений Відділ матеріалів і наук про життя (Materials and Life Science Research Division, MLSRD) з метою розбудови нової галузі досліджень з використанням конвергентних технологій для вирішення проблем нації і майбутнього суспільства, а також розбудови платформи для масштабних міждисциплінарних досліджень [94]. MLSRD був створений з метою об'єднати нано-, біо- й інформаційні технології на основі міждисциплінарних досліджень, а також побудувати майданчики для досліджень, що поєднують у собі різні традиційні технології, з метою їх якісного перетворення і розвитку передових і ключових технологій. Зокрема, дослідження з нанотехнологій проводять: (1) Науково-дослідний центр Спін-пристроїв; (2) Дослідницький центр наноматеріалів; (3) Дослідницький центр нанофотоники; (4) Центр інженерних досліджень інтерфейсу; (5) Науково-дослідний центр високо-температурних енергетичних матеріалів; (6) Науково-дослідний центр наукових обчислень. Біотехнологічні дослідження виконує Науково-дослідний центр біомолекулярних функцій. Крім того, відділ MLSRD прагне грати основну роль у термоядерних дослідженнях з метою зміцнення національної конкурентоспроможності, а також стати провідною світовою дослідницькою організацією у термоядерних дослідженнях. Вказані науково-дослідні центри, а також окремі Науково-дослідний центр архітектури матеріалів, Науково-дослідний центр хімічної кінетики, Центр спадщини науки поєднані в Інститут багатодисциплінарної конвергенції матерії (Institute for Multidisciplinary Convergence of Matter, IMCM).

Крім того, у березні 2008 р. було побудовано новітні Об'єднані інститути конвергенції технологій (The Advanced Institutes of Convergence Technology, AICT) в рамках Промислового й Академічного консорціуму з розвитку науки і технологій [91]. Інститути проводитимуть спільні дослідження в сфері застосування новітніх нано-, біо- та інфотехнологій з метою комерціалізації. На цей час організовані різні науково-дослідні центри в рамках чотирьох науково-дослідних інститутів, а також організовані різні науково-дослідні центри в рамках цих інститутів, зокрема: (1) Інститут Наноконвергенції (Institute of Nano Convergence, INC) проводить: дослідження світлодіодів, які можуть забезпечити максимальну ефективність використання енергії; вивчення органічних сонячних батарей; секвенування геному наступного покоління; дослідження наноматеріалів, які можуть мати біомедичні застосування; (2) Інститут Біоконвергенції (Institute of Bio Convergence, IBC) проводить дослідження з цілого ряду інноваційних біотематик, пов'язаних зі здоров'ям, які включають: виявлення біомаркерів для діагностики нових захворювань; використання технології нанозображень як джерела нового розвитку фармакології; персоналізована терапія за допомогою систем харчової медицини; медико-інформаційні конвергентні технології; (3) Інститут інтелектуальних систем (Institute for Smart System, ISS) зосереджений: на розробці нового покоління інтелектуальних автомобілів і електричних транспортних засобів; на хірургічних роботах і реабілітаційних роботах для людей похилого віку та інвалідів; на дослідженнях в галузях цифрування рухів людського тіла; (4) Інститут трансдисциплінарних досліджень (Institute of Transdisciplinary Studies, ITS) виконує дослідження з об'єднання технологій з різних дисциплін, які включають в себе інтерактивні технології медіа-мистецтва, освітніх і медичних ігор, зближення гуманітарних та соціальних наук, дослідження й аналіз загальнодоступних даних, розуміння методів, які призводять до конвергенції ІКТ-людина.

У табл. Д.33 Додатка Д наведено детальне представлення напрямків досліджень конвергенції технологій у рамках афілійованих наукових центрів Об'єднаних інститутів конвергенції технологій Південної Кореї [95].

За результатами Глобального інноваційного форуму, що проходив у м. Дай-онг (Корея) у 2015 р., багато експертів зійшлися на думці, що сьогодні одним із важливих завдань для Кореї є необхідність переглянути модель економічного зростання з урахуванням конвергенції серед галузей промисловості на основі NBIC-технологій і новітніх промислових груп [96].

Так, конвергенція технологій, яка прагне розвивати нові технології та нові галузі промисловості та заснована на консолідації між наукоємними техноло-

гіями й іншими секторами, все більше привертає до себе увагу як інноваційна стратегія та мотивація для майбутнього зростання. При цьому в останнє десятиліття конвергенція технологій фокусується не тільки на об'єднанні між новими технологіями, але й виходить за рамки конвергенції серед високотехнологічних виробництв, таких як NBIC, і тягнеться до альянсу між традиційною промисловістю та індустрією високих технологій. Партнерство з наукоємними технологіями стає все різноманітнішим, особливо для гуманітарних і соціальних секторів [96].

2.3. Прогнози науково-технічного розвитку Китаю, Індії та Росії

У стратегічних документах *Китайської Народної Республіки* стверджується, що Китай може стати країною з високим рівнем доходу до 2030 р. у рамках стратегії, що поєднує високі рівні інвестицій зі швидким прогресом в сфері технологій, порівняно з Японією з 1960-х по 1970-ті рр. та Кореєю з 1980-х рр. до кінця минулого століття. Згідно зі стратегічним документом «Китай-2030» головним чинником розвитку Китаю до 2030 р. залишається поєднання двох стратегічних напрямів: (1) наздоганяючого розвитку за рахунок поглинання та адаптації доповнених технологій і додаткових інновацій (при цьому високі рівні інвестицій залишатимуться важливим джерелом зростання Китаю шляхом поглиблення і втілення технологічних змін до 2030 р.); (2) зростаючого виштовхування назовні технологічних проривних технологій і інновацій в галузях, де країна вже має придбані порівняльні переваги (при цьому Китай розраховує йти в ногу з технологічно розвиненими країнами, а темпи його зростання будуть все більше забезпечуватися за рахунок власних інновацій) [97, с. 163–165].

У Китаї є кілька основних урядових агентств, які фінансують науково-технічні дослідження на центральному рівні, а саме: Міністерство науки і технологій (*Ministry of Science and Technology, MOST*), Національний фонд природничих наук Китаю (*National Natural Science Foundation of China, NSFC*), Китайська академія наук (*Chinese Academy of Sciences, CAS*), а також Рада Стипендій Китаю (*China Scholarship Council, CSC*) як філія Міністерства освіти (*Ministry of Education, MoE*). Кожне агентство надає фінансування на різноманітні програми, які служать стратегічним цілям країни і задовольняють потреби різних галузей досліджень [98].

Національні програми науково-технічного розвитку Китаю включають: Національну програму фундаментальних наукових досліджень (*National*

Basic Research Program), Національні науково-технологічні великі проекти (National S&T Major Projects), Національну Хай-тек програму досліджень і розробок (National Hi-tech Research and Development (R&D) Program), Національну програму ключових технологій (National Key Technologies R&D Program), Міжнародну науково-технічну програму технологічного співробітництва (International S&T Cooperation Program), директивні вказівки програми (Policy Guidance Programs), Базову програму національних науково-технічних інновацій (National S&T Innovation Base Program) та інші програми. Крім того, в 1980–1990-х рр. Державна Рада Китаю схвалила створення Національного фонду природничих наук Китаю (National Natural Science Foundation of China, NSFC), а також Інноваційного фонду для фірм, заснованих на технології (Innovation Fund for Technology-based Firms, IFTbF), надаючи потужну підтримку фундаментальним дослідженням і розвитку малого та середнього бізнесу [99].

Національні науково-технічні програми, що знаходяться у веденні Міністерства науки і технологій (Chinese Ministry of Science and Technology, MOST), фінансують проекти, обрані за допомогою експертної оцінки, в той час як NSFC є незалежним фондом, який пропонує кошти на проведення фундаментальних досліджень у галузі природничих наук. Національні науково-технічні програми підтримують стратегічні науково-технічні дослідження і науково-технічну діяльність у таких дев'яти аспектах: (1) основні стратегічні проекти та ключові і загальні технології, які тісно пов'язані з національними цілями в області розвитку; (2) стратегічні фундаментальні дослідження на вимогу національного розвитку і фундаментальних досліджень на основі вільного мислення вчених; (3) науково-технічні дослідження, інтегрований додаток і промислова демонстрація передових технологій; (4) науково-технічні дослідження і демонстрація промислових загальних технологій, які забезпечують вирішення основних науково-технічних проблем у процесі економічного розвитку, а також створення технологій для суспільного добробуту; (5) міжнародне науково-технічне співробітництво та обміни за участю підприємств, університетів і науково-дослідних інститутів у двосторонніх і багатосторонніх рамках міжурядового співробітництва; (6) основні науково-технічні інноваційні основи; (7) проекти, що стосуються сільського господарства, промисловості, комерціалізації результатів наукових досліджень і розвитку науково-дослідної інфраструктури відповідно до національної науково-технічної політики; (8) інноваційний проект культивування персоналу для науково-технічних досліджень; (9) проекти двох Національних фондів: Національного фонду природничих наук Китаю та Інноваційного фонду для фірм, заснованих на технології [99].

4 червня 1997 р. відбулося третє засідання колишньої керівної групи науки та техніки КНР, на якому було вирішено розробити і реалізувати перший Національний план розвитку галузі фундаментальних досліджень. У період 2006–2020 рр. реалізується вже третя *Національна програма фундаментальних досліджень Китаю* (National Basic Research Program (973 Programme), NBSR) під егідою MOST. Метою програми є зміцнення оригінальних вітчизняних інновацій, вирішення великих наукових проблем, що стосуються соціально-економічного розвитку, зміцнення потенціалу Китаю в області інновацій і в рішенні основних проблем і забезпечення наукової підтримки для підвищення майбутнього розвитку.

В рамках NBSR виконуються науково-дослідницькі проекти у таких 15 ключових напрямках, як: сільське господарство, енергетика, інформаційні технології, ресурси та навколишнє середовище, охорона здоров'я, матеріали, виробничі й інженерні науки, інтегровані мультидисциплінарні науки, основні наукові прориви, нанотехнології, квантові процеси, протеїни, розвиток і відтворення, стовбурові клітини, глобальні зміни [100]. Більш докладно пріоритетні тематики фундаментальних досліджень у вказаних ключових напрямках наведені в табл. Д.34 Додатка Д [100].

Основними місіями програми NBSR є: (1) запуск міждисциплінарних досліджень і забезпечення теоретичного доведення і наукових основ для вирішення соціально-економічних проблем, що стосуються сільського господарства, енергетики, інформації, ресурсів, навколишнього середовища, народонаселення, здоров'я і матеріалів; (2) здійснення відповідних критичних і проривних фундаментальних досліджень; (3) культивування персоналу з хорошими науковими знаннями й інноваційним потенціалом; (4) розбудова науково-дослідницьких базових закладів високого рівня, які здійснюють основні наукові завдання, а також створення міждисциплінарних дослідницьких центрів [99]. До комплексних міждисциплінарних наук відносяться: (1) багатoproфільні дослідження по темах, пов'язаних з розробкою повітряних суден; (2) раннє попередження, запобігання та контроль великих катастроф і загроз громадській безпеці; (3) спостереження за поверхнею Землі, навігація і позиціонування; (4) інжиніринг міського та міжміського мережевого трафіку; (5) важливі наукові проблеми в галузі енергозбереження; (6) синтетична біологія; (7) інжиніринг «зелених» хімічних і біологічних хімічних процесів; (8) міждисциплінарні дослідження в галузі біологічних наук і біотехнології.

Китай також розвиває низку передових (проривних) технологій, які, як очікується, будуть відігравати провідну роль у розвитку науки та техніки у 2020 р., з метою збільшити свої дослідницькі можливості в області високих

технологій і міжнародну конкурентоспроможність галузей промисловості. Передові технології відносяться до основних проривних технологій і є базою для майбутніх модернізацій високих технологій і новітніх галузей промисловості, які відображають комплексний інноваційний потенціал високотехнологічної нації. Передові технології обираються відповідно до таких принципів: (1) представляють напрямок розвитку світових високих технологій; (2) відіграють провідну роль у формуванні і розвитку нових галузей промисловості в майбутньому; (3) сприяють технологічній модернізації промисловості технологій і реалізації наступної стадії розвитку; (4) мають сильну команду талановитих кадрів і науково-технологічну базу [101; 102].

До 2020 р. у Китаї буде розроблено цілу низку передових технологій у секторі біотехнологій, зокрема: цільове проектування видів тварин і рослин, а також лікарських речовин; генетичні операції і білова інженерія; суха клітинна інженерія тканин людини, а також нове покоління промислових біотехнологій. Що стосується інформаційної індустрії, то уряд Китаю буде продовжувати рухатися в напрямку основних цілей високої ефективності, низької вартості і загальної комп'ютеризації усіх сфер життя. Що стосується технологій матеріалів, то до 2020 року Китай буде працювати над технологією інтелектуальних матеріалів і устаткування, технологією високотемпературних надпровідників і високопродуктивної енергії і технології матеріалів [101]. В області передових технологій виробництва, Китай планує зробити прорив у виробництві роботів, здатних надавати інтелектуальні послуги, а також прогнозуванні тривалості життя важливих продуктів і великих об'єктів. Китай зосередиться на дослідженнях економічного, ефективного й екологічно чистого використання енергії та освоєння нових енергетичних ресурсів, розробці технології для всебічного дослідження морів і океанів (планує зробити прориви в стереомоніторингу морського середовища, швидкому та комплексному вимірюванню морського дна, експлуатації газової суміші води і глибоководній експлуатації). Він також акцентує увагу на перспективному розвитку лазерної техніки та технологій освоєння космічного простору.

У табл. Д.35 Додатка Д наведено передові (проривні) технології і перспективні фундаментальні дослідження, що підтримуються в рамках Національної середньо- і довготермінової програми розвитку науки і технологій Китаю на 2006–2020 рр. [102, с. 33–46].

В Індії найбільший акцент у дослідженнях і технологічних розробках в області конвергенції NBIC-технологій зроблено на конкретних секторах ІКТ, як показано, наприклад, у доповіді 2013 р. «Шість трендів конвергентних технологій. Рушійні тектонічні зсуви в екосистемі бізнес-споживачів» підрозділу

КРМГ – Азія (міжнародна мережа компаній, що надають аудиторські, податкові та консультаційні послуги) [103].

У табл. Д.36 Додатка Д наведено шість основних трендів на ринку ІКТ країн світу та Індії до 2020 р. [103, с. 3]. Так, фахівці КРМГ визначили шість трендів розвитку ринку ІКТ, а саме: (1) великі масиви даних; (2) хмарні технології; (3) соціальні медіа; (4) мобільність; (5) вбудовані системи; (6) доповнена реальність, яка до 2020 р. буде мати логічну зрілість, що невідворотно призведе ці технології до конвергенції.

Крім того, Центр конвергентних технологій (The centre for Converging Technologies (CCT)) в Університеті Раджастхан був створений з метою зміцнення якісної освіти і впровадження високих стандартів дослідження в прикордонних областях нанотехнології, біотехнології та біоінформатики, інформаційних і комунікаційних технологіях і когнітивних наук або NBIC-технологій з метою прискорення техніко-економічного розвитку країни. Основними напрямками роботи CCT є такі [104]: (1) створення та підтримка необхідної кількості наукових фахівців у конвергентних технологіях, які можуть ефективно сприяти потребам промисловості і суспільства; (2) зосередження уваги на міждисциплінарних дослідженнях в таких областях, як нанотехнології, біоінформатика, біотехнології, інформаційні та комунікаційні технології, когнітивні і нейронауки; (3) заснування інфраструктури поглибленої підготовки і науково-дослідної бази в академічних колах з метою створення привабливого міжнародного навчального полігону для конвергентних технологій; (4) розробка і застосування NBIC-технологій в інноваційних рішеннях; (5) розбудова лабораторій і об'єктів для ефективного проектування і розробки нових продуктів; (6) просування глобальних досліджень у суміжних теоретичних науках (логіка, структури даних і алгоритми складних обчислень, системи управління базами даних, подання знань, задоволення обмежень, штучного інтелекту, інтелектуальних агентів, теоретичної інформатики та квантових обчислень), системної біології і метаболоміки; (7) заохочення до докторантури за темою конвергентних технологій з метою підняття потенціалу для проведення досліджень; (8) надання післядипломної освіти в конвергентних технологіях; (9) співпраця з промисловими колами, національними та міжнародними інститутами / університетами для розширення досліджень у галузі NBIC для прискорення техніко-економічного розвитку країни. На сьогодні CCT більшою мірою займається розробками з аббревіатурою «В» (являє собою біоінформатику і біотехнології) і «С» (включає когнітивні науки і неврологію).

У Росії першим циклом форсайтних досліджень на національному рівні, спрямованим на визначення пріоритетів досліджень і розробок (ДіР) від-

повідно до глобальних викликів, виявлення вікон можливостей, проривних технологій і потенціалу науково-технічного заділу, став *Довгостроковий прогноз науково-технологічного розвитку Росії (ДПНТР) на період до 2025 р.*, ініційований у 2007 р. Міністерством освіти та науки Росії [105]. Він включав до себе три великі блоки: (А) макроекономічний прогноз російської економіки; (Б) прогноз сфери науки і технологій з шести пріоритетних напрямів: (1) інформаційно-телекомунікаційні системи; (2) індустрія наносистем і матеріалів; (3) живі системи; (4) раціональне природокористування; (5) енергетика та енергозбереження; (6) авіаційно-космічні та транспортні системи, а також доповнені трьома іншими сферами, в яких наука і технології здатні стати одним із основних джерел прогресу; (7) виробничі системи та промислова інфраструктура; (8) медицина і охорона здоров'я; (9) безпека на виробництві, транспорті і у повсякденному житті; (В) галузевий прогноз, метою якого була розробка варіантів технологічного розвитку найважливіших секторів економіки й узгодження отриманих результатів.

У цьому прогнозі вказувалося, що «...у форсайтних дослідженнях, проведених у всьому світі, експерти виділили такі основні тенденції науково-технологічного розвитку: посилення конвергенції технологій; посилення дифузії сучасних високих технологій в середньотехнологічні сектори виробничої сфери; зростаюче значення мультидисциплінарних наукових досліджень; посилення впливу нових технологій на управління і організаційні форми бізнесу, що стимулює розвиток гнучких мережевих структур. У рамках кожної з цих тенденцій формуються багатообіцяючі нові технології і галузі науки з точки зору їх потенційного застосування в різних сферах людської діяльності і які потенційно є відповідями на глобальні виклики та формують новий технологічний вигляд світу» [105, с. 108].

При цьому відбувається посилення конвергенції технологій, формування на цій базі у країнах-лідерах нового технолого-економічного «ядра». «Конвергенція технологій» або «конвергентні технології» під яким розуміється широке коло процесів – як конвергенція окремих областей наук, так і безпосередньо технологій. Найбільші очікування експерти пов'язують з розвитком нанотехнологій, які стають стрижнем формування нових галузевих комплексів на базі певних кластерів: нанотехнологія + ІКТ; нанобіотехнологія + ІКТ; когнітивні науки + ІКТ; нанотехнологія + матеріалознавство + ІКТ. Так, «...на сьогодні в економіці США проходять стадію становлення інноваційні виробництва, що спираються на новітні конвергентні NBIC-технології. Орієнтація цих технологій на людину, їх цільова орієнтація на рішення її проблем і забезпечення потреб на принципово новому технічному рівні зможе забезпечити

цим виробництвам високий попит і конкурентоспроможність на жорсткому сучасному ринку з надлишковою пропозицією» [105, с. 109].

Другий цикл довгострокового науково-технологічного прогнозування (2008–2009 рр.) за ініціативою Міністерства освіти та науки РФ був націлений на відпрацювання методики прогнозу з урахуванням можливих кризових явищ в економіці; інтеграцію прогнозу в систему стратегічного управління розвитком країни; розширення горизонту прогнозування до 2030 р. [106]. В рамках цього циклу поряд із трьома перерахованими вище напрямками було узагальнено досвід зарубіжних і міжнародних прогнозів економічного і науково-технологічного розвитку і на цій базі виконано оцінки майбутніх трендів глобальної економіки й окремих великих світових ринків. Отримані результати потім використовувалися в макроекономічному прогнозі, в рамках якого розглядалися сценарні варіанти динаміки російської економіки з урахуванням перспектив розвитку світових ринків і очікуваних наслідків глобальної фінансово-економічної кризи. В ході експертних досліджень були визначені кластери, що охоплюють перспективні технологічні групи та продукти, які потім аналізувалися з урахуванням досягнутого в Росії рівня досліджень і розробок і потенційного соціально-економічного ефекту. Було сформовано уявлення про майбутні ключових секторів економіки і переліки принципово нових (проривних) інноваційних продуктів (в розрізі науково-технологічних напрямків, що породжують їх).

Третій цикл довгострокового науково-технологічного прогнозування (2011–2013 рр.) дозволив уточнити перспективні тематичні області та визначити групи (пакети технологій), розвиток яких найбільше буде сприяти вирішенню глобальних проблем і викликів для РФ, а також визначити окремі перспективні ринкові сегменти й інноваційні продукти.

В табл. Д.37 Додатка Д наведено основні глобальні тренди, що суттєво впливають на формування нових ринків для інноваційних видів продукції [107, с. 15–17]. Так, серед глобальних викликів можна виділити «...такі виклики і тренди світового масштабу: (1) вичерпання запасів стратегічних мінеральних ресурсів, пошук нових джерел енергії та забезпечення енергетичної безпеки; (2) старіння населення, зміна способу життя людини і суспільства, зростання соціально значущих захворювань, в тому числі онкологічних і серцево-судинних; (3) екологізація економіки і «зелене зростання», пов'язані з переходом до «неуглецевого» суспільства; (4) формування нових моделей економічного розвитку, включаючи трансформацію глобальних ланцюжків створення вартості; (5) перехід глобальної економіки на новий етап технологічного розвитку, що супроводжується докорінною зміною галузевої

структури та джерел (факторів) конкурентоспроможності; (6) посилення ролі міжгалузевих технологій і міждисциплінарних досліджень, включаючи соціально-економічні та гуманітарні» [107, с. 13].

Третій цикл прогнозу був спрямований на ідентифікацію найбільш перспективних для Росії областей розвитку та застосування науки і технологій (НіТ) на середньо- та довгострокову перспективу, а також технологічних рішень, що забезпечать реалізацію конкурентних переваг Росії з урахуванням глобальних викликів і вікон можливостей, що відкриваються. Еволюція підходів до довгострокового науково-технологічного прогнозування в Росії наведена у табл. Д.38 Додатка Д і включає [107, с. 7–8; 108, с. 18]:

- *в частині науково-технологічного напрямку:* у I циклі було проведено перший раунд опитування методом Дельфі і сформовано перелік з 900 перспективних технологій по 10 напрямках розвитку НіТ; у II циклі виявлені кластери найважливіших технологічних груп, визначено переліки перспективних продуктів по 6 укрупнених напрямках розвитку НіТ; у III циклі уточнено склад 6 укрупнених напрямів розвитку НіТ, визначено перспективні технологічні пакети, спрямовані на вирішення ключових соціально-економічних проблем, а також виявлено проривні інноваційні продукти та технології;
- *в частині галузевого напрямку досліджень:* у I циклі за 6 ключовими секторами російської економіки було проведено аналіз тенденцій довгострокового розвитку, прогноз перспективного попиту на технології і технологічні рішення; у II циклі по 10 ключових секторах російської економіки було визначено їхній майбутній вигляд, розроблено сценарії розвитку, сформовано перелік процесних і продуктових технологій для кожного сценарію; у III циклі було підготовлено дорожні карти інноваційного розвитку низки секторів російської економіки.

Як наслідок, за результатами проведених досліджень уряд РФ затвердив 03 січня 2014 р. вказаний Прогноз науково-технологічного розвитку Російської Федерації на період до 2030 р. [109]. На базі цього прогнозу було також прийнято державну програму РФ «Розвиток науки і технологій» на 2013–2020 рр. [110].

Крім того, за результатами вказаних довгострокових прогнозів науково-технологічного розвитку РФ нормативними документами (на рівні Указів Президента у 2006 р. або Указу Президента в 2011 р.) було затверджено відповідні пріоритетні напрями розвитку науки, технологій і техніки в Російській Федерації, а також перелік критичних технологій Російської Федерації [111–

114]. За визначеннями, наведеними в офіційних російських нормативних документах:

- *пріоритетні напрями розвитку науки і технологій* – це тематичні напрями науково-технологічного розвитку міжгалузевого (міждисциплінарного) значення, здатні зробити найбільший внесок у забезпечення безпеки, прискорення економічного зростання, підвищення конкурентоспроможності країни, вирішення соціальних проблем за рахунок розвитку технологічної бази економіки та наукомістких виробництв (абзац 4 розділу «Терміни, що використовуються для цілей поточного довгострокового прогнозу» Прогнозу науково-технологічного розвитку Російської Федерації на період до 2030 р. [109]);
- *критична технологія* – комплекс міжгалузевих (міждисциплінарних) технологічних рішень, які створюють передумови для подальшого розвитку різних тематичних технологічних напрямків, мають широке потенційне коло конкурентоспроможних інноваційних програм в різних галузях економіки і роблять у сукупності найбільший внесок в реалізацію пріоритетних напрямів розвитку науки, технологій і техніки [114].

У табл. Д.39 Додатка Д наведено порівняння пріоритетних напрямів розвитку науки, технологій і техніки (НТТ) і критичних технологій (КТ) Російської Федерації у 2006 р., 2011 р. і 2014 р. [111–114].

Як видно з табл. Д.39 Додатка Д, усі три переліки пріоритетних напрямів розвитку науки, техніки і технологій – у 2006 р., 2011 р. і 2014 р. – не відрізняються один від одного. При цьому довгостроковий прогноз до 2030 року, затверджений в 2014 р., все ще містить пріоритетні напрями, сформовані в 2006 р. і 2011 р., а саме: (1) науки про життя (біотехнології; медицина й охорона здоров'я); (2) інформаційно-комунікаційні технології; (3) нові матеріали та нанотехнології; (4) раціональне природокористування; (5) транспортні і космічні системи; (6) енергоефективність і енергозбереження [113]. Але умови глобальних викликів швидко змінюються, що потребує критичного аналізу факторів, які впливають на визначення пріоритетів науково-технологічного розвитку, з метою уникнення «пасток розвитку» і безплідного витрачання ресурсів [115, с. 144]. Як наслідок, 27 грудня 2014 р. президент РФ надав доручення уряду РФ «... завершити спільно з президією Ради при Президентові РФ з науки і освіти та Російською академією наук роботу з формування пріоритетних напрямків розвитку науки, технологій і техніки в РФ з урахуванням необхідності зняття критичної залежності від зарубіжних розробок і технологій» [116]. На початок квітня 2016 р. ці документи так і не були підготовлені.

2.4. Прогнозні оцінки розвитку проривних виробничих технологій

На теперішній час багато міжнародних організацій, наприклад: World bank (WB), World Economic Forum (WEF), United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), International Council for Science (ICSU); міжнародних науково-освітніх центрів і об'єднань експертів – World Technology Evaluation Center (WTEC), World Future Society (WFS), Foresight Horizon Scanning Centre (FHSC), US National Association of Advanced Manufacturing (NACFAM), High Level Expert Group on Key Enabling Technologies (HLG-KET) of European Commission (HLEG EC), European Political Strategy Centre (EPSC); дослідницьких університетів – Massachusetts Institute of Technology (MIT), Institute for Defence Analyses (IDA), University of Cambridge, University of Oxford, National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), Institute for Critical Technology and Applied Science (Virginia Tech), Сколківський інститут науки і технологій; міжнародних корпорацій і компаній – Research and Development, Inc. (Rand), Cisco Systems, Inc. (Cisco), KPMG International (KPMG) та сотні інших, а також низка всесвітньо відомих футурологів намагаються зробити узагальнюючі прогнози найбільш перспективних для бізнесу технологій, які можуть змінити світ і сприяти вирішенню глобальних проблем.

При цьому прогнозні оцінки пріоритетів розвитку передових виробничих технологій з огляду на прогнозні дослідження згаданих вище авторитетних світових організацій і компаній, відрізняються за регіонами світу.

Так, у 2010 р. і 2015 р. футурологи компанії Cisco чітко вказали десять технотрендів, які до 2020 р. змінять світ і наведені в табл. Д.40 Додатка Д [117; 118]. Фахівці компанії підкреслюють, що у всіх галузях економіки відбудеться цифрова революція, насамперед це буде революція у медицині, нафтогазовій галузі і банківській справі. Крім того, завдяки оцифруванню відбудеться технологічний переворот у таких напрямках: (1) стануть цифровими регіони, міста і компанії внаслідок цифровізації, всеосяжного інтернету («Великі дані»), прискорення інновацій (швидка ІТ-інфраструктура), повсякмісного застосування технологій безпеки; (2) кожна компанія повинна стати технологічною, перш за все, за рахунок правильної архітектури на основі інтелектуального підключення людей, процесів, даних і пристроїв до взаємодії через мережу; (4) телемедицина і пристрої, що носяться на тілі; (5) оцифрування матерії за рахунок 3D-друку; (6) поява додатків, що розширюють функції людського

мозку; (7) все більш безлюдні виробництва; (8) потенційне перетворення даних на мудрість [108].

Крім того, багато вчених, спеціалістів і футурологів за результатами розвитку наукових досліджень і перспективних інноваційних розробок у першому десятиріччя XXI століття виокремлюють дещо головних наукових проблем і відкриттів, які були б просто неможливі без широкого використання найновіших розробок у сфері ІКТ і наведених в табл. Д.41 Додатка Д [119; 120].

У табл. Д.42 Додатка Д наведено відповідність глобальних проблем людства і десяти найбільших наукових проблем, відкриттів і технологій, що з'явилися у період 2000–2010 рр. і матимуть вплив на суспільство до 2030 р. [119; 121].

Массачусетський технологічний інститут (МІТ) в журналі «Огляд технологій» (MIT Technology Review) починаючи з 2002 р. щорічно наводить перелік із 10 перспективних (проривних) технологій, які матимуть найбільший вплив на суспільство у наступні п'ять років. У табл. Д.43 Додатка Д наведено переліки та характеристики 10 перспективних технологій, підготовлених у 2011–2016 рр. і розрахованих на наступні п'ять років [121–126]. Крім того, у 2011 р. МІТ опублікував спеціальне дослідження щодо перспектив конвергенції наук про життя, фізичних і інженерних наук [127], а у 2013 р. – Звіт про тренди, що розвиваються у світовому виробництві [128]. Так, у 2013 р. МІТ виокремлює чотири мегатренди до 2020 р.: (1) нанотехнології і нові матеріали; (2) влада замовника; (3) автоматизація робіт; (4) надпов'язаність: мобільні прилади, інтернет речей і великі дані. Основні тенденції розвитку передових виробничих технологій у період 2014–2020 рр. за прогнозами МІТ наведені у табл. Д.44 Додатка Д [128].

У 2013 р. міжнародна організація United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) разом з Кембріджським університетом (*University of Cambridge*) також провели дослідження з визначення найбільш перспективних передових (проривних) технологій до 2020 р. У табл. Д.45 Додатка Д наведено узагальнений прогноз розвитку у країнах ЄС загалом, а також у Німеччині, Великобританії, Данії, Швеції, Китаї, Південній Кореї, Австралії, США, Канаді і Бразилії *передових (проривних) наукових та інженерних розробок, що будуть визначати розвиток глобального виробництва до 2020–2030 рр.* [129, с. 39–50].

У цьому дослідженні вказані як найбільш перспективні такі технології, як: (1) фотоніка; (2) біотехнології; (3) нанотехнології; (4) мікротехнології; (5) ІКТ у виробничих системах; (6) передові матеріали; (7) адитивне виробництво; (8) енергетичні і технології навколишнього середовища [129, с. 37–38]. Ці технологічні області мають багатопрофільний і міждисциплінар-

ний характер, а їх розвиток призводить до проривів у фізиці, хімії, матеріалознавстві і біології, а також зближує ці дисципліни. Вони пов'язані з високою інтенсивністю знань, високими витратами на науково-технічні дослідження, пришвидшеними інноваційними циклами, високими капітальними витратами і висококваліфікованою працею. Крім того, ці технології мають системну значущість, міждисциплінарний і наскрізний характер у багатьох областях технології з тенденцією до конвергенції.

Національні пріоритети у виробничих технологіях, як правило, відображають місцеві історичні промислові структури та / або сильні сторони, а також інтереси домінуючих виробничих галузей промисловості в економіці, наприклад: (1) США роблять акцент на наступному поколінні матеріалів (і новітньому інжинірингу матеріалів) для виробництва; (2) Японія фокусується, поперше, на наслідках демографічних змін (визначенні пріоритетів досліджень в області новітніх технологій виробництва для старіючої робочої сили, а також виробництві нових продуктів для старіючого населення), по-друге, на візуалізації технологій та інтеграції інших ІТ-систем з виробничими технологіями для підвищення конкурентоспроможності виробничих систем; (3) Німеччина спрямовує зусилля на виробничі процеси, які захищають ІТ-продукти від піратства; (4) Бразилія робить акцент на біопаливі та нафтохімічних технологіях. Крім того, нові пріоритетні технології знаходяться в цей час на різних стадіях розвитку (тобто різних рівнях технології готовності) і комерціалізації. Так, за деякими оцінками, впровадження нових ІКТ-рішень і мікроелектромеханічних систем (MEMS) у виробничі операції відбудеться у короткостроковій перспективі. Передові матеріали з'являються у короткострокових і середньострокових програмах наукових досліджень, в той же час реалізація нових технологічних принципів виробництва, що спирається на нано- або біотехнології, буде відбуватися тільки у довгостроковій перспективі [129, с. 39].

У 2015 р. авторитетна Міжнародна асоціація КРМГ, що поєднує провідних фінансових консультантів і аудиторів у всьому світі, провела поглиблений аналіз ідей більш ніж 800 провідних фахівців у галузі інформаційних технологій (починаючи від серійних підприємців до 100 лідерів хай-тек-індустрії і венчурних капіталістів) і, як результат, у щорічній публікації «Зміна ландшафту передових технологій» представила результати прогнозу і визначила перелік перспективних для бізнесу ПВТ до 2020 року.

У табл. 2.3 наведено результати прогнозного аналізу щодо того, які ПВТ міжнародний бізнес вважає найбільш перспективними до 2020 року.

Таблиця 2.3

Конвергентні технології, які для міжнародного бізнесу будуть найбільш перспективними до 2020 року (за даними компанії KPMG, 2015 р.) (% від усіх конвергентних технологій)

Конвергентні технології	Світ у цілому	США	Китай	Японія	ASPAC (Азіатсько-Тихоокеанський регіон)	EMEA (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

Джерело: сформовано автором на основі [130–133]

З табл. 2.3 видно, що для США найвищий рейтинг мають біотехнології (15 %) як незамінні технології для споживачів протягом 2016–2020 рр. Так, сьогодні ринок охорони здоров'я у США переживає суттєві зміни, внаслідок яких споживачі отримують більш повний контроль над прийняттям рішень, пов'язаних зі здоров'ям. Виконано багато розробок у біотехнологічному просторі, включаючи швидке та недороге секвенування генів для споживачів,

яке продовжує вдосконалюватись. Інші нововведення у вигляді біосенсорів і фітнес-трекерів будуть прийняті споживачами як нові способи управління і підтримки свого здоров'я. В Європі найбільшу за ранжуванням позицію займає 3D-друк, який надає можливість знизити вартість виробництва і, як наслідок, розробити нові бізнес-моделі, в яких створення умов для виробництва швидких і доступних прототипів повинно бути в руках споживача. В Азії технологічні інновації дуже сильно орієнтовані на споживача. Швидкі темпи сприйняття смартфонів та інтелектуальних гаджетів технічно підкованими споживачами в Японії, Китаї та Південно-Східної Азії будуть продовжувати керувати інноваціями. В регіоні, де люди, як відомо, носять кілька мобільних пристроїв, хмарні технології та розумні мобільні гаджети стануть наступними незамінними технологіями для споживачів, а компанії, які вбудують в ці пристрої кібер-технології як стратегічний продукт або послугу, матимуть конкурентну перевагу. В Китаї високий (15 %) рейтинг штучного інтелекту може бути пов'язаний з провідною ініціативою Китаю зі створення лідерної пошукової технології «Baidu» за підтримки китайського уряду. Сьогодні Китай прагне зробити розвиток штучного інтелекту своїм національним пріоритетом, так само, як програма Аполлон була в минулому національним пріоритетом для США.

За результатами окремих прогнозних досліджень російських учених в рамках підготовки із ста прогнозних технологій також було відібрано десять проривних, що знаходяться на різних етапах розробки та матимуть першочергове значення у період до 2020 р. (табл. Д.46 Додатка Д) [120]. Зокрема, це такі технології і технічні рішення, як: (1) портативні електронні пристрої; (2) паливно-акумуляторні гібридні автомобілі; (3) комп'ютеризоване високоточне сільськогосподарське виробництво; (4) масова кастомізація продукції через Інтернет; (5) життя у телепросторі; (6) поява віртуальних секретарів; (7) генетичне конструювання; (8) комп'ютеризоване медичне обслуговування; (9) розширене застосування альтернативних джерел енергії; (10) інтелектуальні, мобільні роботи.

Крім того, у 2008–2012 рр. фахівці російських Центру макроекономічного аналізу і короткострокового прогнозування (ЦМАКП) також провели аналіз основних сценаріїв розвитку світової економіки до 2030 р. і виокремили інваріантне ядро, що створює технологічний мейнстрім у найближчі роки, який включає: (1) зростання енергоефективності у користувачів і підвищення екологічних характеристик використання енергії; (2) вдосконалення у сфері енергетики, зокрема розробку АЕС четвертого покоління; (3) розвиток матеріалознавства, включаючи нанотехнології; (4) активізацію біомедичних

досліджень; (5) розгортання гонки озброєнь, насамперед в аерокосмічній сфері, включаючи створення винищувачів п'ятого покоління (у США, Росії, Китаї), ударних безпілотних систем, комплексну інформатизацію і роботизацію поля бою [134, с. 20-27]. Зокрема, у цих дослідженнях підкреслено, що суттєвою особливістю прогнозованого періоду до 2030 р. буде поява і вибухове розповсюдження у світовому виробництві так званих wild cards-технологій, що приведуть до появи нових продуктів, спроможних кардинально змінити структуру відповідних ринків. Напрямами, за якими слід очікувати сьогодні технологічний ривок, є такі: (1) екологічно прийнятні гібридні двигуни внутрішнього згорання; (2) екологічне житло; (3) низка військових технологій (літаки п'ятого покоління, безпілотні літальні апарати, інформатизація полю бою, тощо); (4) нанотехнології [134, с. 18].

Фахівці ЦМАКП визначили шість предметних областей глобальних технологій, які сьогодні виступають пріоритетними для більшості розвинених країн, а саме: (1) медицина; (2) енергетика; (3) транспорт; (4) ІКТ; (5) нанотехнології; (6) передові виробничі системи [135, с. 13–15]. При цьому саме в енергетиці очікується максимальний макроекономічний ефект. Оцінка найбільш перспективних виробничих технологій для розвинених країн і Росії також була зроблена у 2013–2014 рр. фахівцями Сколковського інституту науки і технологій на основі аналізу ЦМАКП [136; 137, с. 43].

У табл. Д.47 Додатка Д наведено результати аналізу фахівців ЦМАКП щодо основних «закриваючих» технологій (wild cards), реалізація яких очікується у 2020–2030 рр. [134, с. 22–24; 135, с. 13–14].

У 2015 р. групою українських фахівців-експертів під керівництвом академіка М. Згуровського, у яку увійшли 25 осіб з досвідом роботи на найвищому рівні урядування або з досвідом створення системного бізнесу міжнародного та загальнонаціонального масштабу (колишні і діючі урядовці України, засновники та власники великих компаній, вчені, громадські та державні діячі) – так звана група А, а також Міжнародної ради з науки (ICSU); Комітету із системного аналізу при Президії НАН України; Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»; Інституту прикладного системного аналізу НАН України і МОН України; Світового центру даних з геоінформатики та сталого розвитку було підготовлено «Форсайт економіки України: середньостроковий (2015–2020 роки) і довгостроковий (2020–2030 роки)», в якому виконано узагальнення передбачень головних складових шостого технологічного укладу до 2020–2025 рр., що наведено у табл. Д.48 Додатка Д [129; 138, с. 24; 139–155].

Узагальнюючи експертні оцінки фахівців UNIDO, NACFAM, HLG-KET, RAND, MIT, IDA, NIST, ЦМАКП, Сколівського інституту науки і технологій та багатьох інших, проведемо порівняння пріоритетів передових виробничих технологій у США, ЄС, Китаї і Росії, що наведені у табл. 2.4.

Таблиця 2.4

Порівняння пріоритетів в області передових виробничих технологій у США, ЄС, Китаї і Росії у 2015–2030 рр.

Європейський Союз	США	Китай	Росія
<ul style="list-style-type: none"> ▪ сучасні матеріали; ▪ промислові біотехнології; ▪ мікро- та наноелектроніка; ▪ нанотехнології і фотоніка; ▪ адаптивні і розумні виробничі системи; ▪ цифрове, віртуальне та ресурсоефективне виробництво; ▪ мобільні та спроможні кооперуватися підприємства (мережеве виробництво та динамічні виробничі ланцюжки); ▪ «людиноцентричне» виробництво; ▪ виробництво, орієнтоване на споживача 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ сенсори, вимірювання і контроль процесів; ▪ сучасний дизайн матеріалів, технології синтезу і обробки; ▪ технології візуалізації, інформатика і цифрове виробництво; ▪ стале (раціональне) виробництво; ▪ промислові нанотехнології; ▪ виробництво гнучкої електроніки; ▪ виробничі біотехнології і біоінформатика; ▪ 3D друк; ▪ сучасне виробництво і обладнання для тестування (контролю якості); ▪ промислова робототехніка; ▪ сучасні технології формоутворення і з'єднання 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ IT-індустрія нового покоління; ▪ біоінженерія; ▪ високопродуктивні технології і обладнання; ▪ сучасні матеріали; ▪ «розумні технології» 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ композитні матеріали (2015 р.); ▪ підвищення гнучкості виробничих ліній (до 2030 р.); ▪ технології 3D-проекування (до 2020 р.); ▪ інтернет речей (до 2030 р.); ▪ промислове виробництво вуглецевих нанотрубок (до 2030 р.); ▪ роботи-андроїди (до 2030 р.)

Джерело: сформовано автором на основі [128, с. 43; 129–158]

З наведених вище результатів дослідження щодо визначення пріоритетів розвитку науки та техніки можна зробити висновок, що сьогодні практично всі розвинені держави світу (США, Євросоюз, Японія), нові індустріальні країни (Південна Корея, Китай, Індія), а також країни, що розвиваються, зокрема Росія, вбачають у конвергентних технологіях (наприклад, таких як NBIC-технології) один з ключових інструментів, за допомогою якого можна буде вирішити у недалекому майбутньому основні глобальні проблеми людства.

2.5. Пріоритети науково-технічної та інноваційної діяльності в Україні

В Україні також проводяться фундаментальні та прикладні дослідження у сфері конвергентних технологій (насамперед нано-, біо- та інформаційно-комунікаційних технологій) в таких напрямках, як: медицина, біологія, сільське господарство, екологія, енергетика, промисловість, освоєння космосу, кібернетика, електроніка та ін. В той же час проблема уточнення пріоритетів науково-технічної та інноваційної діяльності постійно перебуває у сфері уваги науковців і потребує корегування відповідно до глобальних проблем, які необхідно вирішувати будь-якій країні, в тому числі і з урахуванням національної специфіки прояву цих проблем, а також відповідно до наявного потенціалу і можливостей проведення вказаних досліджень [18; 159–165].

Крім того, порівняно низька результативність виконання українських програм у попередні роки з погляду комерціалізації результатів досліджень суттєво уповільнюють формування шостого технологічного укладу і не дозволяють швидко й ефективно підвищити конкурентоспроможність й інвестиційну привабливість держави у світі та реформувати на цій основі українську економіку в цілому.

Історію прийняття в Україні законодавчих актів, що визначали б пріоритетні напрями розвитку науки і техніки, можна викласти таким чином [18, с. 325–327; 161]:

- 1) у 1991 році був прийнятий Закон України «Про основи державної політики у сфері науки і науково-технічної діяльності» [166], який заклав основи державної політики в науково-технологічній сфері, визначив основні механізми її формування і реалізації;
- 2) у 2001 р. було прийнято Закон України «Про пріоритетні напрями науки і техніки» [167] з новими пріоритетами і в якому було прописано механізм реалізації цих пріоритетів – через систему державних науково-технічних програм із пріоритетних напрямів розвитку науки та техніки;
- 3) з 2004 р. до 2006 р. виконання «Державної програми прогнозування науково-технологічного та інноваційного розвитку на 2004–2006 рр.» дозволило сформувавши ієрархію науково-технічних та інноваційних пріоритетів на довго-, середньо- та короткострокову перспективу [168–170]. Але фінансування цієї програми було скорочено майже вдвічі, а її реалізацію у 2006 р. призупинено;
- 4) у 2007 р. була затверджена і виконувалась «Державна програма прогнозування науково-технологічного розвитку на 2008–2012 рр.», затвер-

джена постановою Кабінету Міністрів України від 11 вересня 2007 р. № 1118 [171], виконання якої на базі УкрІНТЕІ дозволило відпрацювати технологію виявлення та уточнення технологій за пріоритетними напрямками розвитку науки та техніки [172; 173]. Але у 2011 р. Постанова втратила чинність на підставі постанови КМУ від 22.06.2011 № 704 «Про скорочення кількості та укрупнення державних цільових програм» [174];

- 5) у червні 2010 р. Верховна Рада України прийняла нову редакцію Закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» [175];
- 6) у вересні 2011 р. було прийнято Постанову Кабінету Міністрів України «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2015 року» від 07.09.2011 № 942 [176];
- 7) у 2015 р. було прийнято Закон України, який спрямований на врегулювання відносин, пов'язаних з провадженням наукової і науково-технічної діяльності, та створення умов для підвищення ефективності наукових досліджень і використання їх результатів для забезпечення розвитку всіх сфер суспільного життя [177]. В той же час цей Закон безпосередньо не визначає пріоритети науково-технічної діяльності і потребує прийняття окремого закону України, який би законодавчо закріпив середньо- і довгострокові пріоритети у цій сфері.

У табл. Д.49 Додатка Д наведено порівняння пріоритетних напрямів розвитку науки та техніки, що були затверджені у відповідних редакціях цього Закону та у вказаній Постанові Кабінету Міністрів України [166–169]. Як видно з табл. Д.49 Додатка Д, затверджені пріоритети тільки в редакції 2011 р. мають достатній ступінь деталізації, важливість яких була визнана на рівні Кабінету Міністрів України. У вказаній таблиці курсивом виділені ті пріоритети, які безпосередньо пов'язані з конвергентними технологіями, що утворюють ядро майбутнього шостого технологічного укладу.

Крім того, Постановою Бюро Президії НАН України від 31.01.2008 № 23 [18; 161; 162; 178] було затверджено Перелік найважливіших напрямів наукових досліджень і розробок, відповідність яких глобальним проблемам людства наведено у табл. Д.50 Додатка Д. Курсивом виділені перспективні розробки, що проводяться на основі конвергентних технологій.

Розвиток інноваційної діяльності в Україні також супроводжувався низкою законодавчих і нормативних актів, виконання яких, як правило, не підкріплювалося належним фінансуванням, а часто і зовсім ігнорувалося виконавчи-

ми органами [179–188]. Так, *Законом України «Про інноваційну діяльність»* від 04.07.2002 р. 40-IV (зі змінами) вперше було визначено поняття інноваційного продукту та інноваційної продукції [179]:

- у ст. 14 вказано, що «інноваційний продукт є результатом виконання інноваційного проекту і науково-дослідною і (або) дослідно-конструкторською розробкою (НДДКР) нової технології (в тому числі – інформаційної) чи продукції з виготовленням експериментального зразка або дослідної партії і відповідає таким вимогам: (а) він є реалізацією (впровадженням) об'єкта інтелектуальної власності (винаходу, корисної моделі, промислового зразка, топографії інтегральної мікросхеми, селекційного досягнення тощо), на які виробник продукту має державні охоронні документи (патенти, свідоцтва) чи одержані від власників цих об'єктів інтелектуальної власності ліцензії, або реалізацією (впровадженням) відкриттів. При цьому використаний об'єкт інтелектуальної власності має бути визначальним для даного продукту; (б) розробка продукту підвищує вітчизняний науково-технічний і технологічний рівень; (в) в Україні цей продукт вироблено (буде вироблено) вперше, або якщо не вперше, то порівняно з іншим аналогічним продуктом, представленим на ринку, він є конкурентоспроможним і має суттєво вищі техніко-економічні показники»;
- у ст. 15 визначено, що «інноваційною продукцією може бути визнана продукція, яка відповідає таким вимогам: (а) вона є результатом виконання інноваційного проекту; (б) така продукція виробляється (буде вироблена) в Україні вперше, або якщо не вперше, то порівняно з іншою аналогічною продукцією, представленою на ринку, є конкурентоспроможною і має суттєво вищі техніко-економічні показники». При цьому «інноваційна продукція може бути результатом тиражування чи застосування інноваційного продукту», а також нею «... може бути визнано інноваційний продукт, якщо він не призначений для тиражування».

У квітні 2004 р. «... з метою забезпечення сприятливих умов для створення і розвитку наукоємних технологій і на цій основі широкомасштабної модернізації національної економіки» було прийнято *Закон України «Про Загальнодержавну комплексну програму розвитку високих наукоємних технологій»* від 09.04.2004 № 1676-IV, яким визначені основні поняття, пов'язані з високотехнологічним виробництвом, в тому числі: (1) «високі наукоємні технології (далі – наукоємні технології) – технології, що створюються на підставі результатів наукових досліджень і науково-технічних розробок, забезпечують виготовлення високотехнологічної продукції, сприяють запровадженню високо-

технологічного виробництва на підприємствах базових галузей промисловості; (2) високотехнологічна продукція – продукція, виготовлена вітчизняними підприємствами із застосуванням наукоємних технологій, конкурентоспроможна з кращими зразками аналогічної продукції іноземного виробництва; (3) високотехнологічне виробництво – виробництво, в якому застосовуються наукоємні технології» [180].

Вказана Загальнодержавна програма була спрямована на «... реалізацію проектів з розроблення наукоємних технологій та впровадження таких технологій на підприємствах базових галузей промисловості за пріоритетними напрямками інноваційної діяльності, визначеними Законом України «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні», при цьому до основних заходів програми відносились: (1) модернізація електростанцій; створення об'єктів альтернативної енергетики, альтернативних видів рідкого та газового палива; використання вторинних енергетичних ресурсів; розроблення новітніх ресурсозберігаючих технологій; (2) розвиток машинобудування та приладобудування як основи високотехнологічного оновлення всіх галузей виробництва; розвиток високоякісної металургії; (3) розвиток нанотехнологій і мікроелектроніки, створення і впровадження інформаційних технологій та телекомунікаційних систем; (4) удосконалення хімічних технологій, розроблення та застосування нових матеріалів, розвиток біотехнологій; (5) розроблення наукоємних технологій для розвитку сільського господарства і переробної промисловості; (6) створення сучасних транспортних систем; (7) застосування наукоємних технологій у сфері охорони навколишнього природного середовища та оздоровлення людини; (8) розвиток інноваційної культури суспільства. На жаль, внаслідок політичних змін, що відбулись наприкінці 2014 р., вказана програма так і не була реалізована.

В результаті виконання «Державної програми прогнозування науково-технологічного та інноваційного розвитку на 2004–2006 рр.» вперше в історії незалежної України були визначені перспективні напрями науково-технологічного та інноваційного розвитку України на довго-, середньо- та короткострокову перспективу [160; 168–170]. У табл. Д.51 Додатка Д наведено співставлення можливостей ефективного реалізації напрямів фундаментальних досліджень, які могли б мати велике значення в довгостроковій (15–20 років) перспективі для України, та глобальних проблем людства. У табл. Д.52 Додатка Д наведено співставлення інноваційного потенціалу розробок і напрямів інноваційної діяльності у середньостроковій (3–5 років) перспективі для України і глобальних проблем людства. У табл. Д.53 Додатка Д наведено співставлення оцінки інноваційного потенціалу розробок і напрямів інноваційної

діяльності, які одержали найвищий рейтинг при оцінці експертами важливості для України і глобальних проблем людства [160; 168–170]. Але реалізацію цієї програми у 2006 р. було призупинено.

Другим етапом прогнозування науково-технологічного розвитку України стала *Державна програма прогнозування науково-технологічного розвитку на 2008–2012 роки*, що була затверджена Постановою Кабінету Міністрів України від 11.09.2007 № 1118 [171]. Український інститут науково-технічної і економічної інформації (УкрІНТЕІ) став базовою організацією, яка забезпечувала організаційний супровід виконання цієї програми. При цьому прогнозно-аналітичні та маркетингові дослідження проводилися за допомогою цільових груп експертів за напрямками «Енергетика та енергоефективність» (у 2008 р.), «Біотехнології» та «Нові матеріали» (у 2009 р.), «Інформаційно-комунікаційні технології» (у 2011 р.) [172; 173]. В результаті виконання вказаних досліджень було сформовано: (1) перелік критичних технологій за пріоритетними тематичними напрямками; (2) базу паспортів новітніх технологій; (3) базу даних «Експерти України»; (4) перелік науково-дослідних університетів та вищих навчальних закладів, які проводять дослідження у зазначених сферах; (5) перелік промислових підприємств, на яких можливе впровадження критичних технологій; (6) Web-сторінка «Форсайт – стратегічні маркетингові дослідження науково-технологічного розвитку України» на сайті УкрІНТЕІ [189].

У табл. Д.54 Додатка Д наведено перелік критичних технологій України, визначений групами експертів у рамках виконання фахівцями УкрІНТЕІ Державної програми прогнозування науково-технологічного розвитку на 2008–2012 рр. Відібрані критичні технології відповідають стратегічним пріоритетним напрямкам інноваційного розвитку країни на 2003–2013 рр. (високоякісна металургія, нанотехнології, мікроелектроніка, нові матеріали, біотехнології) [181; 189].

Результати форсайтного дослідження, проведеного УкрІНТЕІ, покладено в основу Закону України від 08.09.2011 № 3715 «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні», що визначає стратегічні пріоритетні напрями інноваційної діяльності на 2011–2021 рр.; Постанови Кабінету Міністрів України від 07.09.2011 № 942 «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2015 року», Постанови Кабінету Міністрів України від 12.03.2012 № 294 «Деякі питання визначення середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності загальнодержавного рівня на 2012–2016 роки», Постанови Кабінету Міністрів України від 17.05.2012 № 397 «Деякі питання

визначення середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності галузевого рівня на 2012–2016 роки» [176; 181–183].

У табл. Д.55 Додатка Д наведено порівняння середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності загальнодержавного і галузевого рівнів 2012–2016 рр. [181–183].

Фахівці УкрІНТЕІ, НІСД, Інституту економіки і прогнозування, НДУ ІПР НАН України у 2012–2015 рр. проводили регулярні моніторингові дослідження щодо виконання середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності загальнодержавного і галузевого рівнів, які потім використовуються під час підготовки аналітичних доповідей до Щорічного Послання Президента України до Верховної Ради України «Про внутрішнє та зовнішнє становище України» [190–194]. В результаті проведених досліджень у 2015 р. провідні спеціалісти УкрІНТЕІ Т. Кваша і О. Паладченко зробили такі висновки: (1) «Із загальної кількості у 53 середньострокових пріоритетних напрямів загальнодержавного рівня у 2014 р. фінансувалися 40 напрямів або 75,5 %, що істотно більше, ніж у 2013 р. (28 або 52,8 %)»; (2) «По чотирьох стратегічних пріоритетах – 2-му, 3-му, 4-му і 6-му (табл. Д.55 Додатка Д) фінансувалися середньострокові пріоритетні напрями, що склало 28 напрямів із 40»; (3) «По 5-му стратегічному напрямку фінансування одержав лише один середньостроковий пріоритет і тільки у 2014 р., а у 2012–2013 рр. ці пріоритети не фінансувалися зовсім»; (4) «Значна кількість непрофінансованих середньострокових пріоритетних напрямів свідчить про втрату їх актуальності і необхідності перегляду переліку середньострокових пріоритетів загальнодержавного рівня. Особливо це відноситься до 5-го стратегічного напрямку «Впровадження нових технологій та обладнання для якісного медичного обслуговування, лікування, фармацевтики»; (5) «При цьому на перше місце (за фінансуванням) вийшов другий пріоритетний напрям «Освоєння нових технологій високотехнологічного розвитку транспортної системи, ракетно-космічної галузі, авіа- і суднобудування, озброєння та військової техніки», який на 93,2 % фінансувався з позабюджетних коштів. На другому місці – четвертий пріоритетний напрям «Технологічне оновлення та розвиток агропромислового комплексу», який на 95,1 % фінансувався за рахунок спеціального фонду, тобто самостійно заробленими бюджетними організаціями кошти»; (6) «Найбільша частка надходжень від передачі технологій також прийшла на четвертий напрям... Поза стратегічних пріоритетів передано 76 технологій» (а це ті технології, які відрізняються найбільшою новизною) [190, с. 86; 191].

Таким чином, проведений фахівцями УкрІНТЕІ аналіз підтверджує той факт, що офіційно затверджені та профінансовані сьогодні стратегічні інно-

ваційні пріоритети України практично не відповідають інноваційним пріоритетам і передовим виробничим технологіям, які знаходяться у фокусі науково-технічної та інноваційної політики розвинених країн-лідерів (крім другого пріоритетного напрямку). Враховуючи, що термін дії існуючих стратегічних інноваційних пріоритетів закінчується у 2016 р., вкрай доцільно привести інноваційні пріоритети на 2017–2021 рр. у відповідність до загальносвітових тенденцій і пріоритетів, а також з урахуванням гібридних загроз і євроінтеграційних перспектив для України.

У дослідженні «Форсайт економіки України» група фахівців під керівництвом М. Згуровського побудувала часову діаграму активації драйверів економіки України на середньостроковому та довгостроковому часових горизонтах і визначила, що можливість реалізації у 2020–2025 рр. мають: (1) високу – аграрний сектор і військово-промисловий комплекс; (2) середню – створення нових речовин і матеріалів та нанотехнології, інформаційно-телекомунікаційні технології, енергетика, високотехнологічне машинобудування; (3) низьку – розвиток наук про людину, біомедична інженерія, клітинна медицина і фармацевтика [138, с. 31]

Як наслідок, в умовах докорінних змін, як несе за собою асоціація України з Європейським Союзом, можна узагальнити основні напрями розвитку конвергентних в передових виробничих технологій у США, ЄС, Китаї і Україні у 2015–2030 рр. (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

Напрями розвитку передових виробничих технологій у США, ЄС, Китаї і Україні у 2015–2030 рр.

Конвергентні технології	Країни			
	Європейський Союз	США	Китай	Україна
1	2	3	4	5
I. Нанотехнології інові матеріали	<ul style="list-style-type: none"> ▪ сучасні матеріали; ▪ мікро- та наноелектроніка; ▪ нанотехнології і фотоніка 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ промислові нанотехнології; ▪ виробництво гнучкої електроніки 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ сучасні матеріали і композити електроніки 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ нові композиційні матеріали із заданими властивостями
II. Біотехнології	<ul style="list-style-type: none"> ▪ промислові біотехнології 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ виробничі біотехнології та біоінформатика 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ біоінженерія 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ промислові біотехнології (біомедицина, ноїф аграрні технології)

Закінчення табл. 2.5

1	2	3	4	5
III. Інформаційно-комунікаційні технології	<ul style="list-style-type: none"> ▪ цифрове, віртуальне і ресурсоефективне виробництво 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ технології візуалізації, інформатика і цифрове виробництво 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ІКТ-індустрія нового покоління 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ІКТ-індустрія (розробка програмного забезпечення)
IV. Когнітивні технології	<ul style="list-style-type: none"> ▪ адаптивні і розумні виробничі системи 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ розумні сенсори, вимірювання і контроль процесів 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ «розумні технології» 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ математичне моделювання для розумних виробничих систем
Комплексні передові виробничі технології	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 3D-друк; ▪ мобільне мережеве виробництво і динамічні виробничі ланцюжки; ▪ «людино центричне» – виробництво, орієнтоване на споживача; ▪ космічні розробки 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 3D-друк; ▪ сучасні технології формоутворення і з'єднання для сталого виробництва; ▪ сучасний дизайн матеріалів, технології синтезу і обробки; ▪ промислова робототехніка; ▪ космічні розробки 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 3D-друк; ▪ високопродуктивні технології і обладнання 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ космічні розробки (зокрема, розробка ступенів важких ракет)

Висновки до розділу 2

1. У результаті проведених досліджень встановлено, що до сучасних глобальних тенденцій розвитку світової економіки і суспільства слід віднести: (1) людська раса старішає, одночасно зростає середній клас і розширюється нерівність; (2) сталий розвиток світової економіки стає більш уразливим до викликів і слабких сторін глобалізації; (3) революція технологій перетворює суспільство, при цьому оцифровування є фактором і наслідком радикальних, незворотних змін; (4) дефіцит ресурсів стає більш проблемним із зростанням споживання енергії і перехідною структурою виробництва; (5) взаємозалежність країн, що на сьогодні є фактом глобального життя, не супроводжується зміцненням глобального управління, при цьому світовий порядок стає більш крихким і непередбачуваним. Як наслідок, одночасно відбуваються економічна і технологічна революція, соціальна і демократична революція, геополітична революція;

2. Аналіз пріоритетів розвитку науки і техніки країн – регіональних лідерів показав, що сьогодні практично усі розвинені держави світу (США, Євросоюз, Японія), нові індустріальні країни (Південна Корея, Китай, Індія), а також країни, що розвиваються, зокрема Росія, вбачають у конвергентних технологіях (наприклад, таких як NBIC-технології) один з ключових інструментів, за допомогою якого можна буде вирішити у недалекому майбутньому основні *глобальні проблеми людства*.
3. На основі глобальних прогнозів розвитку світової економіки до 2030 р. можна зробити висновок, що основними технологічними областями, які впливатимуть на глобальну економіку у цей період, будуть: управління ходом захворювання; регулювання приросту населення; генномодифіковані зернові культури; управління водними ресурсами; біоенергетика; сонячна енергетика; рішення з обробки даних; соціальні мережі; технології «розумного» міста; робототехніка; віддалені й автономні транспортні засоби; адитивне виробництво / 3D-друк.
4. Доведено, що у країнах-лідерах у своїх регіональних угрупованнях існує тісний зв'язок між пріоритетами науково-технічних досліджень, інноваційних розробок і передовими виробничими технологіями. При цьому починаючи з 2013–2014 рр. практично у всіх цих країнах прийняті державні програми підтримки такого взаємозв'язку, що підкріплено відповідним фінансуванням переважно саме таких конвергентних проектів і технологій;
5. Встановлено, що найбільш перспективними сьогодні з точки зору споживача є такі технології, як: (1) фотоніка; (2) біотехнології; (3) нанотехнології; (4) мікротехнології; (5) ІКТ у виробничих системах; (6) передові матеріали; (7) адитивне виробництво; (8) енергетичні і технології навколишнього середовища. Ці технологічні області мають багатопрофільний і міждисциплінарний характер, а їх розвиток приводить до проривів у фізиці, хімії, матеріалознавстві і біології, а також зближує ці дисципліни. Вони пов'язані з високою інтенсивністю знань, високими витратами на науково-технічні дослідження, пришвидшеними інноваційними циклами, високими капітальними витратами і висококваліфікованою працею. Крім того, ці технології мають системну значущість, міждисциплінарний і наскрізний характер у багатьох областях із тенденцією до конвергенції.
6. Показано, що практика визначення загальнодержавних пріоритетів розвитку науки і техніки в Україні тільки у 2011 р. набула більш конкретних форм, але їх все ще забагато для того, щоб сконцентрувати невеликі об-

сяги бюджетних коштів на дійсно найважливіших напрямках, які повинні вирішувати загальні та специфічні проблеми, що стоять перед Україною;

7. На основі аналізу результатів державних програм прогнозування науково-технологічного розвитку України встановлено, що відібрані *групами експертів* критичні технології відповідають стратегічним пріоритетним напрямкам інноваційного розвитку країни за цей період, а саме: (нанотехнології, біотехнології, мікроелектроніка, нові матеріали, високоякісна металургія). При цьому офіційно затверджені і профінансовані сьогодні стратегічні інноваційні пріоритети України практично не відповідають інноваційним пріоритетам і передовим виробничим технологіям, які знаходяться у фокусі науково-технічної та інноваційної політики розвинутих країн-лідерів (крім другого і четвертого пріоритету);
8. За результатами форсайту економіки України встановлено, що можливість реалізації у 2020–2025 рр. мають: (1) високу – аграрний сектор і військово-промисловий комплекс; (2) середню – створення нових речовин і матеріалів та нанотехнології, інформаційно-телекомунікаційні технології, енергетика, високотехнологічне машинобудування; (3) низьку – розвиток наук про людину, біомедична інженерія, клітинна медицина та фармація.

Література до розділу 2

1. Anton P., Sillberg R., Schneider J. The global technology revolution: bio / nano / materials trends and their synergies with information technology by 2015. Santa Monica: Rand, National Defense Research Institute, 2001. 87 p.

2. Global Trends 2010 // National Intelligence Council. November, 1997. URL: <http://www.dni.gov/index.php/about/organization/national-intelligence-council-global-trends/global-trends-2010>

3. Global Trends 2015: A dialog about the future with nongovernment experts // National Intelligence Council. December, 2000. 51 p. URL: <http://www.internet.cia/publications/globaltrends2015/index.html>

4. Global Trends 2020: Mapping the Global Future // National Intelligence Council. December, 2004. 123 p. URL: http://www.dni.gov/files/documents/Global%20Trends_Mapping%20the%20Global%20Future%202020%20Project.pdf

5. Global Trends 2025: A Transformed World // National Intelligence Council. November, 2008. 120p. URL: <http://www.aicpa.org/research/cpahorizons2025/globalforces/downloadabledocuments/globaltrends.pdf>

6. Global Trends 2030: Alternative Worlds // National Intelligence Council. December, 2012. 166 p. URL: <http://globaltrends2030.files.wordpress.com/2012/11/global-trends-2030-november2012.pdf>

7. Silberglitt R., Anton P., Howell D. The Global Technology Revolution, In-Depth Analyses. Bio / Nano / Materials / Information Trends, Drives, Barriers and Social Implications. Santa Monika: Rand Corp., 2006. 316 p.

8. NBIC-технологии: Инновационная цивилизация XXI века: монография/под ред. А. К. Казанцева, Д. А. Рубвальтера. М.: ИНФРА-М, 2012. 384 с.

9. Science and technology priorities for the FY 2014 budget // Memorandum for the heads of executive departments and agencies M-12-15. June 6, 2012. URL: <https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/m-12-15.pdf>

10. Science and technology priorities for the FY 2015 budget // Memorandum for the heads of executive departments and agencies M-13-16. July 26, 2013. URL: <https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/omb/memoranda/2013/m-13-16.pdf>

11. Science and technology priorities for the FY 2016 budget // Memorandum for the heads of executive departments and agencies M-14-11. July 18, 2014. URL: <https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/m-14-11.pdf>

12. Multi-Agency Science and Technology Priorities for the FY 2017 Budget // Memorandum for the heads of executive departments and agencies M-15-16. July 9, 2015. URL: <https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/m-15-16.pdf>

13. Fact Sheet: President's 2016 Budget Invests in America's Future: R&D, Innovation and STEM Education. February 2, 2015. URL: https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/ostp_fact_sheet_2016_budget.pdf

14. Fact Sheet: President's 2017 Budget Invests in America's Future: R&D, Innovation and STEM Education. February 9, 2016. URL: https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/ostp_fact_sheet_2017_budget_final.pdf

15. Federal science, technology, engineering and mathematics (STEM) education. 5-year Strategic plan. The Report // Committee on STEM Education National Science and Technology Council. May, 2013. 127 p. URL: https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/stem_stratplan_2013.pdf

16. John F., Sargent Jr., Esworthy R., Judith A. Federal Research and Development Funding: FY2016. The Report // Congressional Research Service. Upton. February 11, 2016. 80 p. URL: <https://www.fas.org/sgp/crs/misc/R43944.pdf>

17. Roco M. C., Bainbridge W. S. Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science; NSF. Dordrecht: Cluwer Academic Publisher (currently Shpringer), 2003. 482 p.

18. Кизим М. О., Матюшенко І. Ю. Перспективи розвитку і комерціалізації нанотехнологій в економіках країн світу та України: монографія. Харків: ВД «НЖЕК», 2011. 392 с.

19. Матюшенко І. Ю. Общие перспективы развития нанотехнологий // Соціально-економічний розвиток України та її регіонів: проблеми науки і практики 2011: монографія. Харків: ФОП Александрова К. М., ВД «НЖЕК», 2011. С. 79–128.

20. Матюшенко І. Ю., Моїсеєнко Ю. М. Порівняльна характеристика державних програм підтримки нанотехнологій у провідних країнах світу та Україні // Ліберманівські читання 2012: економічна спадщина та сучасні проблеми: монографія. Харків: ФОП Павленко О. Г., ВД «ІНЖЕК», 2012. С. 169–182.

21. Матюшенко І. Ю., Моїсеєнко Ю. Н. Развитие нанотехнологий в США // Проблемы и перспективы инновационного развития экономики: материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф. (г. Алушта, 12–16 сентября 2011 г.). Симферополь: ИТ АРИАЛ, 2011. С. 424–443.

22. Roco M. C. National nanotechnology initiative – Past, Present, Future/National Science Foundation and National Nanotechnology Initiative, 2007. March. 40 p. // PREPRINT Handbook on Nanoscience, Engineering and Technology, 2nd ed., Taylor and Francis, 2007, p. 3.1–3.26. URL: https://www.nsf.gov/crssprgm/nano/nni_past_present_future_update_tables.pdf

23. National Nanotechnology Initiative. Strategic Plan // National Science and Technology Council; Committee on Technology; Subcommittee on Nanoscale Science, Engineering and Technology. February 2014. URL: http://www.nano.gov/sites/default/files/pub_resource/2014_nni_strategic_plan.pdf

24. Supplement to the President's Budget for Fiscal Year 2017. The National Nanotechnology Initiative // National Science and Technology Council; Committee on Technology; Subcommittee on Nanoscale Science, Engineering, and Technology. March 2016. URL: https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/NSTC/nni_fy17_budget_supplement.pdf

25. Whitman L., Kalil T. A Call for Nanotechnology-Inspired Grand Challenges // Materials of White House Office of Science and Technology Policy. Jul. 16, 2015. URL: <https://www.whitehouse.gov/blog/2015/06/17/call-nanotechnology-inspired-grand-challenges>

26. Supplement to the President's FY2016 Budget for Fiscal Year 2016. The Networking and Information Technology Research and Development Program // EOP, NSTC, Committee on Technology, Subcommittee on Networking and Information Technology Research and Development. February, 2015. P. 6–7.

27. U.S. Global Change Research Program: website. URL: <http://www.globalchange.gov/about/mission-vision-strategic-plan>

28. Remarks by the President on the BRAIN Initiative and American Innovation. Speech transcript. April, 2013 // The White House. URL: <http://www.whitehouse.gov/photos-and-video/video/2013/04/02/president-obama-speaks-brain-initiativeand-american-innovation#transcript>

29. Fact Sheet: BRAIN Initiative. Press release. Apr. 2, 2013 // The White House. URL: <http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2013/04/02/fact-sheet-brain-initiative>

30. Obama Administration Proposes Doubling Support for The Brain Initiative. Press release. March, 2014 // EOP, OSTP. URL: <http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/FY%202015%20BRAIN.pdf>

31. Fact Sheet: Obama Administration Proposes Over \$300 Million in Funding for The BRAIN Initiative. February, 2015 // EOP, OSTP. URL: http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/brain_initiative_fy16_fact_sheet_ostp.pdf

32. Fact Sheet: President Obama's Precision Medicine Initiative. Press release. Jan. 30, 2015 // The White House. URL: <http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2015/01/30/fact-sheet-president-obama-s-precision-medicine-initiative>

33. Materials Genome Initiative Strategic Plan (SMGI) // NSTC, Committee on Technology. December, 2014. URL: http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/NSTC/mgi_strategic_plan_-_dec_2014.pdf

34. Holdren J. P. Keeping America Competitive Through Investments in R&D // OSTP, EOP/ Senate Committee on Commerce, Science and Transportation, Subcommittee on Science and Space. Mar. 6, 2012. URL: http://commerce.senate.gov/public/?a=Files.Serve&File_id=fed566eb-e2c8-49da-aec5-f84e4045890b

35. National Robotics Initiative (NRI): The realization of co-robots acting in direct support of individuals and groups. Program Solicitation NSF 15-505 // National Science Foundation. Jan. 2, 2015. URL: <http://www.nsf.gov/pubs/2015/nsf15505/nsf15505.htm>

36. NNMI AND NIST. Press release // National Institute of Standards and Technology; US Department of Commerce. URL: http://www.nist.gov/public_affairs/releases/upload/NNMI_budgetsheet.pdf

37. Progress Report on Coordinating Federal Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education // Office of Science and Technology Policy. March, 2016. URL: https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/stem_budget_supplement_fy_17_final.pdf

38. Memorandum for secretaries of the military departments chairman of the joint chiefs of staff under secretary of defense for acquisition, technology and logistics assistant secretary of defense for research and engineering directors of the defense agencies, № OSD 02073-11. Apr. 19, 2011. URL: http://www.acq.osd.mil/rd/news/docs/osd_02073_11.pdf

39. Research, Development, Test & Evaluation, Defense-Wide. Fiscal Year (FY) 2016 President's Budget Submission // Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA)/Department of Defense. Feb. 15, 2015. URL: [http://www.darpa.mil/attachments/\(2G1\)%20Global%20Nav%20-%20About%20Us%20-%20Budget%20-%20Budget%20Entries%20-%20FY2016%20\(Approved\).pdf](http://www.darpa.mil/attachments/(2G1)%20Global%20Nav%20-%20About%20Us%20-%20Budget%20-%20Budget%20Entries%20-%20FY2016%20(Approved).pdf)

40. Roco M., Bainbridge W., Tonn B., Whitesides G. Convergence of Knowledge, Technology and Society: Beyond Convergence of Nano-Bio-Info-Cognitive Technologies. Retrospective and outlook report. Summary of the 2011-2012 International CKTS Study // NSF/WTEC Science Policy Reports. 2013. 36 p.

41. Roco M., Bainbridge W., Tonn B., Whitesides G. Convergence of Knowledge, Technology and Society: Beyond Convergence of Nano-Bio-Info-Cognitive Technologies // World Technology Evaluation Center. Dordrecht, Heidelberg, New York, London: Springer. 2013. 450 p.

42. Roco M. C., Bainbridge W. S. The new world of discovery, invention and innovation: convergence of knowledge, technology, and society // Springer Science & Business Media. Dordrecht. 2013. URL: https://www.nsf.gov/crssprgm/nano/MCR_130831_ConvergenceKTS_Roco+Bainbridge_JNR2013_17p.pdf

43. BioPromise? Biotechnology, Sustainable Development and Canada's Future Economy. Executive Report // BSDE Expert Working Party; Canadian Biotechnology Advisory Committee (CBAC); Government of Canada. 2006. 41 p.

44. Voyer R., Makhija N. ICT/Life science Converging Technologies Cluster Study: A Comparative Study of the Information and Communications, Life Science, and Converging Next Generation Technology Clusters in Vancouver, Toronto, Montreal and Ottawa. Ottawa. 2004. URL: <http://strategis.ic.gc.ca/epic/internet/inict-tic.nsf/en/it07730e.html>

45. CORDIS: «Foresighting the new technology wave – Expert Group». URL: http://cordis.europa.eu/foresight/ntw_expert_group.htm

46. CORDIS: «Converging Technologies for a Diverse Europe». URL: http://cordis.europa.eu/foresight/ntw_conf2004.htm

47. Campano R., Noyons E., Hoffknecht A. and ets. Converging Application enabling the Information Society – Trends and Prospects of the Convergence of ICT with Cognitive Science, Biotechnology, Nanotechnology and Material Sciences // Future Technologies Division of VDI Technologiezentrum GmbH. Düsseldorf. 2006. 252 p. URL: http://www.vditz.de/fileadmin/media/publications/pdf/band_69_screen.pdf

48. Workshop «Converging Technologies in the 21st Century: Heaven, Hell or Down to Earth?» Annual Report 2006 // European Parliament, Scientific Technology Options Assessment (STOA); European Parliament. Brussels. 2007. 20 p. URL: http://www.europarl.europa.eu/stoa/webdav/site/cms/shared/4_publications/annual_reports/2006_en.pdf

49. Technology Assessment on Converging Technologies. Report for Framework Contract IP/A/STOA/FWC/2005-28 // European Technology Assessment Group end etc. – Policy Department A - Economy and Science Internal Policies Directorate-General, European Parliament. Brussels. October, 2006. 102 p. URL: https://www.itas.kit.edu/downloads/etag_beua06a.pdf

50. Ethics, science and technology // European Political Strategy Centre (EPSC). URL: http://ec.europa.eu/epsc/ege_en.htm

51. European Group on Ethics in Science and New Technologies (EGE). URL: http://erawatch.jrc.ec.europa.eu/erawatch/opencms/information/country_pages/eu/euorganisation/europeanorg_mig_0043

52. Capurro R. Ethical Aspects of ICT Implants in the Human Body // IEEE Symposium on Technology and Society. June, 2010. URL: www.capurro.de/wollongong.ppt

53. The Content Sector as a case study. Report «New Business Sectors in Information and Communication Technologies» // ISTAG. September, 2007. 27 p. URL: ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/ist/docs/wg-content-v-final_en.pdf

54. Nordmann A. Converging Technologies – Shaping the Future of European Societies. Report // Directorate-General for Research of the European Commission; Foresighting the New Technology Wave. 2004. 68 p.

55. Bibel W. (eds), Andler D., Kiippers G., Pearson I. Converging Technologies and the Natural, Social and Cultural World. Report // Special Interest Group; European Commission via an Expert Group on Foresighting the New Technology Wave. July, 2004. 74 p.

56. App. D, Beckert B., Blumel C., Friedewald M., Thielmann A. Current Trends in RTD Policy on Converging Technologies // Converging Technologies and their impact on social sciences and humanities (CONTECS). Deliverable D3.3. Part II. April, 2008. 421 p.

57. Emerging Science and Technology priorities in public research policies in the EU, the USA and Japan // Foresight, Unit K2 – Scientific and technological foresight/European Commission, Directorate General for Research; Directorate K-social sciences and humanities. March, 2006. P. 14–15.

58. Повідомлення Європейської Комісії. «Європа 2020». Стратегія для розумного, стало-го та всеохоплюючого зростання // Міністерство юстиції України: офіц. сайт. URL: <http://www.minjust.gov.ua/file/31493>

59. Сьома Рамкова Програма Європейського Союзу з науково-технологічного розвитку на 2007–2013 рр. (7РП). URL: <http://cordis.europa.eu/fp7/>

60. Project COTECH. URL: <http://www.fp7-cotech.eu>

61. A global approach to micro manufacture from materials to applications // COTECH results. October, 2012. URL: http://www.fotec.at/media/75972/Cotech_final_brochure_02.pdf

62. Research Prioritisation: A Framework for Monitoring Public Investment in Science, Technology and Innovation // Forfás. July 22, 2013. URL: http://www.seai.ie/Renewables/Energy_Research_Portal/National-Energy-Research/NRPE-Overview.pdf

63. DG Research & Innovation Annual Report on Programme Evaluation Activities 2013 // European Commission. September, 2014. 79 p. URL: http://ec.europa.eu/research/evaluations/pdf/archive/other_reports_studies_and_documents/rtd_annual_report_evaluation_activities_2013.pdf#view=fit&pagemode=none

64. Рамкова програма ЄС з досліджень та інновацій «Горизонт 2020». URL: <http://www.ceasc-bw.com/products/gorizont-2020/>

65. Пріоритети програми Горизонт 2020. URL: http://www.fp7-ncp.kiev.ua/assets/Horizont_2020/HORIZON2020priorities.pdf

66. Table of Contents and 1. General Introduction. Revised/Horizon 2020. Work Programme 2014 – 2015 // European Commission Decision C (2014)4995. July 22, 2014. 29 p. URL: http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2014_2015/main/h2020-wp1415-intro_en.pdf

67. Table of Contents and 1. General Introduction/Horizon 2020. Work Programme 2016 – 2017 // European Commission Decision C (2015)6776. Oct. 13, 2015. 17 p URL: http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2016_2017/main/h2020-wp1617-intro_en.pdf

68. 5. Leadership in enabling and industrial technologies. i. Information and Communication Technologies. Revised/Horizon 2020. Work Programme 2014 – 2015 // European Commission Decision C (2015)2453. Apr. 17, 2015. URL: https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2014_2015/main/h2020-wp1415-leit-ict_en.pdf

69. 5.i. Information and Communication Technologies / Horizon 2020. Work Programme 2016 – 2017 // European Commission Decision C (2015)6776. Oct. 13, 2015. URL: http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2016_2017/main/h2020-wp1617-leit-ict_en.pdf

70. 5. Leadership in enabling and industrial technologies. ii. Nanotechnologies, Advanced Materials, Biotechnology and Advanced Manufacturing and Processing. Revised/Horizon 2020. Work Programme 2014 – 2015 // European Commission Decision C (2015)2453. Apr. 17, 2015. URL: https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2014_2015/main/h2020-wp1415-leit-nmp_en.pdf

71. 5.ii. Nanotechnologies, Advanced Materials, Biotechnology and Advanced Manufacturing and Processing/Horizon 2020. Work Programme 2016 – 2017 // European Commission Decision C (2015)6776. Oct. 13, 2015. URL: http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2016_2017/main/h2020-wp1617-leit-nmp_en.pdf

72. 5. Leadership in enabling and industrial technologies. iii. Space. Revised/Horizon 2020. Work Programme 2014 – 2015 // European Commission Decision C (2015)2453. Apr. 17, 2015. URL: https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2014_2015/main/h2020-wp1415-leit-space_en.pdf

73. 5.iii. Leadership in Enabling and Industrial Technologies – Space/Horizon 2020. Work Programme 2016 – 2017 // European Commission Decision C (2016)1349. March 9, 2016. URL: http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2016_2017/main/h2020-wp1617-leit-space_en.pdf

74. 2. Future and Emerging Technologies. Revised/Horizon 2020. Work Programme 2014 – 2015 // European Commission C (2014)4995. July 22, 2014. URL: http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2014_2015/main/h2020-wp1415-fet_en.pdf

75. 2. Future and Emerging Technologies/Horizon 2020. Work Programme 2016 – 2017 // European Commission Decision C (2015)6776. Oct. 13, 2015. URL: http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2016_2017/main/h2020-wp1617-fet_en.pdf

76. Global Trends to 2030: Can the EU meet the challenges ahead? // European Strategy and Policy System. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2015. URL: <http://europa.eu/espas/pdf/espas-report-2015.pdf>

77. Challenges and Opportunities for Innovation through Technology: The Convergence of Technologies // Directorate for science, technology and innovation of the Committee for scientific and technological policy of the Organization for Economic Co-operation and Development. Sept. 2014. 39 p. URL: [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=dsti/stp\(2013\)15/final&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=dsti/stp(2013)15/final&doclanguage=en)

78. EU Project «Human Brain». URL: www.humanbrainproject.eu

79. The 8th Science and Technology Foresight Survey – Delphi Analysis // Science and Technology Foresight Center; National Institute of Science and Technology Policy; Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology in Japan. May, 2005. URL: <http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/eng/rep097e/idx097e.html>

80. Suguru T. Priorities for the Japanese Economy in 2015. A Year for Establishing a Science and Technology Basic Plan // Research Institute of Economy, Trade and Industry (RIETI). January, 2015. URL: http://www.rieti.go.jp/en/columns/s15_0002.html

81. Japan's Third Science and Technology Basic Plan // Japan Society for the Promotion of Science (JSPS) Quarterly. 2006. № 17. URL: <https://www.jsps.go.jp/english/e-quart/17/jsps17.pdf>

82. Stenberg L., Nagano H. Priority-Setting in Japanese Research and Innovation Policy // VINNOVA and University of Tokyo; National Graduate Institute for Policy Studies (GRIPS) and Japan Science and Technology Agency (JST). – VINNOVA – Verket för Innovationssystem; Swedish Governmental Agency for Innovation System. December, 2009. 118 p. URL: http://www.grips.ac.jp/jp/faculty/profiles/nagano2_Priority_setting_in_Japanese_Research_and_Innovation_Policy_VINNOVA.pdf

83. The 9th Science and Technology Foresight – Contribution of Science and Technology to Future Society (Summary) // Science and Technology Foresight Center; National Institute of Science and Technology Policy; Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology in Japan. May 2010. 37 p. URL: <http://www.nistep.go.jp/achiev/sum/eng/rep141e/pdf/rep141se.pdf>

84. Contribution of Science and Technology to Future Society. Summary on the 9th Science and Technology Foresight // Science and Technology Foresight Center; National Institute of Science and Technology Policy; Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology in Japan. December 2010. 137 p. URL: <http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/eng/rep145e/pdf/rep145e.pdf>

85. Japan's Science and Technology Basic Policy Report // Council for Science and Technology Policy, Japan. December, 2010. 42 p. URL: <http://www8.cao.go.jp/cstp/english/basic/4th-BasicPolicy.pdf>

86. The 4th Science and Technology Basic Plan of Japan (Tentative translation). 3 p. URL: http://www.mext.go.jp/component/english/_icsFiles/afiedfile/2012/02/22/1316511_01.pdf

87. Mengoni A. Toward the 5th Science and Technology Basic Plan. Sept. 17, 2015. URL: <https://sites.google.com/site/stembit/news/japan-news/towardthe5thscienceandtechnologybasicplan>.

88. Towards a Comprehensive Strategy of Science and Technology for the Midium-to-Long Term // Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology in Japan (MEXT), Science and Technology Policy Bureau, 2010. URL: http://www.mext.go.jp/english/science_technology/1316764.htm.

89. Japan's STI Policies looking beyond Mid-long Term – Toward the 5th Science and Technology Basic Plan. Overview of the Interim report // Council for Science and Technology; MEXT. January, 2015. 2 p. URL: http://www.mext.go.jp/english/topics/_icsFiles/afiedfile/2015/07/03/1359554_1.pdf

90. Japan's STI Policies looking beyond Mid-long Term – Toward the 5th Science and Technology Basic Plan. Interim report // Council for Science and Technology; MEXT. January, 2015. 12 p. URL: http://www.mext.go.jp/english/topics/_icsFiles/afiedfile/2015/07/03/1359554_2.pdf

91. Comprehensive Strategy on Science, Technology and Innovation 2014 – Bridge of Innovation toward Creating the Future // Cabinet Decision. June 24, 2014. URL: http://www8.cao.go.jp/cstp/english/doc/2014stistrategy_provisional.pdf

92. Kang Byung-Joo, Oh Deog-Seong. The Emerging Trend of Technological Convergence and Tasks for Science Parks. *WTR*. 2012. № 1. P. 16–26.

93. Ministry of Science, ICT and Future Planning // MSIP, Korea. URL: <http://english.msip.go.kr/english/msipContents/contents.do?mId=Mjgw>

94. Korea Institute of Science and Technology (KIST). URL: http://eng.kist.re.kr/kist_eng/?sub_num=627

95. The Advanced Institutes of Convergence Technology, Korea (AICT). URL: <http://aictsnu.ac.kr/eng/>

96. Sharing Innovation's Benefits // Daejeong Global Innovation forum 2015. URL: https://daejeongif.org/ds5_4_1.html

97. China's Growth through Technological Convergence and Innovation/China 2030. Building a Modern, Harmonious, and Creative Society // The World Bank; Development Research Center of the State Council, the People's Republic of China. 2012 URL: <http://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/SR2--161-228.pdf>

98. National Funding Programmes in mainland China. URL: <http://www.access4.eu/China/274.php>

99. China science and technology // Newsletter. 2014. № 1. URL: <http://houston.china-consulate.org/eng/st/t1124740.htm>

100. MoST 1 – National Basic Research Programme (973 Programme) // ChinaAccess4EU, 2012. P. 1–7. URL: http://www.access4.eu/_media/MoST1_NationalBasicResearchProgramme_973Programme_new.pdf

101. China maps out blueprints for development of frontier technologies // China Government Portal. URL: http://www.gov.cn/english/2006-02/09/content_183785.htm

102. The National Medium- and Long-Term Program for Science and Technology Development (2006-2020) // The State Council, The People's Republic of China. URL: http://sydney.edu.au/global-health/international-networks/National_Outline_for_Medium_and_Long_Term_ST_Development1.doc

103. Six converging technology trends. Driving a tectonic shift in the Business-Consumer ecosystem // KPMG; NASSCOM. 2013. 76 p. URL: <https://www.kpmg.com/IN/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/Six-Converging-tech-trends.pdf>

104. Centre for Converging Technologies at the University of Rajasthan. URL: <http://www.uniraj.ac.in/cct/index.php?pid=4>

105. Долгосрочный прогноз научно-технологического развития Российской Федерации (до 2025 года) // Protown.ru: федеральный портал. URL: <http://protown.ru/information/doc/4295.html>

106. 2 цикл (2009-2010 гг.) долгосрочного прогноза научно-технологического развития России на период до 2030 года. URL: <https://prognoz2030.hse.ru/2cycle>

107. Долгосрочный прогноз важнейших направлений научно-технологического развития на период до 2030 года. Аналитическое резюме. М.: НИУ ВШЭ, 2013. 36 с.

108. Соколов А. В., Чулок А. А. Долгосрочный прогноз научно-технологического развития России на период до 2030 года: ключевые особенности и первые результаты. *Форсайт*. 2012. Т. 6, № 1. С. 12–25.

109. Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года (утв. Правительством РФ 03.01.2014) // Официальный сайт Правительства Российской Федерации. URL: <http://government.ru/media/files/41d4b737638b91da2184.pdf>

110. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие науки и технологий» на 2013–2020 годы: Постановление Правительства Российской Федерации от 15.04.2014 № 301 // Официальный сайт Правительства Российской Федерации. URL: <http://government.ru/media/files/GWq1UwQA4Yk.pdf>

111. Приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации: Указ Президента РФ от 21.05.2006 № Пр-843; Перечень критических технологий Российской Федерации: Указ Президента РФ от 21.05.2006 № Пр-842 // База данных «Федеральное законодательство»/Свод законов Российской Федерации. URL: http://www.econom22.ru/legal_texts/federal/detail.php?ELEMENT_ID=930; <http://www.scrf.gov.ru/documents/22.html>

112. Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 7 июля 2011 года № 899 // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?manyfragments.html&oid=102149065&version_num=0

113. Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации (по состоянию на 08.10.2014): проект Указа Президента РФ // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=PNPA;n=6665;frame=11>.

114. Пояснительная записка к проекту Указа Президента РФ «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации» (по состоянию на 08.10.2014) // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=PNPA;n=6665;frame=11>

115. Яник А. А., Попова С. М. О некоторых практических вопросах управления процессами корректировки приоритетных направлений развития науки, техники и технологий в Российской Федерации. *Государственное управление. Электронный вестник*. 2015. № 48. С. 136–161. URL: http://e-journal.spa.msu.ru/uploads/vestnik/2015/vipusk__48_fevral_2015_g._/problemi_upravlenija_teorija_i_praktika/yanik_popova.pdf

116. Перечень поручений Президента России по итогам заседания Совета по вопросам науки и образования от 08.12.2014 № Пр-3011, п. 2 г. // Администрация Президента России. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/47367>

117. Еванс Д. Десять технотрендов, которые в ближайшее десятилетие изменят мир. *Эксперт*. 26.12.2011. № 49–50. С. 56.

118. Charney H. Extreme and exponential – the attributes of the digital age. *Cisco*. Nov. 17, 2015. URL: http://www.cisco.com/assets/global/RU/events/cisco-connect/presentation/kon2/17/09_55_10_40.pdf

119. Десять научных проблем и открытий десятилетия. *Эксперт*. 28.12.2009. № 50. С.62.
120. Нанотехнологии толкают мир к технологической революции. URL: <http://www.podrobnosti.ua>
121. 10 Breakthrough Technologies 2011 // MIT Technology Review. 2011. URL: http://www2.technologyreview.com/tr10/?year=2011&_ga=1.254577483.236098149.1461756127
122. 10 Breakthrough Technologies 2012 // MIT Technology Review. 2012. URL: http://www2.technologyreview.com/tr10/?year=2012&_ga=1.147311604.236098149.1461756127
123. 10 Breakthrough Technologies 2013 // MIT Technology Review. 2013. URL: <https://www.technologyreview.com/lists/technologies/2013/>
124. 10 Breakthrough Technologies 2014 // MIT Technology Review. 2014. URL: <https://www.technologyreview.com/lists/technologies/2014/>
125. 10 Breakthrough Technologies 2015 // MIT Technology Review. 2015. URL: <https://www.technologyreview.com/lists/technologies/2015/>
126. 10 Breakthrough Technologies 2016 // MIT Technology Review. 2016. URL: <https://www.technologyreview.com/lists/technologies/2016/>
127. The Third Revolution: The Convergence of the Life Sciences, Physical Sciences and Engineering // MIT. January, 2011. 40 p. URL: <http://dc.mit.edu/sites/dc.mit.edu/files/MIT%20White%20Paper%20on%20Convergence.pdf>
128. 2013 Emerging Trends Report // MIT Technology Review, Special Issue. 2013. 91 p. URL: http://oneglobalonline.com/k/docs/MIT_Technology_Review_2013.pdf
129. Emerging trends in global manufacturing industries // UNIDO; University of Cambridge. 2013. 81 p. URL: https://www.unido.org/fileadmin/user_media/Services/PSD/Emerging_Trends_UNIDO_2013.PDF
130. Innovation Convergence Unlocks New Paradigms. The Changing Landscape of Disruptive Technologies // KPMG. 2015. URL: <https://techinnovation.kpmg.chaordix.com/static/docs/TechInnovation2015-Part2.pdf>
131. Матюшенко І. Ю. Технологічна конкурентоспроможність України в умовах нової промислової революції і розвитку конвергентних технологій. *Проблеми економіки*. 2016. №1. С. 108–120.
132. Матюшенко І. Ю., Костенко Д. М. Передові виробничі технології – ключ до якісної трансформації і зростання високотехнологічного експорту України до 2030 року. *Бізнес Інформ*. 2016. № 3. С. 32–43.
133. Матюшенко І. Ю. Передові (конвергентні) технології як фактор розвитку нової промислової революції // Міжнародний бізнес як фактор розвитку: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Харків, 21 квітня 2016 р.). Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2016. С. 118–123.
134. Апокин А. Ю., Белоусов Д. Р. Сценарии развития мировой и российской экономики как основа для научно-технологического прогнозирования. *Форсайт*. 2009. Т. 11, № 3. С. 12–29.
135. Белоусов Д. Р., Сухарева И. Р., Фролов А. С. Метод «картирования технологий» в полевых прогнозах. *Форсайт*. 2012. Т. 6, № 2. С. 6–16.

136. Дежина И., Пономарев А. Перспективные производственные технологии: новые акценты в развитии промышленности. *Форсайт*. 2014. Т.8, № 2. С. 16–29.

137. Дежина И. Г. Передовые производственные технологии: место России. *Экономическое развитие России*. 2014. № 2. С. 42–45.

138. Згуровський М. З. Форсайт економіки України: середньостроковий (2015–2020 роки) і довгостроковий (2020–2030 роки) часові горизонти. Київ: НТУУ «КПІ», 2015. 136 с.

139. ISCU Strategic Plan II, 2012–2017 (including a summary of progress made in implementing the Strategic Plan I, 2006–2011) // International Council for Science. Paris: ISCU, 2011. 56 p. URL: <http://www.icsu.org/publications/reports-and-reviews/icsu-strategic-plan-2012-2017/icsu-strategic-plan>

140. Ben M. Technology foresight in a rapidly globalizing economy. Brighton, 2001. 18 p. URL: <https://www.sussex.ac.uk/webteam/gateway/file.php?name=Fac-BRM-UNIDO-TF&site=25>.

141. Silbergitt R., Anton P., Howell D. The Global Technology Revolution, In-Depth Analyses. Bio/Nano/ Materials/Information Trends, Drives, Barriers, and Social Implications (Prepared for the National Intelligence Council) // Rand Corp. 2006. 316 p. URL: http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/technical_reports/2006/RAND_TR303.pdf

142. 20 forecasts for 2010-2025 // World Future Society URL: <http://innovation-finance.altran.fr/news/the-world-future-society-forecasts-for-2010-2025>

143. Scenarios for future scientific and technological development countries 2005-2015 // European Commission Community Research, Report. March, 2006. URL: ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/foresight/docs/ntw_scenarios2_report_en.pdf

144. Mu Rongping et al. Technology foresight towards 2020 in China: the practice and its impacts // Technology Analysis & Strategic Management. 2008. Vol. 20. P. 287–307.

145. White Papers on Advanced Manufacturing Questions. Draft Working Papers Version 040510 // Science and Technology Policy Institute (STPI). Washington. April 5, 2010. P. II–III. URL: <http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/advanced-manuf-papers.pdf>

146. Emerging Global Trends in Advanced Manufacturing // Institute for Defense Analyses. 2012. 248 p. URL: https://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/Emerging_Global_Trends_in_Advanced_Manufacturing.pdf

147. Key Enabling Technologies. Final report/High Level Expert Group on Key Enabling Technologies (HLG-KET) // European Commission (EC). June, 2011. URL: <http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/.../native>

148. KETs: time to act. Final report/High Level Expert Group on Key Enabling Technologies (HLG-KET) // European Commission (EC). June, 2015. URL: <http://ec.europa.eu/transparency/regexpert/index.cfm?do=groupDetail.groupDetailDoc&id=22113&no=2>

149. Draft Annual Work Programme 2013 for the ARTEMIS Programs // Advanced «Research and Technology for Embedded Intelligence and Systems (ARTEMIS)» of European Technology Platform for Embedded Computing Systems. London. Jan. 16, 2013. URL: <http://www.artemis-ia.eu/call2013>

150. Molnar M. Request for Information: Response Summary for the National Network for Manufacturing Innovation // National Institute of Standards and Technology (NIST). August, 2013. URL: http://www.manufacturing.gov/docs/rfi_summary.pdf

151. The global manufacturing sector: current issues // Chartered Institute of Management Accountants. 2010. 10 p. URL: http://www.cimaglobal.com/Documents/Thought_leadership_docs/Global_manufacturing_report.pdf

152. Manufacturing the Future: The next era of global growth and innovation // The McKinsey Global Institute. 2012. 172 p. URL: <http://www.nist.gov/mep/data/upload/Manufacturing-the-Future.pdf>

153. The Future of Manufacturing: Driving Capabilities, Enabling Investments // Global Agenda Council on the Future of Manufacturing; UNIDO. 2014. 38 p. URL: http://www3.weforum.org/docs/Media/GAC14/Future_of_Manufacturing_Driving_Capabilities.pdf

154. Global Manufacturing Outlook. Preparing for battle: Manufacturers get ready for transformation // KPMG. 2015. 34 p. URL: <https://www.kpmg.com/CN/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/Global-Manufacturing-Outlook-O-201506.pdf>

155. Report to the President: Accelerated U.S. advanced manufacturing // Executive Office of the President President's Council of Advisors on Science and Technology. 2014. 94 p. URL: https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/PCAST/amp20_report_final.pdf

156. The next production revolution // OECD. 2015. 24 p. URL: <https://www.evm.dk/.../15-05-18-the-next-production-revolution>

157. Bradley J., Loucks J., Macaulay J., Noronha A., Wade M. Digital Vortex: How Digital Disruption is Redefining Industries // Global Center for Digital Business Transformation (An IMD and Cisco Initiative). June, 2015. 24 p. URL: http://global-center-digital-business-transformation.imd.org/globalassets/digital_vortex_full-reportv2.pdf

158. Кваша Т., Лях Л. Определение приоритетов инновационной деятельности и мониторинг результативности этих приоритетов: мировой опыт. *Формування ринкових відносин*. 2014. № 12. С. 59–64.

159. Кизим Н. А., Матюшенко И. Ю. Перспективные направления финансирования научно-технической и инновационной деятельности // *Налогообложение: проблемы науки и практики 2007: монография*. Харьков: ИД «ИНЖЭК», 2007. С. 116–143.

160. Кизим М. О., Матюшенко І. Ю., Шостак І. В. Перспективи розвитку інформаційно-комунікаційних технологій і штучного інтелекту в економіках країн світу та України: монографія. Харків: ВД «ІНЖЕК», 2012. 492 с.

161. Матюшенко І. Ю. Співвідношення глобальних проблем людства, пріоритетів науково-технічної діяльності та національних проєктів в Україні. *Бізнес Інформ*. 2011. № 4. С. 7–11.

162. Матюшенко І. Ю. Проблема визначення пріоритетних напрямів розвитку нанотехнологій в рамках пріоритетів розвитку науки і техніки в Україні. *Проблеми економіки*. 2011. № 2. С. 14–25.

163. Матюшенко І. Ю. Вибір пріоритетів державних цільових програм розвитку промисловості в країнах світу і в Україні // *Актуальні проблеми міжнародних економічних відносин*:

матеріали VIII наук.-практ. конф. (м. Харків, 5 квітня 2013 р.). Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2013. С. 168–176.

164. Матюшенко І. Ю. Врахування технологічних пріоритетів при розробці стратегій інвестування на прикладі країн MIST і України // Организационно-экономические проблемы регионального развития в современных условиях: материалы Всеукр. науч.-практ. конф. (19–20 апреля 2013 г.). Симферополь: ТНУ им. В. И. Вернадского, 2013. С. 173–176.

165. Матюшенко І. Ю. Відповідність пріоритетів державної програми активізації економіки Україна на 2013–2014 рр. світовим тенденціям технологічного розвитку // Соціально-економічний розвиток України та її регіонів: проблеми науки та практики: тези доп. Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 23–24 травня 2013 р.). Харків: ФОП Александрова К. М.; ВД «ІНЖЕК», 2013. С. 183–191.

166. Про основи державної політики у сфері науки і науково-технічної діяльності: Закон України від 13.12.1991 № 1977 // Збірник законодавчих і нормативних актів України в сфері науки і науково-технічної діяльності. Київ: УкрІНТЕІ, 1997. 1630 с.

167. Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки: Закон України від 11.07.2001 № 2623-III // База даних «Законодавство України»/Верховна Рада України. 2001. № 48. Ст. 253.

168. Маліцький Б. А., Попович О. С., Соловійов В. П. Перспективні напрями науково-технологічного та інноваційного розвитку України (Результати першого етапу прогнозно-аналітичного дослідження в рамках Державної програми прогнозування науково-технологічного та інноваційного розвитку на 2004 – 2006 роки). Київ: Фенікс, 2006. 208 с.

169. Зведений прогноз науково-технологічного та інноваційного розвитку України на найближчі 5 років та наступне десятиліття. Київ: Фенікс, 2007. 152 с.

170. Маліцький Б. А., Попович О. С., Онопрієнко М. В. Обґрунтування системи науково-технологічних та інноваційних пріоритетів на основі «форсайтних» досліджень. Київ: Фенікс, 2008. 86 с.

171. Про затвердження Державної програми прогнозування науково-технологічного розвитку на 2008 – 2012 роки: Постанова Кабінету Міністрів України від 11.09.2007 № 1118 // База даних «Законодавство України»/Верховна Рада України. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/704-2011-%D0%BF>

172. Кваша Т. К., Мусіна Л. А., Писаренко Т. В. Державна програма прогнозування науково-технологічного розвитку на 2008 – 2009 рр.: підсумки 2008-го. *Світ*. 2009. № 17–18.

173. Якимчук А. В., Кваша Т. К. Результати виконання I етапу Державної програми прогнозування науково-технологічного розвитку на 2008 – 2012 рр. // Матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Львів, 2–3 квітня 2009 р.). Львів: ЛьЦНТЕІ, 2009. С. 70–74.

174. Про скорочення кількості та укрупнення державних цільових програм: Постанова Кабінету Міністрів України від 22.06.2011 № 704 // База даних «Законодавство України»/Верховна Рада України. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1118-2007-%D0%BF>

175. Про внесення змін до закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки»: Закон України від 01.06.2010 № 2296-VI // База даних «Законодавство України»/Верховна Рада України. URL: <http://www.rada.gov.ua/news/Novyny/Povidomlennya/31500.html>

176. Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2015 року: Постанова Кабінету Міністрів України від 07.09.2011 № 942 (зі змін.) // База даних «Законодавство України»/Верховна Рада України. URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/942-2011-p>

177. Про наукову і науково-технічну діяльність: Закон України від 26.11.2015 № 848-VIII // База даних «Законодавство України»/Верховна Рада України. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/848-19>

178. Перелік найважливіших напрямів наукових досліджень і розробок: Постанова Бюро Президії НАН України від 31.01.08 № 23 // База даних «Нормативні акти НАН України»/ Національна академія наук України. URL: <http://www.nas.gov.ua/infrastructure/Legaltexts/ResearchTopics/2008>

179. Про інноваційну діяльність: Закон України від 04.07.2002 № 40-IV (зі змін.) // База даних «Законодавство України»/Верховна Рада України. URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/40-15>

180. Про Загальнодержавну комплексну програму розвитку високих наукоємних технологій: Закон України від 09.04.2004 № 1676-IV // База даних «Законодавство України»/Верховна Рада України. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1676-15>

181. Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні: Закон України від 08.09.2011 № 3715-VI (зі змін.) // База даних «Законодавство України»/Верховна Рада України. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2623-14>

182. Деякі питання визначення середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності загальнодержавного рівня на 2012-2016 роки: Постанова Кабінету Міністрів України від 12.03.2012 № 294 (зі змін.) // База даних «Законодавство України»/Верховна Рада України. URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/294-2012-%D0%BF>

183. Деякі питання визначення середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності галузевого рівня на 2012-2016 роки: Постанова Кабінету Міністрів України від 17.05.2012 № 397 // База даних «Законодавство України»/Верховна Рада України. URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/397-2012-%D0%BF>

184. Про державне регулювання діяльності у сфері трансферу технологій: Закон України від 14.09.2006 № 143-V (зі змін.) // База даних «Законодавство України»/Верховна Рада України. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/143-16>

185. Про схвалення Концепції реформування державної політики в інноваційній сфері: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 10.09.2012 № 691-р // База даних «Законодавство України»/Верховна Рада України. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/691-2012-p>

186. Про спеціальний режим інноваційної діяльності технологічних парків: Закон України від 16.07.1999 № 991-XIV (зі змін.) // База даних «Законодавство України»/Верховна Рада України. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/991-14>

187. Про наукові парки: Закон України від 25.06.2009 № 1563-VI (зі змін.) // База даних «Законодавство України»/Верховна Рада України. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1563-17>

188. Про індустриальні парки: Закон України від 21.06.2012 № 5018-VI (зі змін.) // База даних «Законодавство України»/Верховна Рада України. URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/5018-17>

189. Форсайт в Україні: офіц. сайт. URL: http://www.uintai.kiev.ua/foresight/ua/ua_foresight.php

190. Кваша Т. К., Паладченко О. Ф. Моніторинг реалізації пріоритетів інноваційної діяльності в Україні. *Технологічний аудит та резерви виробництва*. 2015. № 4/5 (24). С. 84–88 .

191. Інформаційно-аналітична продукція УкрІНТЕІ. URL: http://www.uintai.kiev.ua/foresight/ua/info_analit_production.php

192. Матюшенко І. Ю. та ін. Розділ 2. Українські реформи на європейському шляху // Аналітична доповідь до Щорічного Послання Президента України до Верховної Ради України «Про внутрішнє та зовнішнє становище України у 2015 році». Київ: НІСД, 2015. 684 с. С. 277–319.

193. Матюшенко І. Ю. та ін. Розділ 11. Національна економіка в умовах протидії гібридним загрозам // Аналітична доповідь до Щорічного Послання Президента України до Верховної Ради України «Про внутрішнє та зовнішнє становище України в 2016 році». Київ: НІСД, 2016. 688 с. С. 245–276.

194. Матюшенко І. Ю. та ін. Розділ 2. Потенціал і тенденції інноваційного розвитку високотехнологічних і традиційних секторів економіки України // *Інноваційна Україна 2020: нац. доп./за заг. ред. В. М. Гейця та ін.*. Київ: НАН України, 2015. 336 с. С. 35–82.



3.1. Концепція розвитку конвергентних технологій в Україні для вирішення глобальних проблем в умовах нової промислової революції

Враховуючи міждисциплінарний і об'єктивний характер конвергенції наукових досліджень і практичних застосувань у сфері NBIC-технологій і бурхливий розвиток комплексу передових виробничих технологій, що надають якісно нові можливості для усіх сфер суспільного життя, доцільно розглянути концептуальні основи розвитку конвергентних технологій в Україні як ключового фактора для вирішення глобальних проблем в умовах нової промислової революції.

У роботах багатьох учених, зокрема, А. Арнольда, О. Геймана, В. Занга, В. Зінченко, М. Кизима, О. Князевої, С. Курдюмова, Г. Малінецького, Л. Сергеевої, В. Хаустової та ін., які займалися проблемами нелінійного характеру розвитку сучасної економіки, було доведено об'єктивну доцільність використання синергетичної парадигми під час дослідження революційних змін у науково-технічному розвитку будь-якої країни [1–12].

Так, у роботі В. Хаустової проведено систематизацію моделей процесу наукового знання, які можна визначити як кумулятивну, фальсифікаційну, наукових революцій та конкуруючих програм дослідження [10, с. 86–87]. Враховуючи обґрунтування О. Геймана, В. Зінченко та В. Хаустової [8–11], у цьому дослідженні доцільно використовувати модель «наукових революцій» Т. Куна [3], згідно з якою в кожному певний історичний період у науці домінує поняття «парадигма» як визнана всіма сукупність наукових досягнень, що надають науковцям модель постановки проблем і їх вирішення.

О. Гейман і В. Хаустова [9–11] виокремлюють такі принципи синергетики, як відкритість, нерівноважність, нестійкість, випадковість, багатоваріантність, нелінійність, а В. Зінченко [8] наголошує на системі взаємопов'язаних принципах синергетики, таких як нерівноважність, нестійкість, відкритість, передбачуваність, багатоваріантність, невизначеність, нелінійність, чутливість

до флуктуацій, наявність позитивних зворотніх зв'язків. Вказані принципи синергетичного підходу доцільно використати під час дослідження розвитку конвергентних технологій в Україні в умовах нової промислової революції для вирішення глобальних проблем.

Проведений вище аналіз тенденцій технологічного розвитку на основі дослідження сутності економічних парадигм вирішення глобальних проблем, визначення сутності конвергентних технологій як ключового фактора нової промислової революції, використання конвергенції знань, технологій і суспільства для вирішення глобальних проблем, а також аналіз практики визначення перспективних напрямів науково-технічної та інноваційної діяльності країн світу та теоретичних досліджень з проблем нелінійності економічного розвитку в сучасних умовах дозволили з позиції синергетичної парадигми запропонувати *концепцію* розвитку конвергентних технологій в Україні для вирішення глобальних проблем в умовах нової промислової революції. Ця концепція ґрунтується на таких гіпотезах:

Гіпотеза 1. Складність глобальних проблем потребує застосування міждисциплінарного підходу до їх вирішення.

Гіпотеза 2. Конвергенція NBIC-технологій дозволяє вирішити основні глобальні проблеми людства і є ключовим фактором нової промислової революції.

Гіпотеза 3. Конвергентні технології можливо впровадити лише за умов і наявності певного інноваційного потенціалу країни.

Гіпотеза 4. Для управління розвитком науково-технічного та інноваційного потенціалу країни необхідне прогнозування наслідків управлінських рішень.

Гіпотеза 5. Визначення пріоритетів науково-технологічного розвитку країни у зв'язку зі складністю вхідної інформації потребує автоматизації.

Гіпотеза 6. Наявність потенціалу розвитку конвергентних технологій у провідних галузях економіки визначає спроможність країни реагувати на виклики нової промислової революції.

Гіпотеза 7. Формування мереж конвергентних технологій можливе у рамках створення спільного з європейським національного дослідницького простору.

Гіпотеза 8. Основою мережевих структур розвитку конвергентних технологій є науково-освітні центри.

Для обґрунтування висунутих гіпотез та з урахуванням попередніх досліджень [13–21], запропоновано підхід до періодизації науково-технічного розвитку, що пов'язує економічні, технологічні і соціально-політичні факто-

ри розвитку та характеризує структуру шостого технологічного укладу (ТУ) на основі конвергентних технологій. На рис. 3.1 наведено структуру ТУ, в табл. 3.1 – його основні характеристики [19, с. 15–16].

Ключовим фактором ядра цього ТУ буде стан конвергенції NBIC-технологій. Ядро ТУ сформують такі галузі, як: наноматеріали та матеріали для ростових технологій, наноелектроніка та нанофотоніка, наносистемна техніка, нанофабрики і 3D-друк, гена інженерія, молекулярні біотехнології, хмарні обчислення і багатомірне моделювання, інтернет речей, штучний інтелект. Носійними галузями будуть: медицина та фармацевтика; агропродовольчий комплекс на основі нанобіотехнологій; мікроелектроніка, робототехніка; ІКТ-галузь; системи створення матеріальних об'єктів; інтелектуальні системи управління виробництвом; освіта та науково-практичні дослідження; нова ядерна, термоядерна та відновлювальна енергетика; авіакосмічний комплекс; низка середньотехнологічних галузей [13–21].

Що стосується реалізації нової промислової революції в сучасних умовах, то доцільно припустити, що технології Індустрії 4.0, поєднуючи фактори Smart TEMP (Т (technology) – розумні технології; Е (environment) – розумне середовище; М (manufacturing) – розумне виробництво; Р (products) – розумні продукти), створюють нові ринки та галузі, сприяють зростанню продуктивності та конкурентоспроможності окремих секторів і національних економік. Виходячи з вищенаведеного, доцільно поєднати ключові елементи концепцій конвергенції NBIC-технологій та Індустрії 4.0 таким чином, як це наведено на рис. 3.2, а також визначити співвідношення відповідних промислових революцій і технологічних укладів, як це вказано на рис. 3.3 [304].

При цьому контури нового технологічного укладу почали вже формуватися на основі перших конвергентних технологій і вибухового їх поширення у 2010–2015 рр. Принциповою відмінністю цього ТУ від попередніх буде те, що людська свідомість стане такою ж виробничою силою, якою у свій час стала наука. Матеріальною основою і інструментом втілення вказаних конвергентних технологій нового ТУ стане Індустрія 4.0 або Smart TEMP.

На рис. 3.4 показано запропоновані напрями вирішення глобальних проблем на основі впровадження конвергентних NBIC-технологій як ядра розвитку системи передового виробництва Smart TEMP, що передбачає низку інструментів для [19–21]:

- подолання *глобальної проблеми уповільнення науково-технічного прогресу* на основі впровадження конвергентних NBIC-технологій як ядра для розвитку й поширення системи передового виробництва Smart TEMP;

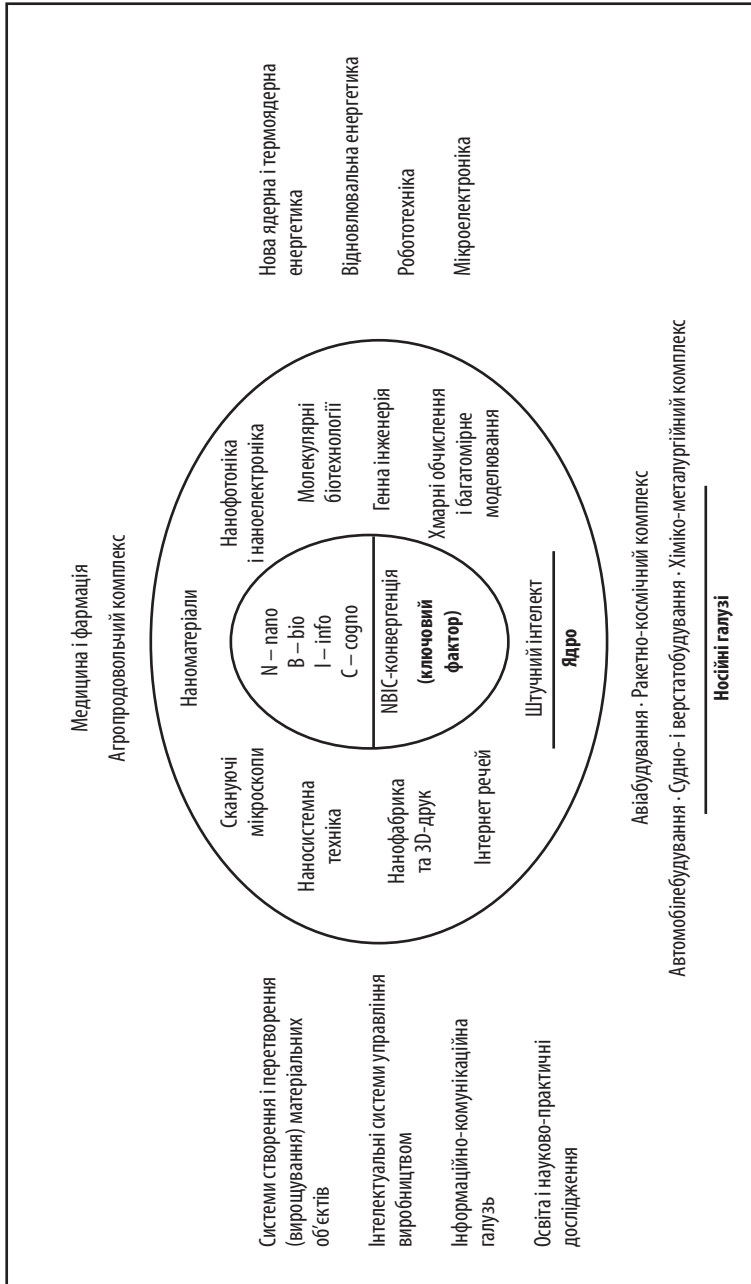


Рис. 3.1. Структура шостого технологічного укладу [19, с. 15]

Джерело: сформовано автором

Таблиця 3.1

Основні характеристики шостого технологічного укладу [19, с. 16]

Довгі хвилі / цикли			Стан науки й освіти	Інфраструктура		Переважні технології	Універсальний ресурс
часові рамки	країни-лідери	характеристика циклу		транспорт і зв'язок	енергія		
Шостий уклад, 2010 – 2070 рр. (прогноз)	США, Японія, ЄС, Китай, Південно-Східна Азія, Індія, Бразилія, Росія	Нанотехнологічна (N) революція, бурхливий розвиток когнітивної (C) науки, поглиблення біотехнологічної (B) та інформаційної (I) революцій	Конвергенція NBIC-технологій, глобальний ринок послуг, мережеві науково-дослідні й інноваційні системи	Інтегровані інформаційні системи та телекомунікації, мобільний Інтернет, широко-смуговий доступ	Відновлювальна та термо-ядерна енергія	Нанотехнології і фотоніка, біотехнології і генна інженерія, мікро (нано)-механіка, 3D-друк, інтернет речей, штучний інтелект	Нано-електромеханічні системи, біопроектори, пристрої з прямим доступом до нейронів

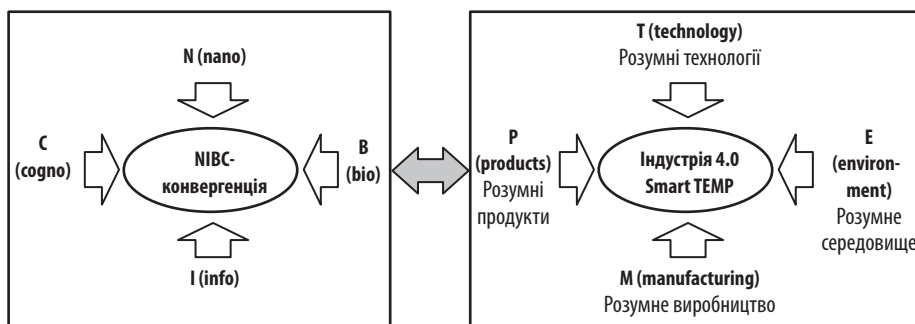


Рис. 3.2. Конвергенція нових технологій на базі NBIC-конвергенції у науково-технічних розробках і Smart TEMP у промисловому виробництві [19–21]

- подолання проблеми депопуляції і старіння населення за рахунок: (1) задоволення біофізичних потреб людини (нові медицини); (2) реалізації когнітивних потреб людини (штучний інтелект, віртуальні світи); (3) нового технологічного оточення людини (робототехніка, сенсори -етичних потреб);
- подолання глобальної проблеми нестачі продовольства та вичерпання ресурсів шляхом: (1) розвитку глобальних аграрних технологій (генна інженерія, молекулярні біотехнології); (2) створення нових розумних агровиробництв і переробки; (3) розробки та поширення нових мате-

ріалів для ростових технологій і 3D-друку; (4) когнітивного управління ресурсами й агропродовольчою сферою;

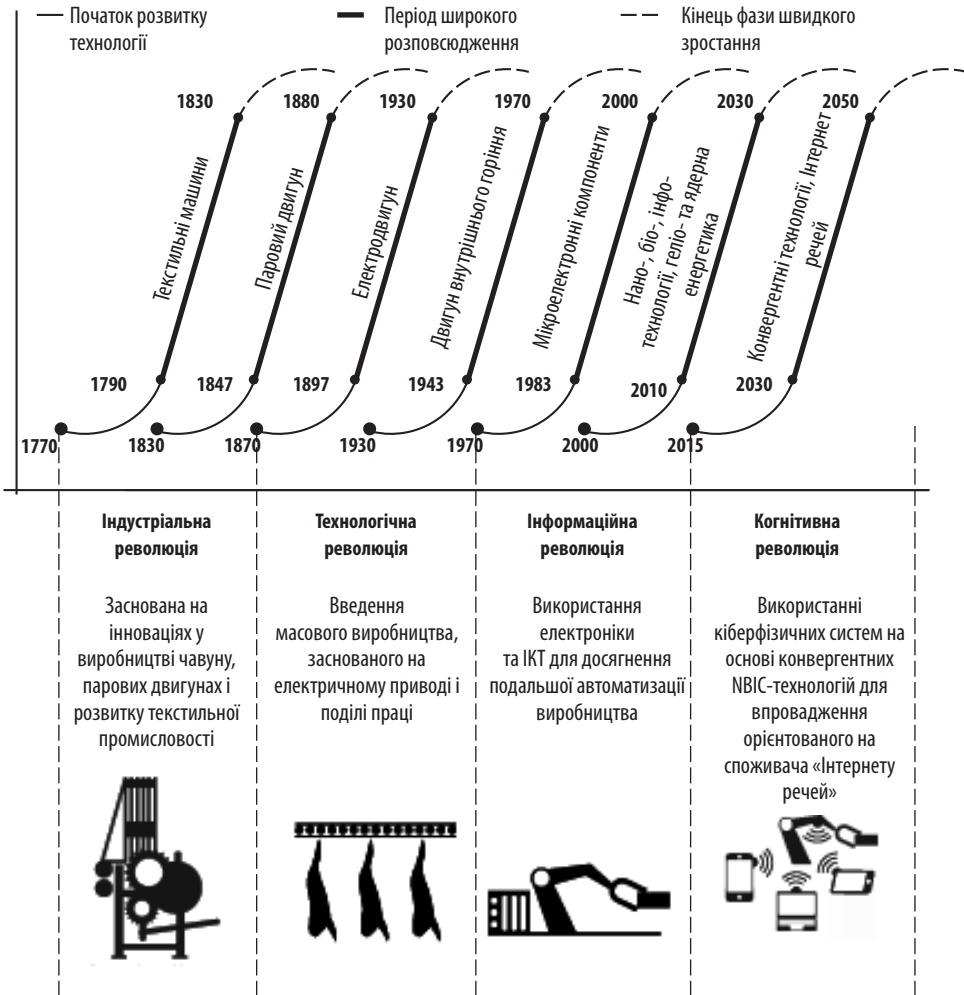


Рис. 3.3. Співвідношення промислових революцій і технологічних укладів [19]

- подолання екологічних проблем і створення нової енергетики за рахунок: (1) глобальних планетарних технологій; (2) нових енергетичних мереж та альтернативних джерел енергії; (3) трансформації державного управління й морально ергетичних принципів побудови виробництва, безвідходних технологій; (4) когнітивного управління довкіллям.

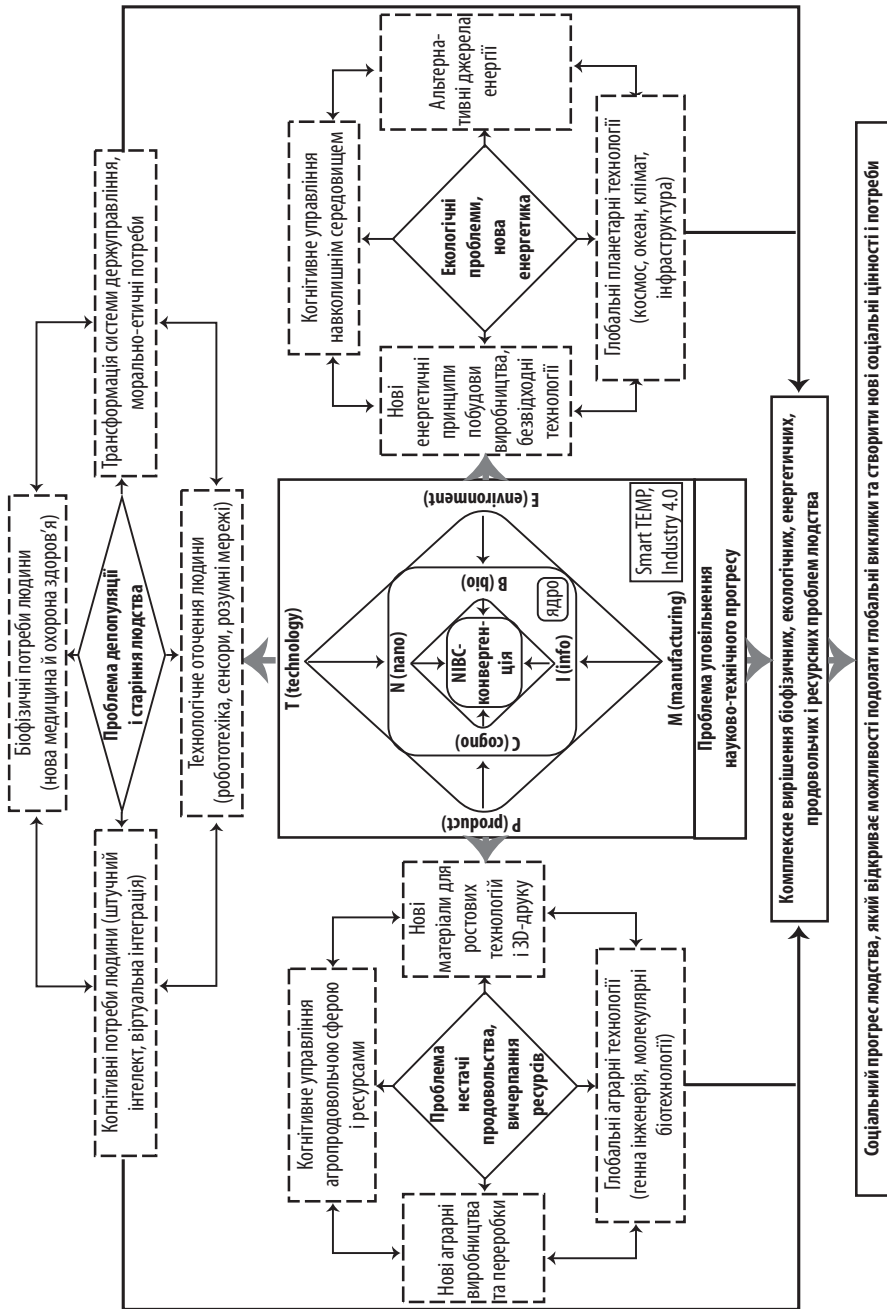


Рис. 3.4. Напрями вирішення глобальних проблем на основі впровадження конвергентних NBIC-технологій як ядра розвитку системи передового виробництва Smart TEMP [19–21]

- комплексного вирішення біофізичних, продовольчих, ресурсних, екологічних і енергетичних проблем як фундаменту для *соціального прогресу людства*, що відкриває можливості подолати глобальні виклики та створити нові соціальні цінності та потреби.

При цьому основним трендом у вирішенні глобальних проблем людства на основі конвергенції знань технологій і суспільства за рахунок використання NBIC-технологій як ядра і фундаментальних інструментів розвитку та поширення системи передового виробництва Smart TEMP є підтримка конвергентних технологій і розвиток системи передового виробництва Smart TEMP за рахунок: (1) реалізації державних і приватних програм, рушійною силою яких є відкритість і візуалізація; (2) прискорення розвитку фундаментальних NBIC-технологій та створення в рамках Smart TEMP нових галузей промисловості на основі міждисциплінарних досліджень та інноваційних розробок. Саме поєднання конвергентних технологій з передовими виробництвами Індустрії 4.0 створюють матеріальне підґрунття для вирішення інших глобальних проблем.

Для обґрунтування або спростування наведених вище гіпотез доцільно запропонувати структурно-логічну схему наукового дослідження проблеми розвитку та впровадження конвергентних технологій в Україні як ключового фактора для вирішення глобальних проблем в умовах нової промислової революції та асоціації з ЄС, яку наведено на рис. 3.5.

Згідно до рис. 3.5 розвиток і впровадження конвергентних технологій в Україні як ключового фактора для вирішення глобальних проблем в умовах нової промислової революції здійснюється у 5 етапів.

На *першому етапі* проводиться порівняльний аналіз інноваційного розвитку України та країн ЄС на основі оцінки умов створення (УСП) та рівня інноваційного потенціалу (РВП) країн з визначенням інтегрального показника $I_{УСП}$ оцінки умов реалізації (УРП) та результатів реалізації (РЗП) інноваційного потенціалу країн з визначенням інтегрального показника $I_{УР}$, а також зіставлення компонент вказаних інтегральних показників. При цьому розрахунки проводяться у порівнянні України з іншими країнами ЄС.

На *другому етапі* здійснюється імітаційне моделювання науково-технічного й інноваційного розвитку України відповідно до структури виявлених зв'язків між складовими науково-освітнього й інституційного потенціалів і результатів науково-технічної та інноваційної діяльності як передумови розвитку та впровадження конвергентних технологій. Проводиться сценарне моделювання на основі плану імітаційних експериментів із зміною параметрів по одному,

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ КОНВЕРГЕНТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У КРАЇНАХ СВІТУ Й УКРАЇНІ ...

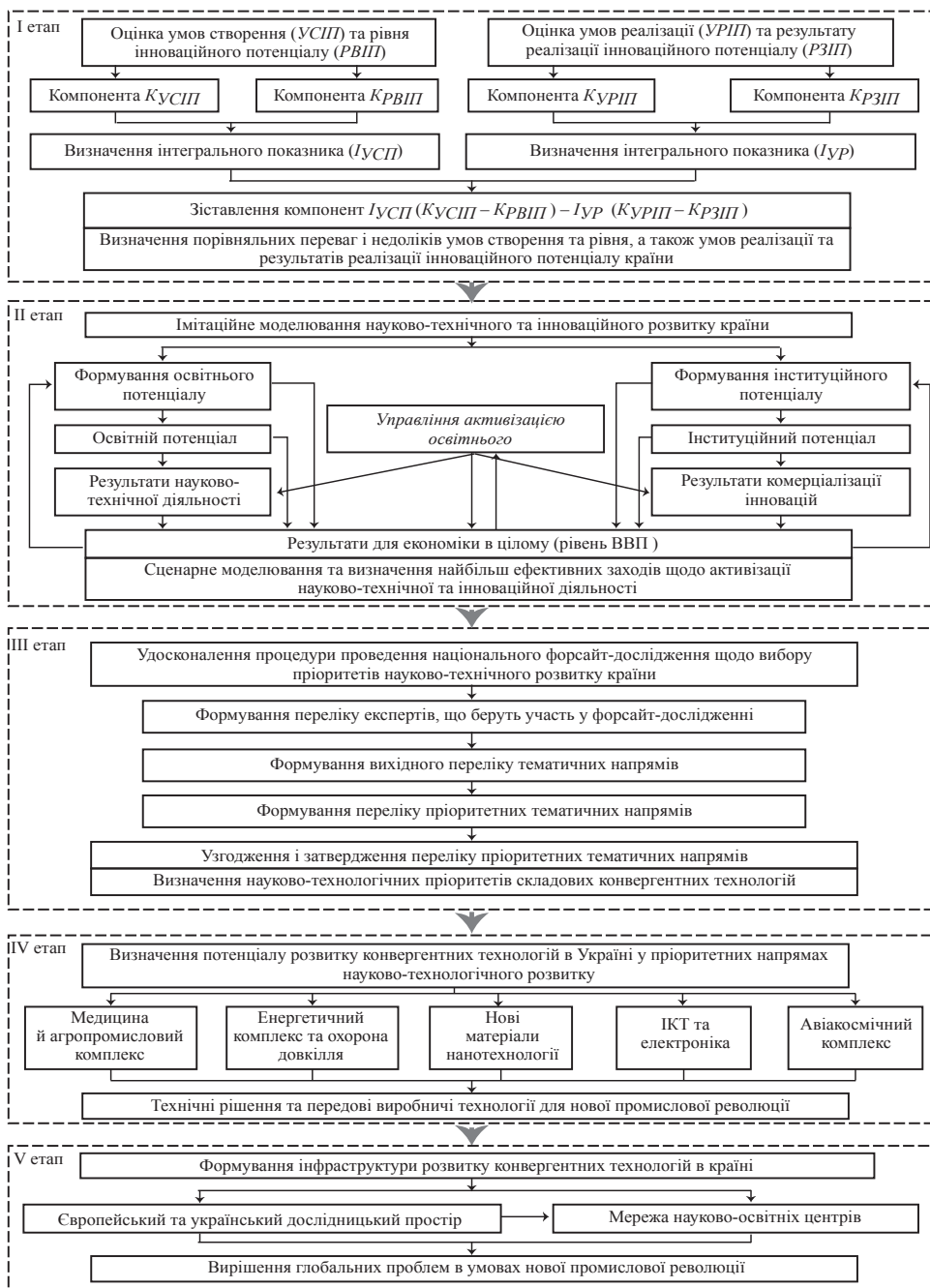


Рис. 3.5. Структурно-логічна схема наукового дослідження розвитку конвергентних технологій в країні для вирішення глобальних проблем в умовах нової промислової революції

що дозволяє виявити чутливість системи до кожного з параметрів та визначити ті параметри, збільшення (зменшення) яких дозволяє досягти найбільшого бажаного ефекту. При цьому визначаються вплив окремих напрямків розвитку освітнього, наукового, інституційного потенціалів і окремих заходів щодо активізації науково-технічної та інноваційної діяльності на результати для економіки у цілому (на рівень ВВП), а також визначаються найбільш доцільні й ефективні з цих заходів.

На *третьому етапі* виконуються форсайтні дослідження з визначення найбільш перспективних напрямів науково-технічного розвитку країни (перш за все у сфері конвергентних технологій) за умови їх подальшої автоматизації, що враховує формальні методи підбору експертів, формування вихідного переліку тематичних напрямів на основі бібліометрії, наукометрії і патентного аналізу, оцінювання та уточнення тематичних напрямів з використанням принципів Парето-оптимальності. Визначаються науково-технологічні пріоритети складових конвергентних технологій.

На *четвертому етапі* визначається потенціал розвитку конвергентних технологій у визначених пріоритетних напрямках науково-технологічного розвитку країни, спрямованих на вирішення глобальних проблем.

На *п'ятому етапі* розробляються рекомендації щодо інфраструктури підтримки науково-технічного розвитку та впровадження конвергентних технологій у країні за умови її інтеграції до певних регіональних об'єднань. При цьому розглядаються перспективи та заходи щодо створення національного та спільного дослідницького простору з країнами певного інтеграційного угруповання.

3.2. Модернізація авіакосмічного комплексу України на основі використання конвергентних технологій

Загальними тенденціями розвитку авіакосмічної діяльності (АКД) сьогодні займається чимало дослідників, корпорацій і авторитетних міжнародних організацій. Так, сучасні тенденції розвитку світової авіаційної промисловості (АП) XXI століття обумовлені такими особливостями [22–24]:

- 1) вимогами, що постійно збільшуються, до нової авіатехніки (АТ) та її функціональних можливостей як засобу транспорту й озброєння;
- 2) зростаючою складністю АТ, у процесі створення якої акумулюються передові досягнення науки й техніки (аеродинаміки, газодинаміки, термодинаміки, матеріалознавства, будівельної механіки й міцності,

- радіоелектроніки, технології авіабудування, точного машинобудування, інформатики, нанотехнологій тощо);
- 3) зростаючими вимогами до безвідмовності, надійності й довговічності АТ, до умов роботи екіпажів і комфорту пасажирів;
 - 4) усе більш жорсткими вимогами до екологічної експлуатації АТ і зменшення її негативного впливу на довкілля;
 - 5) високою капіталомісткістю наукових досліджень і розроблень нових зразків, підготовки виробництва, серійного випуску і підтримки АТ в експлуатації;
 - 6) значною трудомісткістю серійного випуску АТ і пов'язаними із цим зростаючими вимогами до якості авіаційної продукції;
 - 7) відносно невисокою рентабельністю виробництва (не більш 15 %), що визначає окупність витрат тільки за значних обсягів продажів АТ;
 - 8) високою ціною на енергоносії на світовому ринку.

Перераховані особливості в сукупності призвели до того, що у світовій АП процеси глобалізації відбувалися значно активніше, ніж в інших галузях економіки. У цьому контексті сучасний розвиток світової АП, як вказує В. Купріянова, має такі загальні тенденції:

- 1) консолідація на національному рівні, яка виявлена в об'єднанні або поглинанні конкурентних компаній, скороченні кількості незалежних виробників, утворенні потужних національних угруповань – консорціумів, корпорацій, концернів, що відображається у скороченні надлишкових виробничих потужностей;
- 2) розширення співробітництва та інтеграція на транснаціональному рівні, що виявлені у створенні великих міжнародних об'єднань, спроможних розробляти й реалізовувати міжнародні системи і програми;
- 3) великомасштабна реорганізація й реструктуризація виробництва, виявлені у прагненні лідерів світового авіабудування скоротити видатки за рахунок раціональних змін технологій виготовлення АТ, упровадження нових концепцій проектування й виробництва, зниження зайнятості;
- 4) прикметною рисою нинішнього етапу еволюції авіабудування є повномасштабне використання сучасних інформаційних технологій протягом усього життєвого циклу – як на виробничих етапах життєвого циклу АТ, так і під час її експлуатації та обслуговування;
- 5) переміщення значної частини виробництва АТ в цілому, а також агрегатів, вузлів і комплектувальних виробів ближче до перспективних ринків збуту, виражене у прагненні лідерів світового авіабудування задоволь-

нити потреби перспективних містких ринків за рахунок реорганізації центрів технічного обслуговування, а також спільного виробництва на базі сучасних технологій» [23, с. 18–19; 24].

У результаті злиттів і поглинань кількість провідних виробників у відповідних секторах ринку літаків суттєво зменшилася. Так, у секторі магістральних літаків великої пасажировмісності залишилося всього два виробники – американський концерн Boeing і європейський Airbus, які майже порівну поділили цей сектор світового ринку літакобудування [24, с. 38]. У секторі регіональних літаків діють п'ять лідерів: канадська корпорація Bombardier, бразильська Embraer, європейський консорціум ATR, компанія зі змішаним капіталом Fairchild Dornier і китайська компанія CATIC. На ринку присутні невеликі виробники, ринкова частка кожного не більше 10 % [25].

У табл. 3.2 наведено прогнозні дані названих компаній до 2026 р. З аналізу випливає, що найбільшим попитом будуть користуватися машини місткістю 60–100 місць.

Таблиця 3.2

Ринок регіональних турбореактивних літаків (прогноз компаній Bombardier, JADS, Embraer, Airbus, Boeing до 2026 р.) [24; 25]

Кількість місць у літаках певного виробника	Регіони світу			
	Європа	Західна Америка	Азіатсько-Тихоокеанський (разом з Китаєм)	Латинська Америка, Африка, Близький Схід, СНД та інші
60–99 місць Bombardier	1962	666	972	472
60–99 місць JADS	1960	901	956	385
61–90 місць Embraer	1445	620	395	490
70–85 місць Airbus	1016	907	370	491
50–98 місць Boeing	1880	450	630	740
Середнє значення	1653	709	665	516

У табл. 3.3 наведено оцінку поставок пасажирських літаків у регіони світу за прогнозами компанії Airbus до 2026 р. [26].

Як показують аналітичні дослідження журналу «Flight International» (аналіз «PriceWaterHouseCoopers» зі звітів компаній), для того щоб потрапи-

ти до першої сотні світових виробників авіаційної техніки, компаніям необхідно мати обсяг продажів понад 220 млн дол. США на рік [27].

Таблиця 3.3

Поставки пасажирських літаків у регіони світу за прогнозами компанії Airbus до 2026 р. [26]

Кількість місць у літаках	Регіони світу							
	Африка	Тихо-океанський регіон	СНД	Європа	Латинська Америка та Кариби	Близький Схід	Північна Америка	Усього
50 місць	80	352	78	590	183	19	1 264	2 566
70–85 місць	168	461	298	873	164	43	1 580	3 587
100 місць	174	219	85	617	237	63	976	2 371
125–210 місць	473	4 152	455	3 568	975	392	4 234	14 249
Малі з 2 проходами	153	1 368	78	929	196	410	733	3 867
Середні з 2 проходами	53	781	27	341	24	162	227	1 615
Великі	27	711	11	274	16	157	87	1 283
Усього:	1128	8044	1032	7192	1795	1246	9101	29 538

Отже, основними тенденціями розвитку світового авіаційного ринку є збільшення постачань нових літаків і зростаючі темпи списування старої АТ, концентрація замовлень на нові літаки в обмеженій кількості кінцевих виробників, глобалізація ринків збуту, необхідність забезпечити високі відрахування на НДДКР (12–15 % від обсягів виробництва).

Ще 25 років тому Україна мала розвинену АП, яка й сьогодні охоплює 72 підприємства різних форм власності та призначення, на яких працює більш ніж 96 тис. осіб, і має практично всі складові інфраструктури, що дозволяють розробляти, виготовляти літаки, авіаційні двигуни, авіаційне озброєння, бортову радіоелектронну апаратуру, авіаційні агрегати, проводити НДДКР у галузі технології виробництва та експлуатацію АТ, готувати персонал для роботи в АП [24; 28, с. 259].

Однак уже в ринкових умовах відбулося обвальне скорочення обсягів виробництва авіаційної продукції, більш ніж у п'ять разів скоротилося число працівників.

У табл. 3.4 наведено дані про реакцію виробників АТ в Україні на зміну умов за період з 1992 до 2014 рр. [29–31].

Таблиця 3.4

Динаміка виготовлення літаків в Україні за період 1992–2014 рр., шт. [24; 29–31]

Показник	Рік																								
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014		
Військово-транспортний Ан-32	47	14	2	7	2	2	1	*	*	3	*	*	1	2	*	4	4	*	1**	2-лі-так**	1-лі-так**	*	*	*	
Вантажо-пасажирський Ан-74	7	1	1	*	2	3	5	4	4	1	1	1	*	*	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	
Транспортний Ан-124	1	1	*	*	1	*	*	*	*	*	*	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Транспортний «Мрія»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Пасажирський н-140	—	—	—	—	—	—	1	1	1	1	3	2	3	3	1 – літак; 6 – агрегатів	*	—	—	—	10 – літакокомплектів	—	—	—	—	
Транспортний Ан-70	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	—	—	—	—	—	—	
Пасажирський Ан-148	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	7 – центро-план 3 – крила	—	—	*	1	2	1	1	2	1	1	
Пасажирський Ан-158	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	2	1	1	1	1	
Транспортний Ан-178	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	фюзеле-ляж	
Спортивно-навчальний ХА3-30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Усього агрега-тив і комплектів	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	17	6	*	*	*	*	*	*	*/11	3	*
Усього літаків	55	16	4	7	5	6	7	5	5	6	4	4	6	3	—	4	4	2	2/1**	4/16**	4/5**	6	2		

Позначення: « – » не виробляються; * - інформація відсутня; ** - ремонт і модернізація для ВС Індії

- 3) одиничний і дрібносерійний випуск комплектувальних виробів на підприємствах-постачальниках також призводить до значного подорожчання продукції, зменшення економічної зацікавленості у виробництві, а також до припинення випуску комплектуючих на підприємствах-суміжниках (в тому числі внаслідок припинення торговельних відносин з Росією).

Крім того, невиконання «Державної комплексної програми розвитку авіаційної промисловості України до 2010 року», неврахування основних положень Стратегії розвитку вітчизняної авіаційної промисловості на період до 2020 року, хронічне недофінансування галузі, вплив розглянутих вище інших факторів негативно позначаються на потенціалі АП України й планах серійного випуску літаків [32–34].

Таким чином, високотехнологічна авіапромислова галузь економіки України сьогодні знаходиться у кризовому стані: вона потребує реорганізації, реструктуризації та великих (до 600 млрд дол.) інвестицій для модернізації виробничої бази. Український авіапром в цілому втратив свої конкурентні переваги і внаслідок відносно невеликих обсягів виробництва не є сьогодні локомотивом економічного зростання країни в цілому. Для подолання вказаних негативних тенденцій в АП України необхідно [35–37]:

- 1) забезпечити перехід авіабудування України на нові технології за рахунок диференціації виробництва, виключення дублювання й концентрації фінішних процесів на технологічних майданчиках, що мають потенціал зростання;
- 2) розв'язати завдання зниження виробничих витрат;
- 3) підвищити продуктивність праці, якість і конкурентоспроможність продукції (за рахунок упровадження нових технологічних процесів на спеціалізованих виробничих майданчиках);
- 4) збільшити обсяги виробництва до рівня, що забезпечує збереження й розвиток галузі.

Відсутність виваженої державної стратегії розвитку авіаційної галузі, суттєвої її підтримки та недостатній контроль за поточною діяльністю українських авіа- і ракетобудівних підприємств призвели до суттєвої втрати ним конкурентоспроможності, набуття стану «понадкритичної неплатоспроможності» та втрати на цей час перспективи розвитку. Без цілеспрямованої державної підтримки авіабудівна галузь не має перспективи сама вийти з кризи і знайти внутрішні можливості для розвитку.

З урахуванням інтересів національної безпеки України та збереження її інтелектуального потенціалу необхідно забезпечити функціонування цієї галузі економіки у будь-яких масштабах, перш за все, забезпечивши широке впровадження новітніх NBIC-технологій у виробництво сучасної конкурентоспроможної авіатехніки.

Найбільш перспективними зразками новітніх розробок КБ «Антонов» сьогодні є модельний ряд АН-158... 178, АН-132 та також АН-70, які використовують авіоніку і комплектуючі розвинених кран. Більше того, конфлікт на сході України викликав нагальну потребу в розробках безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) і власного легкого гелікоптеру, для чого вже підготовлено проекти державних програм з проведення необхідних досліджень і подальшого виробництва вказаної техніки. При цьому при створенні БпАК використовується велика кількість провідних високих технологій, в тому числі [38–43]:

- 1) сучасні конструкційні матеріали (насамперед композитні) з використанням нанопокриття;
- 2) багатопроцесорні системи збору та зберігання даних;
- 3) теорія автоматизованого управління як галузь кібернетики у сукупності з теорією передачі інформації, шифрування, архівації даних;
- 4) засоби та системи космічного зв'язку;
- 5) технології дистанційного зондування Землі (радіолокація, оптикоелектронні системи, багатоспектральні датчики);
- 6) технології альтернативної енергетики в акумуляторах високої ємності, перетворювачах сонячної енергії, паливних елементах;
- 7) засоби і системи навігації з використанням автоматичного залежного спостереження;
- 8) географічні інформаційні системи;
- 9) інформаційні технології обробки зображень, розпізнавання образів, інтерфейсу «людина-машина» та штучного інтелекту.

Потенційно при переході на сучасні технології виробництва, в тому числі з використанням NBIC-технологій, авіабудування може перетворитись на одну із цікавинок економіки майбутньої України.

Іншою стороною АКД є космічна діяльність (КД), яка в останні десятиліття перетворилася на надзвичайно вигідну справу, зокрема:

- 1) весь світ зв'язують системи передачі інформації за допомогою космічних систем, виникає потреба у запуску сотень орбітальних об'єктів;

- 2) свої супутники намагаються запустити не тільки розвинені країни, а й ті, що тільки недавно почали займатися КД;
- 3) супутники потрібні для пошуку корисних копалин, управління рухом літаків, кораблів, автомобілів, для екологічного моніторингу тощо;
- 4) на орбіті працює Міжнародна космічна станція з постійним перебуванням на ній людей, для обслуговування якої потрібні транспортні космічні системи;
- 5) все більшої популярності набуває космічний туризм.

В узагальненому вигляді основні умови, які повинна враховувати стратегія розвитку космічної діяльності на ХХІ століття, наведені в табл. Е.1 Додатка Е, а міждисциплінарний прогноз розвитку (оптимістичний сценарій) авіакосмічної діяльності на ХХІ століття за чотирма основними і взаємопов'язаними аспектами (технічним, соціальним, соціоприродним та універсально-еволюційним) – в табл. Е.2 Додатка Е [44, с. 277–295].

Технічний аспект прогнозного розвитку АКД у поточному сторіччі, як вказує С. Кричевський, включає [44, с. 288–289]:

- 1) інтенсивний і збалансований розвиток аерокосмічної техніки, включаючи воздухоплавання та інші види і галузі у взаємодії з іншими галузями і сферами діяльності;
- 2) максимальне задоволення зростаючих потреб людини і суспільства, з повним охопленням АКД поверхні і атмосфери Землі і навколосемного простору;
- 3) всеосяжна (глибока) екологізація аерокосмічної техніки та діяльності;
- 4) радикальне підвищення ефективності аерокосмічної техніки та діяльності, рівня безпеки польотів і безпеки всієї АКД;
- 5) створення інтегрованих національних, міжнародних (міждержавних) систем Повітряно-космічної оборони;
- 6) створення активної системи захисту Землі (С33) від астероїдно-кометної небезпеки із забезпеченням захисту Землі, а в подальшому – всього навколосемного простору (включаючи Місяць і простір до 1 млн км від Землі), реальне використання С33 для протидії астероїдам, що загрожують Землі;
- 7) створення постійної міжнародної науково-дослідної бази – Сонячної космічної станції, що пілотується на геліоцентричній орбіті в точці лібрації Земля – Сонце (~ 1,5 млн км від Землі);

- 8) створення системи постійних наукових баз і поселень на Місяці;
- 9) експедиція на Марс, створення постійної наукової бази і початок колонізації Марсу;
- 10) створення принципово нових (в тому числі й індивідуальних і масово доступних) засобів, технологій для швидкого, економічного, безпечного переміщення в атмосфері Землі і навколосемному просторі;
- 11) створення ефективних систем життєзабезпечення і захисту людини від небезпечних факторів польоту та інших негативних впливів і наслідків АКД, досягнення радикального продовження здорового і активного життя людини (людей небезпечних професій сфери АКД тощо), реалізація технологій переходу до автотрофного харчування, постійне життя людей поза Землею, включаючи репродукцію;
- 12) пошук позаземних цивілізацій, слідів їх діяльності, включаючи можливість реального контакту з цивілізаціями «позаземного походження».

На сучасному світовому ринку космічних товарів і послуг спостерігається процес активного розвитку низькоорбітальних супутникових систем різного цільового призначення, які можна розділити на три основні сегменти [45; 46]:

- 1) системи супутникового зв'язку (телекомунікація, телефонний зв'язок, електронна пошта тощо);
- 2) дистанційне зондування Землі (оперативне спостереження, метеорологія, пошук і рятування тощо);
- 3) наукові дослідження (астрономія, вивчення навколосемного космічного простору, геологія, мікрогравітація, космічна технологія тощо).

Сьогодні розвиток ринку космічних засобів виведення стрімко змінюється одночасно з концепцією ринку космічних апаратів, тобто існує нерозривний зв'язок між цими двома сегментами високотехнологічної ракетно-космічної галузі. Цей ринок характеризується надлишком ракет, пропонуванних для запуску комерційних вантажів, і жорсткою конкуренцією, що пов'язано з вартістю багаторазових ракет-носіїв і здатністю розробки нових технічних рішень. Крім того, на ситуацію вплинуло зростання ресурсу і надійності апаратів: зараз космічні апарати на орбіті виходять з ладу у багато разів рідше, ніж передбачалося, а отже, і гострої потреби в їх заміні немає [46].

Тенденція зменшення кількості ракет-носіїв, що запускаються, у всьому світі спостерігається дуже чітко і збережеться доти, поки не з'явиться потреба у запуску чергових угруповань низькоорбітальних комунікаційних супутників або угруповань комунікаційних супутників нового покоління [47].

Так, у табл. 3.5 наведено дані щодо кількості запускених супутників зв'язку і транспондерів в періоди 1991–2000 рр., 2001–2010 рр., а також у 2011 році, 2012 році та 2013 році [48; 49].

Таблиця 3.5

Кількість успішно запускених супутників і транспондерів у період 1991–2013 рр. [48; 49]

Рік	1991 – 2000	2001 – 2010	2011	2012	2013
Кількість запускених супутників	302	185	20	24	16
Середня кількість космічних апаратів за 10 років	30,2	18,5	-	-	-
Загальна кількість транспондерів	5436	6936	836	1144	810
Середня кількість транспондерів та космічних апаратів	18	37,5	42	48	51

Сьогодні розвиток ракетно-космічної техніки (РКТ) стримується високою вартістю виведення вантажів на орбіту, тому зниження масових характеристик її виробів (зниження маси космічного апарату на 1 кг забезпечує економічний ефект близько 20 тис. дол. США) при забезпеченні їх функціональних властивостей є однією з головних проблем виробництва РКТ. Як наслідок, нанотехнології, як і NBIC-технології загалом, знаходять все більш широке застосування у ракетно-космічній техніці.

У табл. Е.3 Додатка Е наведено перспективні напрями застосувань нанотехнологій в авіації і ракетно-космічній техніці [50].

Внаслідок схожості принципів побудови і функціонування розподілених систем на різних рівнях структурної організації, а також виникаючих в них процесів і нових властивостей, виявляється і ряд аналогій між системами, побудованими на рівні нанорозмірів, і макроскопічними розподіленими системами. Найбільш яскравим прикладом є роботи, що виконуються у розвинених країнах (перш за все у США) зі створення систем піко- і наносупутників. Ці системи обіцяють серйозний прорив у можливостях дослідження космічного простору. Протягом останніх років різко зросли можливості мініатюризації космічних апаратів. Істотний прогрес напівпровідникової планарної технології, швидкий розвиток систем МЕМС і поява нових конструкційних матеріалів обумовили появу космічних апаратів у широкому ваговому діапазоні.

У зв'язку з цим в останні роки склалася класифікація супутників за вагою. Стандартними супутниками називають космічні системи вагою більше 1000 кг, малими – з вагою від 100 до 1000 кг, мікро- – від 10 до 100 кг, нано- – від 1 до 10 кг і піко- – вагою менше 1 кг. Серед них найбільш привабливими виявилися

піко- і наносупутники, на основі яких можуть бути розроблені перспективні, нові за своєю методологією програми космічних досліджень. Зазвичай наносупутники запускаються як додатковий корисний вантаж. Вони можуть бути розташовані у спеціальному відсіку для додаткових супутників у межах обтічника приладового відсіку, а можуть стикуватися до космічної платформи, яка також може бути сама супутником. Останнім часом розробляють стандартні космічні платформи, тобто такі, що підходили б до низки різних ракет-носіїв, і на них була б змога розміщувати велику кількість супутників.

Україна належить до космічних держав не тільки за характеристиками космічного потенціалу, а й за рівнем спроможності практично реалізувати сучасні космічні проекти, зокрема унікальний міжнародний проект «Морський старт». Після відмови від ядерних озброєнь сучасні космічні технології є одним з небагатьох факторів, які визначають стратегічне місце держави та наявність засобів стримування. Доступ у космічний простір об'єктивно збільшує вагомість України у відносинах зі стратегічними партнерами, процесах інтеграції в європейські структури. Проведення космічної діяльності є також інструментом реалізації активної регіональної політики, зокрема в налагодженні співпраці з країнами Балтійсько-Чорноморського регіону.

У 2011–2012 рр. було прийнято низку урядових документів, в яких було затверджено основні концептуальні напрями розвитку космічної галузі України на першу третину XXI століття [51; 52]. Концепцію державної політики у сфері космічної діяльності на період до 2032 року передбачається реалізувати в чотири етапи (перший етап – 2011–2017 рр., другий – 2018–2022 рр., третій – 2023–2027 рр. та четвертий етап – 2028–2032 рр.).

На початок 2015 року у результаті взаємодії НАН України і ДКА України було досягнуто цілої низки важливих стратегічних результатів, в тому числі:

- 1) запущено космічні апарати «Січ-1» (1995), «Коронас-Фотон» (2001), «Січ-1М» (2004), «Січ-2» (2011);
- 2) виконано програму наукових експериментів для місії STS-87 (1997);
- 3) розпочато реалізацію проектів «Циклон-4» (2007), «Vega» (2012), «Antares» (2013).

В той же час сьогодні супутники українського виробництва займають невелику нішу у світовій розкладці космічних апаратів, але вони – одні з найдешевших у світі. Вказана обставина має бути використана Україною максимально, наприклад, при створенні мікросупутників з масами в десятки кілограмів, одиниці кілограмів і менше одного кілограма. Для створення систем на базі надмалих супутників буде потрібно освоєння нових технологій в багатьох сферах:

зв'язку, лазерних системах, цифрового й інтерактивного телебачення, NBIS-технологіях, в обчислювальних системах, системах управління на основі штучного інтелекту, в принципах організації дистанційного зондування та ін. [53].

Такий перспективний для України напрям може стати основою для побудови багатофункціонального супутникового угруповання, що й повинно стати завданням національного рівня для ракетно-космічної галузі. Для його ефективного вирішення будуть потрібні нові підходи не тільки в розробці мікросупутників, але й у створенні та використанні носіїв космічних апаратів. При цьому задля вирішення завдань дистанційного зондування Землі необхідно сформулювати до 2032 року угруповання з 8–10 супутників, призначених для дослідження Землі з космосу в різних діапазонах (оптичному, радіолокаційному тощо). Крім того, у КБ «Південне» розробляється концепція створення нових ракет-носіїв «Маяк», що передбачає створення цілого сімейства РН «Маяк» – легкого, середнього та важкого класів – на основі рішень, вже перевірених раніше при створенні РН «Зеніт» і «Циклон». Ідеї, які закладаються в реалізацію «Маяків», використовуються при створенні (спільно з партнерами із США) американської ракети «Таурус-II» [54].

Крім того, українські вчені створили цілий ряд нанорозробок, які можуть використовуватися в космічній техніці [55]:

- 1) зразки жаростійкого нанодисперсного алюмокомпозита (перспективний матеріал для космічних апаратів);
- 2) технології одержання покриттів в наноструктурному стані (значно підвищують стійкість і міцність лопаток газових турбін і конструкційних матеріалів);
- 3) технологію отримання і спікання нанопорошків титанату барію для багатошарових конденсаторів на основі керамік;
- 4) тверді, радіаційно стійкі, електропровідні мастила для космічного і наземного використання на основі інтеркалеваних наносистем;
- 5) нанокompозити для світловипромінюючих діодів;
- 6) матеріали для літєвих акумуляторів високої ємності, перетворення сонячної енергії на інші види енергії тощо.

Традиційно наукові установи Національної академії наук України беруть активну участь у проведенні наукових космічних досліджень в Україні і світі. Зокрема, Постановою Президії НАН України від 23.12.2011 № 353 було затверджено Цільову комплексну програму НАН України з наукових космічних досліджень на 2012–2016 рр. [56].

Водночас обмежене фінансування наукових космічних досліджень у рамках загальнодержавних цільових науково-технічних космічних програм України призвело до затримки термінів виконання окремих проєктів і фактичного припинення перспективних космічних досліджень і розробок. За таких умов у жовтні 2012 року НАН України з метою консолідувати зусилля вчених та інженерів-конструкторів на визначення та реалізацію існуючих та перспективних космічних проєктів України підписала Генеральну угоду про науково-технічне співробітництво з ДП «КБ «Південне» у галузі створення ракетно-космічної техніки. Було також затверджено перспективний план спільної науково-технічної діяльності та створено координаційну раду з організації спільних робіт, які було введено в дію спеціальною Постановою Президії НАН України від 10 жовтня 2012 року «Про розвиток співробітництва Національної академії наук України та Державного підприємства «Конструкторське бюро «Південне» ім. М. К. Янгеля [57].

Найбільш значущі результати виконання «Цільової комплексної програми НАН України з наукових космічних досліджень на 2012–2016 рр.» за 2012–2015 рр. наведені в табл. Е.4 Додатка Е [58].

У січні 2015 року ДП «КБ «Південне» і ДК «Укроборонпром» підписали спільне рішення про зміцнення та розширення співробітництва в галузі створення і виробництва ракетно-реактивного та інших видів озброєнь з метою зміцнення обороноздатності України. Зокрема, для потреб Збройних Сил України розробляється бойовий оперативно-тактичний ракетний комплекс «Сапсан»: у 2009–2010-рр. підприємства й установи ДКАУ завершили перший етап робіт по проєкту, а сьогодні державна цільова оборонна програма створення цього комплексу знаходиться на стадії її затвердження урядом.

25 лютого 2015 року Державне космічне агентство України (ДКА України) і НАН України підписали угоду «Про подальше поглиблення співробітництва у сфері наукових досліджень і використання космічного простору», що дасть змогу активізувати співпрацю у створенні перспективної космічної техніки й технологій, забезпечити спільне планування та виконання наукових космічних досліджень, розвивати наземну космічну інфраструктуру й геоінформаційні системи на основі використання космічних даних [59].

У травні 2015 року Наказом голови ДКА України від 21.05.2015 № 100 була затверджена Стратегія космічної діяльності України до 2022 року [60; 61]. Основними очікуваними результатами реалізації вказаної стратегії є такі:

- 1) запуск космічних апаратів зв'язку та мовлення «Либідь» і «Либідь-2», космічних апаратів дистанційного зондування Землі «Січ-2-1», «Січ-

- 2М», «Січ-3», науково-технологічного космічного апарата «Іоносат»;
- 2) розширення співробітництва та членство України в Європейському космічному агентстві, зокрема планується забезпечити використання для державних потреб інформації від глобальних навігаційних супутникових систем GPS / США /, GALILEO / ЄС/, а Україна розширить на свою територію зону надання високоточної диференціальної поправки системи EGNOS / ЄС /;
 - 3) початок комерційної експлуатації ракетного комплексу «Циклон-4» та розширення географії стартових майданчиків під нього;
 - 4) відновлення проєктів «Морський старт» і «Наземний старт» з ракетами «Зеніт-3SL», «Зеніт-3SLB» і «Зеніт-3SLBF»;
 - 5) участь українських підприємств у міжнародних проєктах «Дніпро», «Антарес», «Вега», а також у європейській програмі досліджень та інновацій «Горизонт 2020» з космічної тематики.

Крім того, ставиться завдання підвищити престиж космічної діяльності в суспільства, а зарплата в галузі має вдвічі перевищувати середній показник по країні.

Отже, високотехнологічна ракетно-космічна галузь економіки України знаходиться трохи у кращому фінансовому стані, ніж авіаційна промисловість. Але вона також потребує зміни пріоритетів розвитку і значних інвестицій для модернізації виробничої бази. Як і авіапром, ракетно-космічна галузь сьогодні внаслідок відносно невеликих обсягів виробництва не є локомотивом економічного зростання України.

В той же час з урахуванням інтересів національної безпеки України та збереження її інтелектуального потенціалу необхідно забезпечити функціонування цієї галузі економіки у будь-яких масштабах. В умовах підвищеної військової загрози внаслідок конфлікту на сході України ракетно-космічна галузь після певної модернізації (з урахуванням впровадження новітніх NBIS-технологій) може, перш за все, відігравати провідну роль у створенні оборонного щита держави.

3.3. Розвиток інфраструктури вітчизняного дослідницького простору

В Україні багато років обговорюються питання створення власної національної інноваційної системи, формування інноваційних кластерів, проблем

трансферу технологій і функціонування наукових та індустріальних парків, можливих шляхів відтворення технопарків, спеціальних (вільних) економічних зон і спеціальних режимів інвестиційної діяльності з метою розбудови власної системи підтримки науково-інноваційної діяльності. Цій проблемі було присвячено певну кількість власних досліджень [62–77].

В той же час підписана у 2014 році Угода про асоціацію України з ЄС (часткове застосування поглибленої і всеосяжної зони вільної торгівлі (ПВЗВТ) вступило в силу починаючи з 01.01.2016 р.) зробила для України реальністю максимальне використання розширеної зони вільної торгівлі для економічного та науково-технічного розвитку країни [78; 79]. Так, згідно з цією Угодою:

- 1) ст. 374 свідчить, що наукове та технологічне співробітництво, спрямоване на посилення наукового потенціалу для вирішення національних і глобальних викликів, відповідає інтересам обох сторін;
- 2) ст. 375 п. 1 допомагає узгодженню політики і права у сфері науки технологій;
- 3) ст. 375 пп. 2 та 3 вказують, що інтеграція в Європейський дослідницький простір сприяє реформуванню та реорганізації системи управління науковою сферою і дослідницьких інституцій на основі співробітництва і конкуренції між дослідниками як на національному, так і на міжнародному рівні, сприяє розвитку конкурентоспроможної економіки і суспільства, заснованого на знаннях.

При цьому під час підготовки як Стратегії України 2020 – «Європейські стандарти життя і гідне місце України в світі», затвердженої Указом Президента України від 12.01.2015 № 5/2015 [80], так і Державної стратегії регіонального розвитку на період до 2020 року, затвердженої Постановою Кабінету Міністрів України від 06.08.2014 № 385 [81], були максимально враховані як положення Угоди про асоціацію, так і Стратегії Європа 2020 (в якій ставиться за пріоритет розумне, стійке та спільне зростання суспільства, заснованого на знаннях).

Згідно з рекомендаціями парламентських слухань, затверджених Постановою Верховної Ради України «Про стан та законодавче забезпечення розвитку науки та науково-технічної сфери держави» від 11.02.2015 № 182-VIII, було поставлено одним із пріоритетних завдань винести на розгляд Верховної Ради України законодавчі пропозиції щодо змін до законів України у сфері наукової та науково-технічної діяльності, в яких передбачити [82]:

- 1) удосконалення системи визначення пріоритетних напрямів розвитку науки та техніки, механізмів їх реалізації та мобілізації фінансових і матеріально-технічних ресурсів на забезпечення поставлених цілей;

- 2) запровадження з урахуванням досвіду країн – світових лідерів довгострокового планування діяльності у науково-технічній сфері шляхом ухвалення Верховною Радою України стратегії інноваційного розвитку, узгодженої із входженням до Європейського дослідницького простору, та затвердження Кабінетом Міністрів України планів розвитку наукової, науково-технічної, інноваційної діяльності на середньострокову перспективу.

Як наслідок, Законом України «Про наукову і науково-технічну діяльність» від 26.11.2015 № 848-VIII [83] було вказано таке:

I) у ст. 45 до основних цілей державної політики у сфері наукової і науково-технічної діяльності віднесено:

- 1) забезпечення наукового обґрунтування визначення стратегічних завдань розвитку економіки та суспільства;
- 2) досягнення високого рівня розвитку науки і техніки;
- 3) інтеграція вітчизняного сектора наукових досліджень і науково-технічних (експериментальних) розробок у світовий науковий та Європейський дослідницький простір;

II) у ст. 66 щодо державної підтримки міжнародного наукового та науково-технічного співробітництва у частині 4 вказано, що «держава забезпечує інтеграцію національного дослідницького простору до Європейського дослідницького простору шляхом реалізації його пріоритетів:

- 1) підвищення ефективності національної дослідницької системи;
- 2) оптимізації міжнародної співпраці задля вирішення глобальних викликів, що стоять перед людством;
- 3) забезпечення участі у рамкових і спільних міжнародних програмах Європейського Союзу;
- 4) узгодження стратегії створення державних дослідницьких інфраструктур з дорожньою картою Європейських дослідницьких інфраструктур;
- 5) створення сприятливих умов для мобільності вчених;
- 6) забезпечення гендерної рівності;
- 7) повноцінного обміну, передачі та доступу до наукових знань».

У вказаному Законі визначено основні цілі та функції таких елементів української науково-інноваційної інфраструктури, як:

- Центри колективного користування науковим обладнанням;
- Національний науковий центр;

- Державна ключова лабораторія;
- Державний реєстр наукових об'єктів, що становлять національне надбання;
- Національна академія наук України;
- Наукова і науково-технічна діяльність у системі вищої освіти;
- Національна рада України з питань розвитку науки і технологій, а також її Науковий та Адміністративний комітети;
- Ідентифікаційний комітет з питань науки;
- Громадські наукові організації;
- Рада молодих вчених;
- Регіональні наукові центри;
- залучення учнівської молоді до наукової і науково-технічної діяльності через систему спеціалізованих загальноосвітніх і позашкільних навчальних закладів, зокрема, наукових ліцеїв і наукових ліцеїв-інтернатів, Малу академію наук України або інші подібні установи позашкільної освіти.

Але у 2016 році Україна не надала до засідання комітету ERAC свої пропозиції щодо Національного плану дій з імплементації Дорожньої карти ЄДП 2015–2020, що є прямим порушенням нового Закону України «Про наукову і науково-технічну діяльність», а також відповідних положень Угоди про асоціацію України з ЄС [84]. Як наслідок, формування і початок функціонування ЄДП буде відбуватися поки що без України. Хоча ще у березні 2016 року на сайті ERA-Ukraine українськими фахівцями було запропоновано один із проєктів структури Дорожньої карти ЄДП в Україні [85; 86].

Можливий перелік пріоритетів і заходів з реалізації Дорожньої карти ЄДП в Україні наведено в дослідженні [19, с. 541–546]. Так, узагальнюючі пропозиції фахівців, до переліку першочергових заходів та європейських організацій-партнерів для реалізації Дорожньої карти ЄДП 2015–2020 в Україні слід включити [19–21; 89]:

- 1) створення і надання послуг *Ідентифікаційного* комітету, до складу якого входять авторитетні іноземні вчені, що вже мають досвід у роботі подібних ідентифікаційних комітетів під час обрання членів Європейської дослідницької ради, а також авторитетні українські вчені зі світовим визнанням для відбору членів Наукового комітету Національної ради з науки, техніки та інновацій України. Прозора робота цього комітету є необхідним елементом відбору найкращих учених України для запо-

- бігання конфлікту інтересів при обранні майбутнього найавторитетнішого органу;
- 2) запровадження *Європейських стандартів експертизи проектів*, що включають використання різних фінансових інструментів від коротко-термінових (на рік) конкурсів для індивідуальних учених до експертної оцінки довготермінових проектів дослідницьких інфраструктур та центрів передового досвіду, з метою створення одного з суттєвих елементів підвищення ефективності української національної дослідницької системи. Для цього необхідне тісне співробітництво з European Science Foundation (ESF);
 - 3) організація *міжнародної експертизи (бази експертів) та експертної процедури з оцінки якості досліджень у різних інституціях* (науково-дослідних організаціях, вищих навчальних закладах) на основі досвіду проведення таких оцінювань, наприклад, англійської команди з оцінювання якості досліджень в університетах REF-2014 та німецької системи оцінювання наукових інститутів – Товариства Лейбніца, Товариства Макса Планка разом з ESF, що дозволить убезпечити прояви конфлікту інтересів;
 - 4) запровадження *дослідницьких університетів європейського типу* як складової мережі європейських дослідницьких університетів і як елементу розвитку ЄДП в Україні. При цьому доцільне співробітництво з Лігою європейських дослідницьких університетів (LERI), що мають найкращий досвід світового рівня;
 - 5) організація системи роботи *Національного дослідницького фонду* як важливого інструменту з підтримки національного дослідницького простору в Україні та його інтеграції до ЄДП. Для цього на етапі становлення Фонду доцільне співробітництво з Science Europe та організаціями, які фінансують наукові дослідження в ЄС, що дозволить найкращим чином вирівнювати процедури фінансування між країнами;
 - 6) для розвитку *міждисциплінарних досліджень (перш за все у галузі конвергентних технологій)*, кооперації на міжнародному рівні, забезпечення фахової експертизи вищого рівня і взагалі інтеграції до ЄДП необхідна участь представників органів влади України, що фінансують дослідження, а також наукових експертів в групах, що мають відношення до ЄДП, а саме: (а) European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI), e-Infrastructure Relection Group (e-IRG) та комітеті з супроводження ERIC; (б) міждержавних експертних робочих групах з імплементації

різноманітних організаційних форм і розробки дорожніх карт дослідницьких інфраструктур і центрів передового досвіду з урахуванням Стратегії розумної спеціалізації;

- 7) узгодження встановлених законом України *пріоритетних напрямків науково-технічного розвитку, на основі яких розробляються Державні цільові науково-технічні програми, а також узгодження цих ДЦНТП з аналогічними програмами інших держав ЄС* дозволить підвищити результативність їх виконання та корисний ефект при спільному використанні результатів. Для цього необхідне узгодження бачення програм та вирівнювання процедур з їх оцінки в рамках комітету GPC;
- 8) зняття перешкод із залучення до *вільного ринку дослідників*, запровадження кодексів із найму фахівців, страхового пенсійного забезпечення для мобільних учених стане можливим за умови участі України в групі Steering Group on Human Resources and Mobility (SGHRM);
- 9) запровадження *індикаторів оцінки участі України в ЄДП*, співпраця з системою моніторингу результатів інтеграції в ЄДП можливі тільки за участі України в комітеті ЄДП (ERAC).

При цьому для реалізації Українського національного дослідницького простору (УНДП) Кабінету Міністрів, Міністерству освіти і науки, а також Національній академії наук України (НАН України) буде доцільним зробити таке [19–21; 89]:

- 1) скласти план формування УНДП, який може частинами і в цілому інтегруватися в ЄДП;
- 2) узгодити дії Національної академії наук України з Національною академією медичних наук (НАМН) і Національною академією аграрних наук (НААН), а також громадськими науковими організаціями щодо спільних заходів із розробки Стратегії розумної спеціалізації регіонів України та інтеграції до ЄДП через імплементацію Дорожньої карти ЄДП 2015–2020;
- 3) розробити механізм реалізації Національного плану дій з імплементації Дорожньої карти ЄДП 2015–2020 для інноваційного розвитку через: (а) Відкриту науку; (б) Відкриті інновації; (в) Стратегію розумної спеціалізації; (г) підтримку з боку ЄС через технічну допомогу з реалізації узгоджених з ЄДП національних пріоритетів;
- 4) створити Раду ЄС – Україна з питань реформування науки та інноваційної системи України із залученням основних діючих осіб ЄДП та

УНДП для поетапного супроводу реалізації Дорожньої карти ЄДП 2015–2020;

- 5) провести Форум з презентації Національного плану дій з імплементації Дорожньої карти ЄДП 2015–2020 за участю основних діючих осіб ЄДП та УНДП, в тому числі ESFRI, ERIC-консорціумів та Європейського інституту інновацій та технологій.

На рис. 3.6 наведено пропозиції щодо узгодження інфраструктури вітчизняного дослідницького простору (УНДП) у відповідності з європейською практикою.

Згідно з рис. 3.6, під час реалізації української Дорожньої карти створення УНДП необхідно створити певні органи управління УНДП і науково-дослідницької інфраструктури, а саме [19–21; 89]:

- 1) Національну раду з питань науки і технологій (НРПНТ);
- 2) Науковий комітет НРПНТ як основу координаційного комітету УНДП;
- 3) Національний фонд досліджень;
- 4) Базові елементи науково-дослідницької інфраструктури, в тому числі:
 - (а) національну мережу Центрів передового досвіду;
 - (б) національні дослідницькі інфраструктури як українські частини консорціуму ERIC, а також вступ до інших європейських дослідницьких структур з виплатою членських внесків;
 - (в) мережі взаємодії національної та європейської грид-інфраструктури;
 - (г) платформи з реалізації Стратегії HR для дослідників в Україні;
 - (д) українську службу академічних обмінів та інші.

Так, першим кроком у формування УНДП стало перше засідання у другій декаді жовтня 2016 року Ідентифікаційного комітету з науки, головним завданням якого є формування персонального складу Наукового комітету НРПНТ. До Ідентифікаційного комітету увійшли дев'ять авторитетних українських і зарубіжних вчених, зокрема: член Нобелівського комітету з фізики Матс Ларсон (Швеція), професори Карл Бінакер (Нідерланди), Бертран Халперін (США), Джорж Гамота (США), Олег Лаврентович (США), Максим Стріха (Україна), Валерій Гусинін (Україна).

Головою Ідентифікаційного комітету з науки обрано Сергія Рябченка (Україна) – першим за часи незалежності головою Держкомітету з науки і технологій.

Під час цього засідання обговорювалися:

- 1) вимоги до кандидатів у члени Наукового комітету НРПНТ;

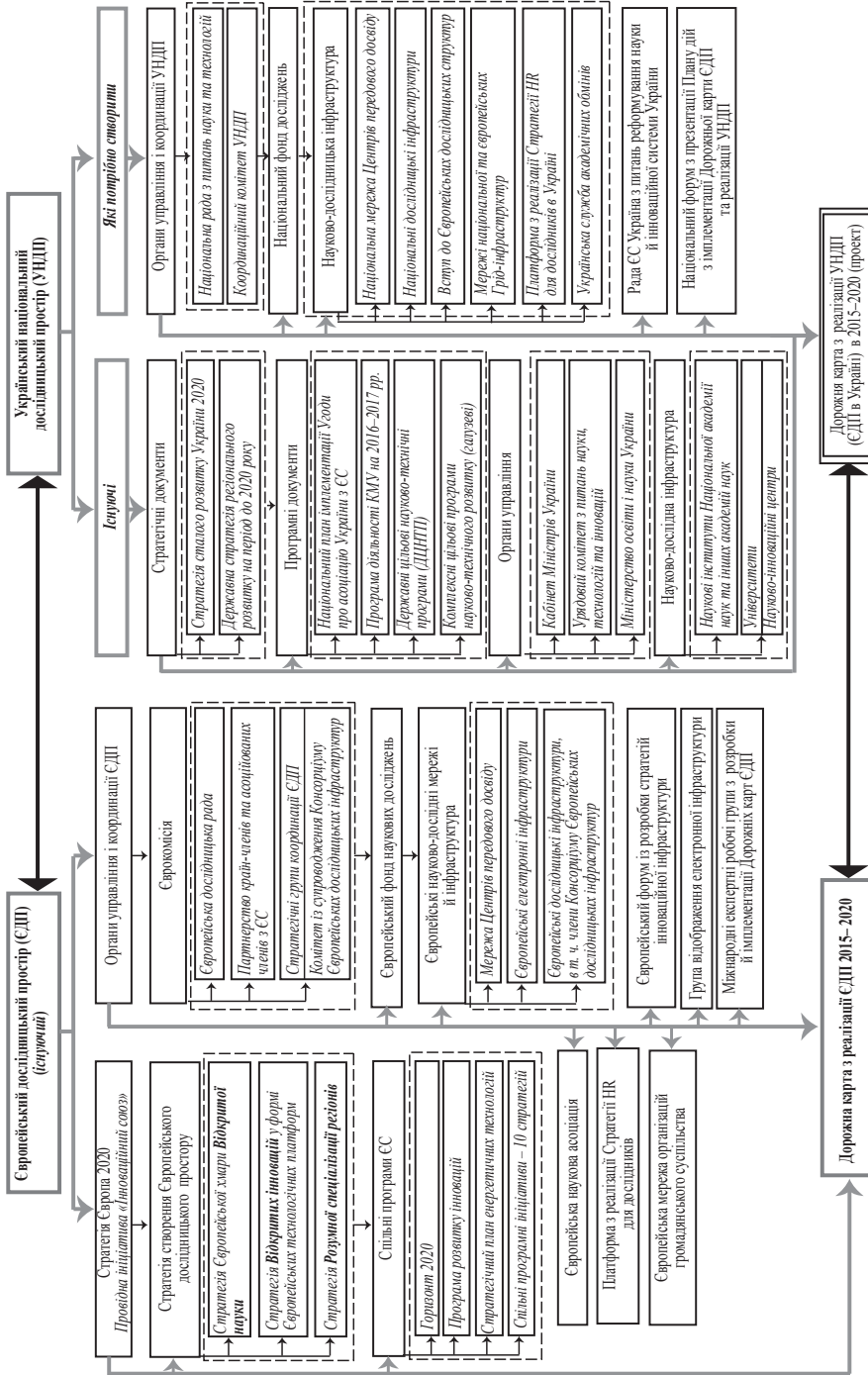


Рис. 3.6. Інфраструктура вітчизняного дослідницького простору (УНДП) відповідно до європейської практики

- 2) Положення про конкурс щодо обрання цих членів, в якому закладені механізми участі громадськості вже на етапі відбору кандидатів у члени (надання зворотного зв'язку по кандидатурах та експертної допомоги за потреби).

Положення про конкурс щодо обрання членів Наукового комітету НРПНТ буде затверджуватися Кабінетом Міністрів України.

У табл. 3.6 наведено основні очікувані результати від імплементації ЄДП в Україні [19–21; 89].

Таблиця 3.6

Очікувані результати від імплементації ЄДП в Україні [19–21; 89]

Заходи з імплементації	Очікувані результати
Поглиблена інтеграція України до ЄДП	Надасть можливість використання людського капіталу України для створення Центрів Передового Досвіду (Centres of Excellence) з використанням ресурсів європейських дослідницьких інфраструктур за допомогою електронних засобів цифрової науки. Україна має необхідну кількість висококваліфікованих кадрів ІТ-індустрії високого рівня, а входження їх до європейських дослідницьких інфраструктур дозволить вирішити проблему недостатнього фінансування наукових досліджень
Створення і узгодження національних Дорожніх карт з чіткими термінами впровадження	Стимулюватиме запровадження європейських стандартів і процедур експертної оцінки довготермінових проектів, які включають дослідницькі інфраструктури, центри передового досвіду, а також процедури оцінювання наукових інституцій. Узгодження з Єврокомісією та європейськими організаціями, які підтримують ЄДП, а також проведення міжнародного відбору членів Ідентифікаційного комітету та експертних комісій з оцінювання наукових інституцій дозволить цивілізовано вирішити можливий конфлікт інтересів між українськими вченими й органами державного управління. Експерти з оцінювання наукових інституцій повинні будуть відповісти на три групи питань: <ul style="list-style-type: none"> ▪ що відбувається сьогодні з українською науковою системою взагалі; ▪ наскільки ефективні чинні механізми, які потрібно вдосконалити; ▪ як удосконалити процес оцінювання результатів, проведення конкурсів
Розробка і застосування платформи Стратегії розумної спеціалізації	Дозволить створити Центри інноваційного розвитку у всіх регіонах України і розкрити потенціал українських учених (в тому числі в депресивних і старопромислових регіонах). Входження українських учених в ЄДП дозволить створити потенціал для реалізації конвергентних передових технологій в науці і виробництві, сприяти ефективному трансферу знань між державними та приватними структурами

До основних заходів з імплементації ЄДП в Україні слід віднести:

- 1) поглиблену інтеграція України до ЄДП;

- 2) створення і узгодження національних Дорожніх карт з чіткими термінами впровадження;
- 3) розробка і застосування платформи Стратегії розумної спеціалізації.

Таким чином, можна зробити висновок, що сьогодні Україна має вкрай незначний досвід зі створення національних дослідницьких інфраструктур, зокрема Український національний Grid, а також центрів передового досвіду – Державна ключова лабораторія молекулярної і клітинної біології та науково-освітній центр «Наноелектроніка і нанотехнології».

В той же час для трансформації української науки згідно із сучасними викликами та її повноцінної інтеграції до Європейського дослідницького простору необхідна нова консолідуюча й організуюча роль держави і наукових інституцій на основі тісної взаємодії з ЄС у частині розробки спільної стратегії розвитку науки й інноваційної сфери в Україні.

Перші паростки нової організації управління наукою та інноваціями в Україні вже почали з'являтися у вигляді інноваційних екосистем, насамперед, віртуальних інноваційних екосистем. Так, прикладом сучасної інноваційної екосистеми в Україні стала створена у 2014 році інноваційна екосистема Sikorsky Challenge – середовище, підтримуване Національним технічним університетом «Київський політехнічний інститут» та науковим парком «Київська політехніка», в якому відбувається повне технологічне коло – від пошуку ідеї нового бізнесу до залучення інвестицій та створення стартап-компаній, а також до складу якого входять: Стартап Школа «Sikorsky Challenge»; Фестиваль інноваційних проєктів «Sikorsky Challenge»; Бізнес-інкубатор «Sikorsky Challenge»; Інноваційне технологічне середовище «Sikorsky Lab»; Центр інтелектуальної власності; Венчурний фонд «Sikorsky Challenge» [90].

Основними завданнями цієї екосистеми є:

- 1) залучення та відбір креативних, бажаючих займатися інноваційним підприємництвом людей із числа винахідників, учених, аспірантів і студентів КПІ, інших університетів, науково-дослідних інститутів, а також представників бізнесу;
- 2) навчання відібраних учасників інноваційному підприємництву і створення у них мотивації для формування своїх технологічних ідей; вирощування бізнес-ідей, надання допомоги учасникам у розробці проєктів і створенні прототипів бізнес-продуктів;
- 3) пошук інвесторів / бізнес-ангелів для інвестування в перспективні проєкти (перший і другий раунд інвестицій);

- 4) відбір кращих стартап-проектів за участю тренерів, експертів фондів, інвесторів, бізнес-ангелів; організація та проведення конкурсу інноваційних бізнес-проектів Фестивалю «Sikorsky Challenge»;
- 5) допомога учасникам – авторам ідей в «заточуванні» відібраних стартап-проектів під зацікавлених інвесторів;
- 6) участь у відкритті та запуску стартап-компаній;
- 7) допомога та підтримка захисту прав інтелектуальної власності (оформлення авторських прав, патентів, ліцензій);
- 8) забезпечення юридичного, організаційного, бухгалтерського супроводу стартап-компанії до другого раунду інвестицій;
- 9) допомога у виведенні стартап-компанії на міжнародний рівень.

Віртуальний простір екосистеми реалізує бізнес-модель B2C, а реалізована модель взаємовідносин учасників – проект. Віртуальний простір екосистеми підтримує виконання проектів з різними цілями і забезпечує необхідну комплектацію команди проекту та взаємодію із зацікавленими сторонами (stakeholders).

Крім того, ще з 2006 року відповідно до діючих європейських технологічних платформ (ЄТП) та за ініціативою групи вчених і за підтримки національного інформаційного пункту (НІП) Рамкових програм науково-технічних досліджень ЄС в Україні було розпочато розробку пропозицій створення національних технологічних платформ (НТП).

Сучасні дослідження українських учених пов'язані як із загальними питаннями можливості створення НТП в Україні [91–93], так і у конкретних галузях, в тому числі у біоенергетиці [94], агропродовольчій сфері [95], технологіях виробництва передових матеріалів [96] та енергетичного машинобудування [19–21]. В той же час, більш-менш організованої форми набула сьогодні тільки одна українська НТП – у 2012 році на робочому засіданні голів кластерів була запропонована, обговорена та узгоджена остаточно структура НТП «Агропродовольчя» [95], прототипом якої є ЄТП «Їжа для життя». Інші НТП знаходяться все ще у стадії обговорення і формування.

У травні 2016 року, розуміючи необхідність реформування системи управління високотехнологічними галузями держави та модернізації науково-дослідницької та інноваційної інфраструктури, Департамент розвитку інновацій та інтелектуальної власності Міністерства економічного розвитку і торгівлі Україні підготував і опублікував для обговорення Проект «Стратегії розвитку високотехнологічних галузей до 2025 року» [97], в якому частково

враховані пропозиції з імплементації в Україні основних положень Дорожньої карти ЄДП 2015–2020. Вказаний проект Стратегії спрямований на формування усіх необхідних компонентів інноваційної екосистеми, але має ще багато неузгоджених положень і потребує досконального доопрацювання.

У дослідженні [19, с. 547–550; 20; 21] наведено узагальнені характеристики основних компонентів інноваційної екосистеми України та їх основних функцій, а також основні пропозиції щодо п'яти програм, які в сукупності дозволяють досягти мети Стратегії розвитку високотехнологічних галузей до 2025 року та створюють передумови для інноваційного розвитку економіки.

Так Стратегія включає п'ять програм, що в сукупності дозволяють досягти мети Стратегії та створюють передумови для інноваційного розвитку економіки:

- 1) Офіс Високих Технологій (High Tech Office) як інструмент підтримки інноваційних проєктів;
- 2) Розвиток експортоорієнтованої інноваційної екосистеми;
- 3) Цифровий порядок денний для України (Digital Agenda);
- 4) «Залучення» інноваційних ТНК (Welcome MNC) – програма заохочення та залучення світових високотехнологічних лідерів до розвитку виробництва, проведення наукових досліджень та створення робочих місць в Україні;
- 5) «Високотехнологічна» нація (High Tech Nation) – програма популяризації високих технологій, науки і техніки для населення України, насамперед серед молоді.

В той же час, як свідчить досвід провідних країн світу, основою мережових структур, що займаються великомасштабними міждисциплінарними дослідженнями (в тому числі у галузі конвергентних технологій) та подальшою комерціалізацією їх результатів відповідно до обраних і погоджених суспільством напрямів розвитку науки і технологій, є науково-освітні центри та дослідницькі університети.

Висновки до розділу 3

1. Запропоновано авторську концепцію розвитку конвергентних технологій в Україні як ключового фактора вирішення глобальних проблем в умовах нової промислової революції, що включає такі гіпотези:

1 – складність глобальних проблем потребує застосування міждисциплінарного підходу до їх вирішення; 2 – конвергенція NBIC-технологій дозволяє вирішити основні глобальні проблеми людства і є ключовим фактором нової промислової революції; 3 – конвергентні технології можливо впровадити лише за умов і наявності певного інноваційного потенціалу країни; 4 – для управління розвитком науково-технічного та інноваційного потенціалу країни необхідне прогнозування наслідків управлінських рішень; 5 – визначення пріоритетів науково-технологічного розвитку країни у зв'язку зі складністю вхідної інформації потребує автоматизації; 6 – наявність потенціалу розвитку конвергентних технологій у провідних галузях економіки визначає спроможність країни реагувати на виклики нової промислової революції; 7 – формування мереж конвергентних технологій стає можливим у рамках створення спільного з європейським національного дослідницького простору; 8 – основою мережових структур розвитку конвергентних технологій є науково-освітні центри.

2. Запропоновано підхід до періодизації науково-технічного розвитку, який пов'язує у цілісну картину економічні, технологічні і соціально-політичні фактори розвитку, а також характеризує структуру шостого технологічного укладу. Такий підхід надає нове наукове розуміння співвідношення між промисловими революціями і технологічними укладами в економіці майбутнього, яке поряд із традиційними включає поняття когнітивної революції, що заснована на використанні кіберфізичних систем на основі конвергентних NBIC-технологій, це дає можливість трансформації економічних процесів на основі впровадження орієнтованого на споживача інтернета речей. При цьому ключовим фактором ядра технологічного укладу буде стан конвергенції NBIC-технологій. Ядро нового шостого ТУ сформують такі галузі, як: наноматеріали і матеріали для ростових технологій, наноелектроніка та нанофотоніка, скануюча нанотехніка, наносистемна техніка, нанофабрики та 3D-друк, гена інженерія, молекулярні біотехнології, хмарні обчислення і багатомірне моделювання, інтернет речей, штучний інтелект. Носійними галузями будуть: медицина і фармація; агропродовольчий комплекс на основі нанобіотехнологій; мікроелектроніка, робототехніка; інформаційно-комунікаційна галузь; системи створення і перетворення (вирощування) матеріальних об'єктів; інтелектуальні системи управління виробництвом; освіта і науково-практичні дослідження; нова ядерна і термоядерна енергетика; відновлювальна енергетика; авіабудування

- і ракетно-космічний комплекс; автомобілебудування, судно- і верстатобудування; хімічно-металургійний комплекс.
3. Запропоновано визначення змісту нової промислової революції, яке включає органічне поєднання конвергентних NBIC-технологій з ключовими факторами Індустрії 4.0, що дає змогу якісно змінити систему виробництва та створити нові ринки на основі поєднання факторів системи Smart TEMP і посиленої інтеграції «кіберфізичних систем» (або CPS) у виробничі процеси. Ці технології Індустрії 4.0, поєднуючи фактори системи передового виробництва Smart TEMP (Т (technology) – розумні технології; Е (environment) – розумне середовище; М (manufacturing) – розумне виробництво; Р (products) – розумні продукти), створюють нові ринки та галузі, сприяють зростанню продуктивності праці, підвищенню конкурентоспроможності окремих секторів і національних економік.
 4. Запропоновано напрями вирішення глобальних проблем людства, що передбачає такі основні напрямки й інструменти для: (1) подолання *глобальної проблеми уповільнення науково-технічного прогресу* на основі впровадження конвергентних NBIC-технологій як ядра для розвитку й поширення системи передового виробництва Smart TEMP; (2) подолання *проблеми депопуляції і старіння населення* за рахунок: задоволення біофізичних потреб людини (нової медицини й охорони здоров'я); реалізації когнітивних потреб людини (штучний інтелект, віртуальна інтеграція тощо); нового технологічного оточення людини (робототехніка, сенсори, мережі); трансформації системи державного управління, задоволення на новому рівні морально-етичних потреб; (3) подолання *глобальної проблеми нестачі продовольства і вичерпання ресурсів* шляхом: розвитку глобальних аграрних технологій (генна інженерія, молекулярні біотехнології); створення нових розумних агровиробництв і переробки; розробки і поширення нових матеріалів для ростових технологій і 3D-друку; когнітивного управління агропродовольчою сферою і ресурсами; (4) подолання *екологічних проблем і створення нової енергетики* за рахунок: глобальних планетарних технологій (космос, океан, клімат, інфраструктура); нових енергетичних принципів побудови виробництва, безвідходних технологій; альтернативних джерел енергії; когнітивного управління навколишнім середовищем.
 5. Доведено, що основними трендами у вирішенні глобальних проблем людства на основі конвергенції знань, технологій і суспільства з ви-

користанням NBIC-технологій як фундаментальних інструментів і поширення системи передового виробництва Smart TEMP є такі: (1) розвиток і впровадження конвергентних технологій і створення передових виробництв Smart TEMP; (2) посилення фізичного та когнітивного потенціалу людини через конвергенцію NBIC-технологій та платформи людського виміру; (3) досягнення більш високої соціальної продуктивності й економічної ефективності за рахунок конвергенції NBIC-технологій, Smart TEMP і соціального управління; (3) підтримка сталої якості життя людства через конвергенцію платформ земного та людського виміру; (4) розширення завдяки конвергенції права та можливостей індивідів і їх груп на комплексну освіту, використання спіральної мережі творчого потенціалу й інноватики; (5) вдосконалення соціального прогресу через інтеграцію методів конвергенції, етичних аспектів, залучення громадян і влади задля відповідального розвитку нової моделі державності.

6. Обґрунтовано структурно-логічну схему наукового дослідження проблеми розвитку конвергентних технологій у країні як ключового фактора вирішення глобальних проблем в умовах нової промислової революції, яка здійснюється у такій послідовності: оцінка інноваційного потенціалу → моделювання сценаріїв науково-технічного й інноваційного процесів розвитку країни → форсайт-дослідження вибору пріоритетів науково-технологічного розвитку країни → визначення потенціалу розвитку конвергентних технологій в Україні у пріоритетних галузях → формування інфраструктури розвитку конвергентних технологій в Україні, що створило передумови її теоретичного вирішення та спростило прийняття управлінських рішень в економічній і соціальній сферах.
7. Доведено, що впровадження конвергентних технологій в Україні обумовлено потребою підвищення конкурентоспроможності вітчизняних товаровиробників на зовнішніх і внутрішніх ринках в умовах поглибленої інтеграції країни, перш за все, з країнами Європейського Союзу, і реалізації угоди про асоціацію між Україною та ЄС. За цих умов загострюється необхідність у проведенні наукових досліджень і комерціалізації їх результатів, спрямованих на підвищення інноваційної активності суб'єктів виробничої діяльності.
8. Доведено, що авіаційна галузь економіки України сьогодні знаходиться у кризовому стані: вона потребує реорганізації, реструктуризації та великих (600 млрд дол.) інвестицій для модернізації виробничої бази.

Український авіапром у цілому втратив свої конкурентні переваги і внаслідок відносно невеликих обсягів виробництва не є сьогодні локомотивом економічного зростання країни в цілому. З урахуванням інтересів національної безпеки України та збереження її інтелектуального потенціалу необхідно забезпечити функціонування цієї галузі економіки у будь-яких масштабах, перш за все, забезпечивши широке впровадження новітніх NBIC-технологій у виробництво сучасної конкурентоспроможної авіатехніки. Потенційно при переході на сучасні технології виробництва, в тому числі з використанням конвергентних технологій, авіабудування може перетворитися на одну із цікавинок економіки майбутньої України.

9. Високотехнологічна ракетно-космічна галузь економіки України знаходиться трохи у кращому фінансовому стані, аніж авіаційна промисловість. Але вона також потребує зміни пріоритетів розвитку і значних інвестицій для модернізації виробничої бази. Як і авіапром, ракетно-космічна галузь сьогодні внаслідок відносно невеликих обсягів виробництва не є локомотивом економічного зростання України. В той же час з урахуванням інтересів національної безпеки України та збереження її інтелектуального потенціалу необхідно забезпечити функціонування цієї галузі економіки. В умовах підвищеної військової загрози для України ракетно-космічна галузь після певної модернізації (з урахуванням впровадження новітніх конвергентних технологій) може, перш за все, виконувати провідну роль у створенні оборонного щита держави.
10. Визначення в Україні пріоритетів досліджень у конвергентних технологіях носить поки що безсистемний характер і не відповідає пріоритетам бюджетного фінансування. Необхідна розробка Стратегії розвитку конвергентних технологій в Україні у відповідності з глобальними і специфічними національними проблемами, створення Національної програми розвитку конвергентних технологій в Україні, в якій будуть ув'язані чіткі пріоритети наукових досліджень, забезпечення фінансуванням (за етапами робіт), організаційна підтримка держави, механізми впровадження у підприємницький сектор, критерії результативності заходів та підзвітність відповідальних виконавців перед урядом (за бюджетне фінансування) та підприємцями (за позабюджетні кошти).
11. Доведено, що існує необхідність у створенні Консультативних робочих груп як із співробітників НАН України та інших наукових закладів, так і за участю незалежних експертів, які мають певний досвід роботи

у визначеному напрямку досліджень, для аналізу поточного виконання програм розвитку конвергентних технологій, складання прогнозів і уточнення пріоритетів розвитку конвергентних технологій (зокрема NBIC-технологій) в Україні. Вказані заходи дадуть можливість більш раціонально скеровувати витрати обмежених бюджетних коштів і управляти відповідними дослідженнями, спрямованими на реструктуризацію промисловості і підвищення конкурентоспроможності економіки України в цілому.

12. Встановлено, що для комерціалізації результатів міждисциплінарних досліджень, розробки і використання конвергентних технологій у більшості країн – технологічних лідерів постала гостра необхідність формування *розвинутої інфраструктури*, яка буде займатись підтримкою науково-технологічного розвитку, прискоренням трансферу провідних (перш за все конвергентних) технологій у виробництво, створенням транспарентних умов для конкуренції і державно-приватного співробітництва.
13. Сформовано основні положення з формування інфраструктури вітчизняного дослідницького простору, який, на відміну від існуючого, базується на імплементації складових європейського дослідницького простору, що дає змогу впровадження кластерно-мережевої інфраструктури підтримки розвитку конвергентних технологій на основі науково-освітніх центрів. Показано, що у 2016 році Україна так і не надала до засідання комітету ЄДП свої пропозиції щодо Національного плану дій з імплементації Дорожньої карти ЄДП 2015–2020, що є прямим порушенням нового Закону України «Про наукову і науково-технічну діяльність», а також відповідних положень Угоди про асоціацію України з ЄС.
14. Доведено, що для реалізації Дорожньої карти ЄДП 2015–2020 в Україні доцільно: (1) створення і надання послуг *Ідентифікаційного комітету* для відбору членів Наукового комітету Національної ради з науки, техніки та інновацій України; (2) запровадження *Європейських стандартів експертизи проектів* з метою підвищення ефективності української національної дослідницької системи у тісному співробітництві з European Science Foundation (ESF); (3) організація *міжнародної експертизи (бази експертів) та експертної процедури з оцінки якості досліджень у різних інституціях* (науково-дослідних організаціях, вишах); (4) запровадження *дослідницьких університетів європейського типу* як складової мережі європейських дослідницьких університетів в Україні у співробітництві

з Лігою європейських дослідницьких університетів (LERI); (5) організація системи роботи *Національного дослідницького фонду* у співробітництві з Science Europe та організаціями, які фінансують наукові дослідження в ЄС; (6) Для розвитку міждисциплінарних досліджень та інтеграції до ЄДП необхідна *участь представників органів влади України, що фінансують дослідження, а також наукових експертів в групах, що мають відношення до ЄДП (ESFRI, e-IRG, комітеті з супроводження ERIC, міждержавних експертних робочих груп з розробки дорожніх карт дослідницьких інфраструктур та центрів передового досвіду з урахуванням Стратегії розумної спеціалізації; (7) узгодження встановлених законом України пріоритетних напрямків науково-технічного розвитку, на основі яких розробляються Державні цільові науково-технічні програми, а також узгодження цих ДЦНТП з аналогічними програмами інших держав ЄС в рамках комітету GPC; (8) зняття перешкод із залучення до вільного ринку дослідників, запровадження кодексів із найму фахівців, страхового пенсійного забезпечення для мобільних учених за умови участі України в групі Steering Group on Human Resources and Mobility (SGHRM); (9) запровадження індикаторів оцінки участі України в ЄДП, співпраця з системою моніторингу результатів інтеграції в ЄДП можливі за участі України в комітеті ERAC.*

15. Обґрунтовано, що для реалізації Українського дослідницького простору (УНДП) Кабінету Міністрів, Міністерству освіти і науки, а також Національній академії наук України (НАН України) буде доцільним: (1) скласти план формування УНДП, який може частинами і в цілому інтегруватися в ЄДП; (2) узгодити дії НАН України з Національною академією медичних наук (НАМН) і Національною академією аграрних наук (НААН), а також громадськими науковими організаціями щодо спільних заходів із розробки Стратегії розумної спеціалізації регіонів України та інтеграції до ЄДП через імплементацію Дорожньої карти ЄДП 2015–2020; (3) розробити механізм реалізації Національного плану дій з імплементації Дорожньої карти ЄДП 2015–2020 для інноваційного розвитку через: (а) Відкриту науку; (б) Відкриті інновації; (в) Стратегію розумної спеціалізації; (г) підтримку з боку ЄС через технічну допомогу з реалізації узгоджених з ЄДП національних пріоритетів; (4) створити Раду ЄС – Україна з питань реформування науки та інноваційної системи України із залученням основних діючих осіб ЄДП та УНДП для поетапного супроводу реалізації Дорожньої карти ЄДП 2015–2020; (5) провести Форум з презентації Національного плану дій

з імплементації Дорожньої карти ЄДП 2015–2020 за участю основних діючих осіб ЄДП та УНДП, в тому числі ESFRI, ERIC-консорціумів та Європейського інституту інновацій та технологій.

16. Доведено, що під час реалізації української дорожньої карти, перш за все, необхідно буде створити: (1) Національну раду з питань науки і технологій (НРПНТ); (2) Науковий комітет НРПНТ як основу координаційного комітету УНДП; (3) Національний фонд досліджень; (4) Базові елементи науково-дослідницької інфраструктури, в тому числі: (а) національну мережу Центрив передового досвіду; (б) національні дослідницькі інфраструктури як українські частини консорціуму ERIC, а також вступ до інших європейських дослідницьких структур з виплатою членських внесків; (в) мережі взаємодії національної та європейської грид-інфраструктури; (г) платформи з реалізації Стратегії HR для дослідників в Україні; (д) українську службу академічних обмінів тощо.
17. Показано, що проект Стратегії розвитку високотехнологічних галузей України до 2025 року створює передумови для розбудови *інноваційної екосистеми* в країні і включає до себе п'ять програм, у тому числі: (1) Офіс Високих Технологій (High Tech Office) як інструмент підтримки інноваційних проектів; (2) Розвиток експорто-орієнтованої інноваційної екосистеми; (3) Цифровий порядок денний для України (Digital Agenda); (4) «Залучення» інноваційних ТНК (Welcome MNC) – програма заохочення та залучення світових високотехнологічних лідерів до розвитку виробництва, проведення наукових досліджень і створення робочих місць в Україні; (5) «Високотехнологічна» нація (High Tech Nation) – програма популяризації високих технологій, науки та техніки для населення України.
18. Показано, що законодавчі положення про такі елементи науково-дослідницької інфраструктури, як технопарки, наукові парки, промислові парки, спеціальні економічні зони, положення про трансфер технологій, визначення пріоритетів інноваційної діяльності та інші потребують суттєвого перегляду з огляду на перспективу імплементації Україною основних положень Угоди про асоціацію України з ЄС, а також підготовки Національного плану дій з імплементації положень Дорожньої карти ЄДП 2015–2020.

Література до розділу 3

1. Кизим М. О. Промислова політика та кластеризація економіки України: монографія. Харків: ВД «ІНЖЕК», 2011. 301 с.
2. Кизим М. О., Матюшенко І. Ю., Моїсеєнко Ю. М., Бунтов І. Ю. Конвергенція NBIC-технологій як ключовий фактор становлення шостого технологічного укладу // Конкурентоспроможність: проблеми науки та практики 2011: монографія. Харків: ФОП Павленко О. Г., ВД «ІНЖЕК», 2011. С. 11–38.
3. Кун Т. Структура научних революцій/пер. с англ. М.: Прогресс, 1977. 340 с.
4. Арнольд В. Н. Теория катастроф/пер. с англ. М.: Наука, 1990. 128 с.
5. Занг В. Б. Синергетическая экономика. Время и перемены в нелинейной экономической теории/пер. с англ. М.: Мир, 1999. 335 с.
6. Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г. Синергетика – теория самоорганизации. Идеи, методы, перспективы: монография. М.: Знание, 1983. 64 с.
7. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Синергетика: Нелинейность времени и ландшафты коэволюции. М.: КомКнига, 2007. 272 с.
8. Зінченко В. А. Управління конкурентною боротьбою підприємств на зовнішніх ринках: монографія. Харків: ФОП Александрова К. М.; ВД «ІНЖЕК», 2012. 200 с.
9. Гейман О. А. Нелинейность экономики и неравномерность развития регионов: монография. Харьков: ФЛП Либуркина Л. М.; ИД «ИНЖЭК», 2009. 428 с.
10. Хаустова В. Є. Промислова політика в Україні: формування та прогнозування: монографія. Харків: ВД «ІНЖЕК», 2015. С. 86–88.
11. Гейман О. А., Хаустова В. Е. Нелинейный характер развития экономики Украины // Ліберманівські читання: економічна спадщина та сучасні проблеми: монографія. Харків: ФОП Либуркіна Л. М.; ВД «ІНЖЕК», 2009. С. 94–107.
12. Сергеева Л. Н. Нелинейная экономика: модели и методы: монография. Запорожье: Полиграф, 2003. 218 с.
13. Кизим М. О., Матюшенко І. Ю. Перспективи розвитку і комерціалізації нанотехнологій в економіках країн світу та України: монографія. Харків: ВД «ІНЖЕК», 2011. 392 с.
14. High-technology exports (% of manufactured exports) / Data. The World bank. URL: <http://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.TECH.MF.ZS/countries>

15. Matyushenko I., Khanova O. Convergence of Nbic-Technologies as a Key Factor in the Sixth Technological Order' Development of the World Economy. *Journal L'Association 1901 «SEPIKE»: Social Educational Project of Improving Knowledge in Economics*. 2014. № 6. P. 118–123.

16. Кизим М. О., Матюшенко І. Ю., Моїсеєнко Ю. М., Бунтов І. Ю. Конвергенція NBIC-технологій як ключовий фактор становлення шостого технологічного укладу // Конкурентоспроможність: проблеми науки та практики 2011: монографія. Харків: ФОП Павленко О. Г., ВД «ІНЖЕК», 2011. С. 11–38.

17. Матюшенко І. Ю., Бунтов І. Ю. Перспективи конвергенції NBIC-технологій для створення технологічної платформи нової економіки. *Бізнес Інформ*. 2012. № 2. С. 66–71.

18. Матюшенко І. Ю., Бунтов І. Ю. Синергетичний ефект розвитку NBIC-технологій для вирішення глобальних проблем людства. *Проблеми економіки*. 2011. № 4. С. 3–13.

19. Матюшенко І. Ю. Розробка і впровадження конвергентних технологій в Україні в умовах нової промислової революції: організація державної підтримки: монографія. Харків: ФОП Александрова К. М., 2016. 556 с.

20. Matyushenko I. Development and implementation of converging technologies in Ukraine under conditions of a new industrial revolution: organization of state support: Summary. *European Journal of Business, Economics and Accountancy*. 2017. Vol. 5 (1). P. 57–75. URL: <http://www.idpublications.org/wp-content/uploads/2017/01/Full-Paper-DEVELOPMENT-AND-IMPLEMENTATION-OF-CONVERGING-TECHNOLOGIES-IN-UKRAINE.pdf>

21. Matyushenko I., Loktionova M. Development and implementation of converging technologies in Ukraine under conditions of a new industrial revolution. *Journal L'Association 1901 «SEPIKE»: Social Educational Project of Improving Knowledge in Economics*. 2017. Vol. 16. P. 115–122. URL: http://media.wix.com/ugd/b199e2_5acbb2defc8543f5a2a3165228d1fdb1.pdf

22. Бабушкин А. И. Экономика предприятия авиационно-космической отрасли: учеб. пособие. Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2005. 258 с.

23. Куприянова В. С. Украина на мировом рынке авиационной продукции: проблемы кластеризации и концентрации. *Бизнес Информ*. 2007. №3-4. С. 18–27.

24. Кизим М. О., Матюшенко І. Ю., Купріянова В. С. Перспективи розвитку та державна підтримка виробництва цивільних літаків в Україні: монографія. Харків: ВД «ІНЖЕК», 2012. 228 с.

25. Васильев Н. Самолеты будут строить «Боинг», «Эрбас», «Бомбардье» и «Эмбраер» А мы? *Вестник воздушного флота*. 2006. Февраль. С. 77–79.
26. Airbus Global Market Forecast 2007–2026. URL: <http://www.eads.net/1024/en/pressdb/All%20Press%20Releases%20of%20the%20Year%202007.html>
27. Flight International. 2007. 4–10 September. P. 27–31.
28. Стратегічні виклики XXI століття суспільству та економіці України: В 3 т. / Т. 2: Інноваційно-технологічний розвиток економіки/за ред. акад. НАН України В. М. Гейця, акад. НАН України В. П. Семиноженка, чл. -кор. НАН України Б. Є. Кваснюка. Київ: 2007. 564 с.
29. Данні підприємств АП України. РБК-Україна // Транспортний бізнес: інформ. портал. URL: <http://tbu.com.ua>
30. АНТК «Антонов»: офіц. сайт. URL: <http://www.antonov.ru>
31. Рахункова палата України: офіц. сайт. URL: <http://www.ac-rada.gov.ua/achamber>
32. Про стан виконання Державної комплексної програми розвитку авіаційної промисловості України на період до 2010 року та першочергові завдання розвитку вітчизняного авіабудування: рішення РНБО України від 30.05.2008 № 0021525-08 (скасоване рішенням РНБО України від 30.06.2014 № 0008525-14) // База даних «Законодавство України/Верховна Рада України. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/n0021525-08>
33. Про схвалення Стратегії розвитку вітчизняної авіаційної промисловості на період до 2020 року: розпорядження Кабінету Міністрів України від 27.12.2008 № 1656-р (зі змінами) // База даних «Законодавство України/Верховна Рада України. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1656-2008-p>
34. Управління авіаційною промисловістю. Новини ОАК. URL: <http://aviaprom.rosprom.org/oak.html>
35. Кизим М. О., Матюшенко І. Ю., Чередник В. І. Високотехнологічний сектор економіки України та країн світу: стан і тенденції розвитку. *Проблеми економіки*. 2009. № 3. С. 3–17.
36. Матюшенко І. Ю., Куприянова В. С. Авиационная отрасль как высокотехнологическая и инновационная составляющая экономики Украины. *Бизнес Информ*. 2008. № 11. С. 142–144.
37. Матюшенко І. Ю., Куприянова В. С. Механизмы инновационного развития и государственного управления авиационной промышленностью в Украине // Проблемы и перспективы инновационного развития экономики в контексте преодоления мирового финансового кризиса: материалы

XIV Международной научно-практической конференции (г. Алушта, 14–19 сентября 2009). Симферополь: ФПЛ Бражникова Н. А., 2009. С. 258–261.

38. Матюшенко І. Ю., Ковальчук К. В. Світовий ринок озброєнь: перспективи для України. *Проблеми економіки*. 2011. № 1. С. 32–40.

39. Матюшенко І. Ю., Бунтов І. Ю., Ковальчук К. В. Оборонно-промисловий комплекс України: перспективи розвитку та місце на світовому ринку озброєнь. *Проблеми економіки*. 2011. № 3. С. 15–24.

40. Матюшенко І. Ю., Купріянова В. С. Програмно-цільовий підхід до державної підтримки розвитку вертольотобудування в Україні. *Бізнес Інформ*. 2012. № 1. С. 4–7.

41. Купріянова В. С., Матюшенко І. Ю. Стан та перспективи розвитку безпілотних літальних апаратів в Україні. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2015. № 50. С. 334–340.

42. Купріянова В. С., Матюшенко І. Ю. Державна підтримка розвитку вертольотобудування в Україні // Розвиток національної економіки: теорія і практика: матеріали Міжн. наук.-практ. конф. (м. Івано-Франківськ, 3–4 квітня 2015 р.). Тернопіль: Крок, 2015. С. 197–199.

43. Купріянова В. С., Матюшенко І. Ю. Державна підтримка розвитку безпілотних авіаційних комплексів в Україні // Проблеми формування та розвитку інноваційної інфраструктури: європейський вектор – нові виклики та можливості: тези доп. III Міжн. наук.-практ. конф. Львів: В-во Львів. політехніки, 2015. С. 506–507.

44. Кричевский С. В. Аэрокосмическая деятельность: междисциплинарный анализ: монография. М.: ЛИБРОКОМ, 2012. 384 с.

45. Матюшенко І. Ю., Макеева І. В. Інноваційний механізм розвитку ракетно-космічного комплексу України в умовах глобального економічного кризису. *Бізнес Інформ*. 2009. № 10. С. 40–52.

46. Матюшенко І. Ю., Макеева І. В. Перспективи розвитку ринку космічних апаратів в світі та в Україні // Конкурентоспроможність: проблеми науки та практики: монографія. Харків: ФОП Павленко О. Г., ВД «ІНЖЕК», 2010. С. 56–73.

47. Коммерческая космическая деятельность фирм Boeing и Lockheed Martin снижается // Державне космічне агентство України: офіц. сайт. URL: <http://www.nkau.gov.ua>

48. Крылов А. Спутниковые системы связи и вещания. Состояние и перспективы развития: аналитический обзор. URL: http://mosspaceclub.ru/3part/krilov_2.pdf

49. State of the Satellite Industry Report // TAURI Group; Satellite Industry Association. 2014. Sept. 33 p. URL: http://www.sia.org/wp-content/uploads/2014/05/SIA_2014_SSIR.pdf

50. Матюшенко І. Ю. Перспективи комерційного застосування нанотехнологій в ракетно-космічній техніці. *Економіка та управління підприємствами машинобудівної галузі: проблеми теорії і практики*. 2012. № 2. С. 43–66.

51. Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері космічної діяльності на період до 2032 року: розпорядження Кабінету Міністрів України від 30.03.2011 № 238-р // База даних «Законодавство України/Верховна Рада України. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/238-2011-%D1%80>

52. Про схвалення Концепції Загальнодержавної цільової науково-технічної космічної програми на 2013–2017 рр.: розпорядження Кабінету Міністрів України від 15.02.2012 № 79-р // База даних «Законодавство України/Верховна Рада України. URL: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/79-2012-%D1%80#n8>

53. Алексеев Ю. О выборе приоритетов в космической деятельности Украины. *Вселенная, пространство, время*. 2006. № 2. С. 20–23.

54. Фельдман В. С берегов Днепра – на орбиты. *Газета 2000*. 2011. № 33. С. 11.

55. Бойко Н. М. Особливості розвитку нанотехнологій в Україні // Проблемы и перспективы инновационного развития экономики: Региональное инновационное развитие: политика, управление, законодательство: материалы XV Междунар. науч.-практ. конф. (г. Алушта, 13–18 сентября 2010 г.) Алушта, 2010. С. 28–31.

56. Про Цільову комплексну програму з наукових космічних досліджень на 2012–2016 рр.: постанова Президії НАН України від 23.12.2011 № 353 // База даних «Нормативні акти НАН України/Національна академія наук України. URL: http://www1.nas.gov.ua/infrastructures/Legaltexts/nas/2011/regulations/OpenDocs/111223_353_d2.pdf

57. Національна академія наук України та КБ «Південне» уклали Генеральну угоду про науково-технічне співробітництво в сфері створення ракетно-космічної техніки // Державне космічне агентство України: офіц. сайт. URL: <http://nkau.gov.ua/nsau/newsnsau.nsf/HronolR/55da0d6642aa5631c2257a99003439eb!OpenDocument&Lang=R&Click=>

58. Звіт про діяльність Національної Академії наук України у 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 // НАН України. Київ: Академперіодика, 2009–2016.

59. Подальше поглиблення співробітництва у сфері наукових досліджень та використання космічного простору (підписання угоди про співробітництво з Державним космічним агентством України 25 лютого 2015 р.). *Вісник Національної академії наук України*. 2015. № 4. С. 44–46.

60. Стратегія космічної діяльності України до 2022 року: наказ Державного Космічного Агентства України від 21.05.2015 № 100. Державне космічне агентство України: офіц. сайт. URL: <http://www.nkau.gov.ua/nsau/catalognew.nsf/mainU/359DFEFAD3B756F7C2257E66002A1265?OpenDocument&Lang=U>

61. Урський О., Горбулін В., Дегтярев О. У космічне майбутнє – разом із міжнародною спільнотою // Державне космічне агентство України: офіц. сайт. URL: <http://goo.gl/3Fkpyu>

62. Матюшенко І. Ю. Агентства регіонального розвитку як інноваційний механізм регіональної інвестиційної політики. *Соціальна економіка*. 2004. № 1–2. С. 164–176.

63. Матюшенко І. Ю. Перспективи створення національної інноваційної системи в Україні // Проблеми и перспективи инновационного развития экономики: материалы I инновационного форума СНГ «Международное инновационное развитие и инновационное сотрудничество: состояние, проблемы и перспективы». Алушта: ЦИПИН им. Г. М. Доброва НАНУ, 2006. С. 85–92.

64. Матюшенко І. Ю. Національна інноваційна система як механізм реалізації інтелектуального капіталу України // Інновації: проблеми науки і практики 2006: монографія. Харків: ВД «ІНЖЕК», 2006. С. 71–106.

65. Кизим Н. А., Матюшенко И. Ю. Перспективы развития исследовательских центров как элементов инфраструктуры экономики знаний в России и Украине // Управление инновациями – 2007: Материалы Междун. науч.-практ. конф. ИПУ РАН (г. Москва, 12–14 ноября 2007 г.). М.: Доброе слово, 2007. С. 220–226.

66. Матюшенко І. Ю. Створення регіональних інноваційних систем в Україні як передумова ефективного трансферу технологій на прикладі Харківської області // Проблеми и перспективы инновационного развития экономики: материалы XIII Междун. науч.-практ. конф. по инновационной деятельности (Киев – Симферополь – Севастополь, 15–19 сентября 2008 г.). Симферополь: ФАП Бражникова Н. А., 2008. С. 312–317.

67. Матюшенко И. Ю. Перспективы создания инновационных кластеров в Украине // Управление инновациями – 2008: материалы Междун. науч.-практ.

конф. ИПУ РАН (г. Москва, 17–18 ноября 2008 г.). М.: Доброе слово, 2008. С. 148–153.

68. Загорський В. С., Матюшенко І. Ю. Центри трансферу технологій як елемент інноваційної інфраструктури держави та її регіонів // Інновації: проблеми науки та практики 2008: монографія. Харків: ФОП Александрова К. М., ВД «ІНЖЕК», 2008. С. 21–49.

69. Кизим М. О., Матюшенко І. Ю. Індустріальні парки як ринковий механізм трансформації територіально-виробничих комплексів на прикладі країн США, Близького Сходу та України // Інновації: проблеми науки та практики 2009: монографія. Харків: ФОП Лібуркіна Л. М., ВД «ІНЖЕК», 2009. С. 24–54.

70. Матюшенко І. Ю. Створення зон техніко-економічного розвитку в Китаї і розбудова індустріальних парків в Україні як ефективних механізмів високотехнологічного розвитку // Соціально-економічний розвиток України та її регіонів: проблеми науки та практики 2009: монографія. Харків: ФОП Лібуркіна Л. М., ВД «ІНЖЕК», 2009. С. 148–162.

71. Матюшенко І. Ю. Наукові парки як один з механізмів розвитку високотехнологічних галузей промисловості // Проблемы и перспективы инновационного развития экономики: Региональное инновационное развитие: политика, управление, законодательство: материалы XV Междун. науч.-практ. конф. (г. Алушта, 13–17 сентября 2010 г.). Киев-Симферополь-Алушта, 2010. С. 336–346.

72. Матюшенко І. Ю. Перспективи відновлення технопарків в Україні // Перспективи розвитку України: теорія, методологія, практика: матеріали XV Міжн. наук.-практ. конф. (м. Луцьк, 13–17 вересня 2010 р.). Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Л. Українки, 2010. С. 153–156.

73. Матюшенко І. Ю. СЕЗ і ТПР як один з механізмів розвитку високотехнологічних галузей в світі та в Україні // Інновації: проблеми науки та практики 2010: монографія. Харків: ФОП Павленко О. Г., ВД «ІНЖЕК», 2010. С. 241–277.

74. Кизим М. О., Матюшенко І. Ю., Чередник В. І., Заїчко Г. В. Технопарки як механізм розвитку високотехнологічних галузей в Україні // Социально-экономическое развитие Украины и ее регионов: проблемы науки и практики 2010: монографія. Харьков: ФЛП Александрова К. М., ИД «ИНЖЭК», 2010. С. 80–109.

75. Матюшенко И. Ю. Создание технополисов как перспективный инструмент развития региональной инновационной инфраструктуры России

и Украины // Организационно-экономические проблемы регионального развития в современных условиях: материалы Всеукр. науч.-практ. конф. (г. Симферополь, 29 апреля 2011 г.). Симферополь: ТНУ им. В. И. Вернадского, 2011. С. 229–233.

76. Матюшенко І. Ю. Науково-освітні центри як основний елемент національних нанотехнологічних мереж розвинутих країн світу. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»*. Серія: Актуальні проблеми управління та фінансово-господарської діяльності підприємства. 2012. № 45 (951). С. 115–127.

77. Матюшенко І. Ю. Стимулювання технологічного розвитку України в державних програмах економічного розвитку в 2013–2014 рр. *Бізнес Інформ*. 2013. № 4. С. 29–37.

78. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони: ратиф. Законом від 16.09.2014 № 678-VII // База даних «Законодавство України/Верховна Рада України. URL: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/984_011

79. Про імплементацію Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони: розпорядження Кабінету Міністрів України від 17.09.2014 № 847-р (із змінами) // База даних «Законодавство України/Верховна Рада України. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/847-2014-%D1%80>

80. Про Стратегію сталого розвитку «Україна – 2020»: указ Президента України від 12.01.2015 № 5/2015 // База даних «Законодавство України/Верховна Рада України. URL: <http://www.president.gov.ua/documents/18688.html>

81. Про затвердження Державної стратегії регіонального розвитку на період до 2020 року: постанова Кабінету Міністрів України від 06.08.2014 № 385 // База даних «Законодавство України/Верховна Рада України. URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/385-2014-%D0%BF>

82. Про стан та законодавче забезпечення розвитку науки та науково-технічної сфери держави: постанова Верховної Ради України від 11.02.2015 № 182-VIII // База даних «Законодавство України/Верховна Рада України. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/182-19>

83. Про наукову і науково-технічну діяльність: Закон України від 26 листопада 2015 р. № 848-VIII. *Відомості Верховної Ради (ВВР)*. 2016. № 3. ст.25. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/848-19>

84. Шевченко А., Шадура В. Потяг «ЄДП» рушив, а Україна залишилася на платформі. *Дзеркало тижня*. 2016. № 15 (261). С. 12.

85. Національний дослідницький простір // ERA-Ukraine: офіц. сайт. URL: <https://sites.google.com/site/eraukraine/nacionalnij-doslidnickij-prostir>

86. Дорожня карта Європейського дослідного простору в Україні/Національний дослідницький простір // ERA-Ukraine: офіц. сайт. URL: <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWVpbnxlcmlF1a3JhaW5lfGd4OmFhMmMSZTNlNTk3ZGYzNw>

87. Матюшенко І. Ю., Князев В. М., Хаустова В. Є. Інституційна підтримка науково-інноваційного розвитку при формуванні єдиного дослідницького простору в країнах ЄС і Україні. *Наука та інновації*. 2017. Т.13. № 2. С. 5–26. DOI:10.15407/scin13.02.005

88. Matyushenko I., Sviatukha I., Sahno A. Prospects for governmental support of convergent technologies development in the World and Ukraine. *Advanced Science Journal*. 2017. Vol. 1. P. 10–24. DOI:10.15550/ASJ.2017.01.010

89. Матюшенко І. Ю. Перспективи формування національного дослідницького простору України з урахуванням дорожньої карти єдиного дослідницького простору // Конкурентоспроможність та інновації: проблеми науки та практики: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 17–18 листопада 2016 р.). Харків: ФОП Лібуркіна Л. М., 2016. С. 65–73.

90. Інноваційна екосистема Sikorsky Challenge // Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». URL: <http://kpi.ua/ecoino>

91. Карлюк Г. В. Технологічні платформи в Україні як інструмент забезпечення економічного зростання // Проблеми та перспективи розвитку інноваційної діяльності в Україні: матеріали VI Міжнар. бізнес-форуму (м. Київ, 22 березня 2013 р.). Київ: Київський національний торговельно-економічний університет, 2013. С. 99–100.

92. Кваша Т. К., Литвинова В. В., Грабовський Б. О. Технологічні платформи: європейський досвід створення та функціонування: аналітична довідка. Київ: УкрІНТЕІ, 2011. 40 с.

93. Європейські технологічні платформи та підходи до створення українських технологічних платформ. Бюлетень №2 // Формування мережі обміну інформацією про науково-освітні програми Європейського Союзу. Проект № 45309. 2012. 21 с. URL: http://cstei.lviv.ua/upload/pub/IRF/1340728263_69.pdf

94. Зелінська А. М. Технологічні платформи як ефективний інструмент інноваційного розвитку біоенергетики. *Інноваційна економіка*. 2012. № 4 (30). С. 36–41.

95. Українська національна технологічна платформа «Агропродовольча» в мережі ЄТП «Їжа для життя» // УНТП «Агропродовольча»: офіц. сайт. URL: <http://www.agrofoodplatform.com/>

96. Солонін Ю. М., Гороховатська М. Я., Білан І. І. Технологічна платформа «Передові матеріали і технологічні процеси їх отримання» як основа відродження передової ролі України у галузі матеріалознавства. *Вісник НАН України*. 2012. № 4. С. 55–59.

97. Проект «Стратегії розвитку високотехнологічних галузей до 2025 року» // Міністерство економічного розвитку і торгівлі України: офіц сайт. URL: <http://www.me.gov.ua/Documents/Detail?lang=uk-UA&id=c3081991-45fb-47df-abc6-59822e854a99&title=ProektstrategiiRozvitkuVisokotekhnologichnikhGaluzeiDo2025-Roku>

ВИСНОВКИ

У дослідженні на основі вивчення світового досвіду обґрунтовано новий концептуальний підхід до розвитку конвергентних технологій в Україні для вирішення глобальних проблем в умовах нової промислової революції а також отримано низку взаємопов'язаних наукових і практичних результатів різного рівня новизни: методологічного, теоретичного та емпіричного.

На методологічному рівні з позиції та принципів синергетичної парадигми розглянуто проблему розвитку конвергентних технологій у країні для вирішення глобальних проблем в умовах нової промислової революції, а також запропоновано порядок наукового дослідження цієї проблеми.

На теоретичному рівні:

1. Розроблено концепцію розвитку конвергентних технологій у країні для вирішення глобальних проблем в умовах нової промислової революції, що ґрунтується на ряді взаємопов'язаних положень, які одержані в результаті доведення гіпотез: 1 – складність глобальних проблем потребує застосування міждисциплінарного підходу до їх вирішення; 2 – конвергенція NBIC-технологій дозволяє вирішити основні глобальні проблеми людства і є ключовим фактором нової промислової революції; 3 – конвергентні технології можливо впровадити лише за умов і наявності певного інноваційного потенціалу країни; 4 – для управління розвитком науково-технічного та інноваційного потенціалу країни необхідне прогнозування наслідків управлінських рішень; 5 – визначення пріоритетів науково-технологічного розвитку країни у зв'язку зі складністю вхідної інформації потребує автоматизації; 6 – наявність потенціалу розвитку конвергентних технологій у провідних галузях економіки визначає спроможність країни реагувати на виклики нової промислової революції; 7 – формування мереж конвергентних технологій стає можливим у рамках створення спільного з європейським національного дослідницького простору; 8 – основою мережевих структур розвитку конвергентних технологій є науково-освітні центри;
2. Запропоновано бачення змісту нової промислової революції на основі поєднання конвергентних NBIC-технологій з ключовими факторами

системи передового виробництва Smart TEMP, обґрунтовано підхід до розуміння співвідношення промислової революції та технологічного укладу в економіці майбутнього, що включає поняття когнітивної революції, заснованої на використанні, та визначає структуру шостого ТУ (ключовим фактором ядра буде стан конвергенції NBIC-технологій, а ядро сформують галузі системи передового виробництва Smart TEMP), а також визначені напрями вирішення глобальних проблем людства на основі впровадження конвергентних технологій як фактора розвитку й поширення системи передового виробництва Smart TEMP.

3. Запропоновано підходи до формування інфраструктури конвергенції знань, технологій і суспільства як результату формування мереж конвергентних технологій в рамках створення спільного з європейським національного дослідницького простору.

На емпіричному рівні:

1. Проведено аналіз наявних глобальних проблем і виокремлено чотири групи, що відносяться до матеріальної сфери, а саме: депопуляція і старіння населення; нестача продовольства та вичерпання запасів низки видів сировини; екологічні проблеми та нова енергетика; уповільнення науково-технічного прогресу та відставання у переході до нового технологічного укладу. Аналіз прогнозів розвитку науково-технічної й інноваційної діяльності розвинених країн – технологічних лідерів і країн, що розвиваються, дозволив встановити, що найбільш перспективними для вирішення глобальних проблем сьогодні є технології, які мають багато-профільний і міждисциплінарний характер, а саме: фотоніка, біотехнології, нанотехнології, мікротехнології, ІКТ у виробничих системах, передові матеріали, адитивне виробництво, енергетичні та технології навколишнього середовища. При цьому в Україні серед великої кількості офіційно затверджених стратегічних інноваційних пріоритетів, що формально відповідають інноваційним пріоритетам країн-лідерів, профінансовано за останнє десятиліття тільки два: освоєння нових технологій високотехнологічного розвитку транспортної системи, ракетно-космічної галузі, авіа- та суднобудування, озброєння та військової техніки; технологічне оновлення та розвиток агропромислового комплексу.
2. Визначено потенціал розвитку конвергентних технологій в Україні, які дають найбільший результат при застосуванні в галузях економіки, що безпосередньо пов'язані з вирішенням глобальних проблем, на прикладі авіакосмічного комплексу.

3. Розроблено пропозиції до розширення інфраструктури вітчизняного дослідницького простору в Україні у відповідності до європейської практики державної підтримки науково-інноваційної діяльності та розвитку конвергентних технологій, який базується на створенні й узгодженні спільного з європейським національного дослідницького простору.
4. Розроблено пропозиції із запровадження дорожньої карти УНДП, створення органів управління і координації УНДП, запровадження найбільш прийнятної кластерно-мережевої інфраструктури підтримки розвитку конвергентних технологій (що є мережею кластерів на базі науково-освітніх центрів, науково-дослідницьких та академічних університетів, які мають одночасно університетську і академічну матеріальну і лабораторну базу для роботи у цій галузі), а також удосконалення низки законів і нормативно-правових актів, що регулюють науково-інноваційну діяльність в умовах нової промислової революції.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1

Основні концепції нової промислової революції XXI століття [110; 119–123; 139; 140]

Концепція	Основний зміст
1	2
«Революція атомарно точного виробництва (АТВ-революція»); Е. Дрекслер, Інститут Форсайту (США), 1986–2012 рр. [119]	<ul style="list-style-type: none"> ▪ використовуються <i>нанорозмірні пристрої, що обробляють матеріали з атомарною точністю</i>, при цьому природна організація машин і механізмів всередині АТВ-системи практично відповідає тій, що використовується на сучасних фабриках і заводах; ▪ подібно механізмам біологічного метаболізму та на протигагу промисловості АТВ не має потреби в інфраструктурі, що охоплює всю Землю, а необхідний АТВ ланцюг постачань може бути таким саме коротким, як ланцюг від сонячного світла до трави. АТВ, як і сільськогосподарські процеси, може використовувати загальнодоступні локальні матеріали та відносно дешеву сонячну енергію, яка за допомогою фотовольтаїки перетворюється на електричну та без викидів CO₂; ▪ реалізується сутність цифрового принципу, який дозволяє АТВ-механізмам виробляти точні матриці атомів, що являють собою великі, але точні молекулярні структури. Отже, з цієї точки зору, АТВ означає перенесення в матеріальний світ цифрової революції. Інакше кажучи, АТВ має такий потенціал матеріальної революції, який здатен забезпечити його розповсюдження зі швидкістю цифрових медіа
«Поєднання відновлювальної енергетики та інтернету»; Дж. Ріфкін, Массачусетський технологічний інститут (США), 2011 р. [120]	<ul style="list-style-type: none"> ▪ у новій промисловій революції три основи: (1) широка експлуатація відновлюваних джерел енергії; (2) будівництво будівель, які самі виробляють енергію, (3) перехід до використання водню як акумулятора енергії; ▪ <i>поєднання інтернет-технологій і технологій відновлюваної енергетики</i> дозволяють сформуванню потужної нової інфраструктури, що дозволить світу увійти в постуглецеву еру до середини XXI століття і запобігти катастрофічній зміні клімату
«Індустрія 4.0» (кіберфізичних систем) Ч. Гріфдстафф, компанія Siemens PLN Software (Німеччина), 2011 [122; 123]	<ul style="list-style-type: none"> ▪ рушійною силою є інтегровані інтелектуальні процеси та продукти, що генерують так звані великі дані, які повністю змінюють ландшафт виробництва та 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; ▪ використання <i>кіберфізичних систем для впровадження орієнтованого на споживача «Інтернету речей»</i>

1	2
«Конвергенція NBIC-технологій»; М. Роко, У. Бейнбридж, Всесвітній центр оцінки технологій (США), 2002–2013 рр. [110; 139; 140]	<ul style="list-style-type: none"> ▪ злиття й інтенсивна взаємодія революційних науково-технологічних напрямків: <i>нано-, біо-, інфо- і когнитивних технологій</i> (NBIC-технологій); ▪ значний синергетичний ефект; широка сфера предметних областей, від атомарного рівня матерії до розумних систем; ▪ перспектива якісного зростання технологічних можливостей індивідуального та суспільного розвитку людини; ▪ формування технологічної основи для <i>конвергенції знань, науки та суспільства (КЗТС)</i>

Джерело: сформовано автором на основі [110; 119–123; 139; 140]

Таблиця А.2

Найбільш відомі визначення провідних виробничих технологій (ПВТ)

Назва організації	Визначення ПВТ
1	2
Національна асоціація перспективних виробничих технологій США (National Association of Advanced Manufacturing, NACFAM)	ПВТ широко використовують комп'ютерні, високоточні й інформаційні компоненти, інтегровані з високопродуктивною робочою силою, створюючи систему, яка сполучає в собі переваги масового виробництва і в той же час гнучко налаштована на необхідний на цей момент обсяг випуску, а також має високий ступінь кастомізації з метою швидкого реагування на потреби клієнтів
Інститут оборонного аналізу США (Institute for Defence Analyses, IDA)	Під ПВТ розуміють як традиційні, так і високотехнологічні галузі, в яких відбувається покращення існуючих і / або створення нових матеріалів, виробів і процесів шляхом впровадження досягнень науки і техніки, високоточних та інформаційно-комунікаційних технологій, інтегрованих з високопродуктивною робочою силою, інноваційним бізнесом або організаційними моделями
Експертна група високого рівня Європейської комісії з ключових технологій (High Level Expert Group on Key Enabling Technologies (HLG-KET))	<p>ПВТ – це ключові технології, що поєднують знання і капіталомісткі технології, пов'язані з високою інтенсивністю досліджень і розробок, швидкими та комплексними інноваційними циклами, високими капітальними витратами та висококваліфікованою працею. Їх вплив є поширеним, що охоплює процеси, продукти й інноваційні послуги по всій економіці. Вони носять системний, багатопрофільний і міждисциплінарний характер, пронизуючи багато технологічних областей з тенденцією до конвергенції, інтеграції технологій і потенціалу, що викликає структурні зміни.</p> <p>Ключові технології (передові виробничі технології, сучасні матеріали, промислові біотехнології, мікро- та наноелектроніка, нанотехнології і фотоніка) є незамінними будівельними технологічними блоками (особливо в поєднанні) для впровадження інновацій, забезпечуючи додану вартість, а також лежать в основі широкого спектра застосування продуктів у стратегічно важливих</p>

Закінчення табл. А.2

1	2
	європейських ланцюжках доданої вартості та впливають на економічні умови, зайнятість і якість життя європейських громадян
Сколківський інститут науки і технологій (СІНТ), Росія	ПВТ – це комплекс процесів проектування і виготовлення на сучасному технологічному рівні кастомізованих (індивідуалізованих) матеріальних об'єктів (товарів) різної складності, вартість яких співвідноситься з вартістю товарів масового виробництва, в тому числі в країнах з дешевою робочою силою

Джерело: сформовано автором на основі [128–135]

Додаток Б

Таблиця Б.1

Проблеми людства та можливості і загрози, що несуть в собі процеси конвергенції NBIC-технологій [54, с. 35–36; 110; 111; 115]

Глобальна проблема	Можливості, що можуть бути реалізовані у найближчі 20 років	Можливості, що можуть бути реалізовані у більш віддаленому майбутньому	Зміни та загрози від впровадження NBIC-технологій
1	2	3	4
Депопуляція і старіння населення	<ol style="list-style-type: none"> Цілеспрямоване втручання в генетику людини (та інших видів живих організмів). Інженерія органів і тканин, створення протезів і штучних органів, перевершують за своїми можливостями природні. Ефективна профілактика та лікування практично всіх захворювань. Призупинення старіння 	<ol style="list-style-type: none"> Радикальне розширення фізичних та інтелектуальних можливостей людини. Ревіталізація (оживлення, вилікування і омолодження) людей, що зберігаються сьогодні у стані глибокого охолодження засобами сучасної кріоніки 	<ol style="list-style-type: none"> Більшість людей будуть мати змогу покращити себе за допомогою заміни частин тіла на штучні та прямого втручання в генетичний апарат та обмін речовин
Нестача продовольства, вичерпання запасів ряду видів сировини та палива	–	<ol style="list-style-type: none"> Досягнення глобального матеріального достатку на основі розвинених NBIC-технологій. Освоєння людиною нових середовищ проживання (водного середовища, інших планет, відкритого космосу, віртуального Всесвіту) 	<ol style="list-style-type: none"> Перетворення природи на безпосередню виробничу силу. Ресурси, що доступні людині, стануть практично необмеженими
Нова енергетика й енергозбереження; екологічні проблеми	–	<ol style="list-style-type: none"> Ефективне управління кліматичними змінами та процесами у біосфері, глобальне відновлення природних екосистем 	–
Уповільнення науково-технічного прогресу	<ol style="list-style-type: none"> Розширення інтелектуальних можливостей людини за рахунок використання вживлених або таких, що носяться, сенсорних пристроїв, комп'ютерів, додаткової пам'яті, пристроїв зв'язку. 	<ol style="list-style-type: none"> Поява систем штучного інтелекту, що перевершує людину за своїми можливостями. Перенесення особистості людини на новий фізичний 	<ol style="list-style-type: none"> Трансформується розум людини, в тому числі й етичні системи. Постлюдський розум і штучний інтелект

Закінчення табл. Б.1

1	2	3	4
	<p>2. Поява систем штучного інтелекту, що перевершують людину за своїми можливостями.</p> <p>3. Подальший розвиток інтерфейсу «людина – комп’ютер».</p> <p>4. Переміщення все більшої частини активності у віртуальні простори.</p> <p>5. Розмивання бар’єрів, що залишилися, між людьми – географічних, державних, мовних</p>	<p>носії (наприклад, на штучну нейронну мережу або в комп’ютер, що має відповідну архітектуру й обчислювальну потужність.</p> <p>3. Терраформінг планет.</p> <p>4. Космічна мегаінженерія.</p> <p>5. Створення біологічного суспільства, що буде максимально комфортним і повністю виключить страждання</p>	<p>вийдуть на рівень надрозуму, який якісно переважає рівень людини.</p> <p>3. Стане питання щодо границь людяності.</p> <p>4. Дії штучного інтелекту можуть далеко виходити за межі розуміння людини.</p> <p>5. Існує загроза виходу з-під контролю людини нанороботів, що самовідтворюються</p>

Джерело: сформовано автором на основі [54, с. 35–36; 110; 111; 115]

Таблиця Б.2

Двадцять основних цілей конвергенції NBIC-технологій у середньостроковому періоді до 2030 року [139-141]

Глобальна проблема	Період прогнозування (кінцевий термін)									
	До 2015 року		До 2020 року		До 2025 року		До 2030 року			
	Ідея	Зміст	Ідея	Зміст	Ідея	Зміст	Ідея	Зміст	Ідея	Зміст
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Депопуляція і старіння населення	1. Зручні сенсори та комп'ютери	Покращать обізнаність людини про її стан здоров'я, стан оточуючого середовища, про бізнес і ресурси	1. Більш швидке та надійніше отримання нових знань	Одержання знань людьми із різним минулим і можливостями в школі, на роботі та вдома	1. Більш досконале людське тіло	Людське тіло стане більш міцним, здоровим, енергійним, легшим для відновлення та більш стійким до стресу, біозагроз і процесів старіння	1. Здатність контролювати гени	Контроль генів людини, тварин, рослин позитивно вплине на добробут людей, а консенсус щодо етичних, правових і моральних аспектів стане частиною процесу		
			2. Розширення креативних можливостей людини	Інженери, митці, архітектори та дизайнери одержать нові засоби та покращать розуміння самих витоків людської творчості	2. Комбінування нових технологій та лікування	Вказане комбінування буде компенсувати багато видів фізичної та психологічної неповноцінності і дозволить використати низку хвороб, що паралізують життя людей				
			3. Краще розуміння когнітивних, соціальних і біологічних сил	Людина одержить можливість покращити творчість і процес щоденного прийняття рішень						

Продовження табл. Б.2

1	Нестача продовольства, вичерпання сировини та палива	2	3	4	5	6	7	8	9
Нова енергетика; екологічні проблеми	–	–	–	–	–	–	–	1. Енерго-ефективна та безпечна техніка	Машини та конструкції (від будинків до літаків) будуть створюватися із матеріалів із точно заданими властивостями, можливістю адаптуватися до зміни ситуації, високою енергоефективністю та безпекою для оточуючого середовища
Уповільнення науково-технічного прогресу	1. Негайний доступ до необхідної інформації	Людина будь-де буде мати доступ до інформації практичного чи наукового характеру в най-більш зручній для неї формі	1. Якісно зміниться робота науковців	Впровадження нових підходів з інших наук (наприклад, генетика буде використовувати принципи обробки мови, а дослідження культур – принципи генної інженерії)	1. Більш корисніші для людей роботи й агенти різноманітного програмного забезпечення	Ефективні роботи й агенти працюватимуть на принципах, сумісних з основними людськими цілями, а також на принципах усвідомленості й індивідуальності	1. Швидкий широкий косяк між зв'язком і машинами	Вказаний зв'язок замінить роботу на заводах, процес контролювання автомобілями, забезпечить військову перевагу, розвине нові види спорту, мистецтва та моделі взаємодії між людьми	

Продовження табл. Б.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	2. Нові організації структури та принципи управління	Базуючись на швидкому, надійному обміні інформації, ці структури та принципи підвищать ефективність керівників у бізнесі, навчанні й урядованні	2. Спілкування без бар'єрів	Окремі особи та команди зможуть спілкуватися попри традиційні культурні, мовні, географічні бар'єри, що різко підвищить ефективність груп, організацій та міжнаціональне партнерство	-	-	2. Трансформування формальної освіти	Трансформація за допомогою уніфікованої різноманітної програми, що базуватиметься на всеохоплюючій ієрархичній парадигмі розуміння побудови фізичного світу від наномасштабів до космічних масштабів
			3. Якісно нові системи безпеки	Системи безпеки зміцняться: легкими, інформаційно насиченими системами боротьби з війнами; бойовими машинами без людей; матеріалами, здатними до адаптації; невразливими мережами даних; надпотужними розвідувальними системами; комплексами протидії різного роду атакам			3. Більш ефективне транспортування	Завдяки усюдисущім інформаційним системам з'явиться безпечне, дешеве, швидке транспортування, що буде працювати в режимі реального часу, використовувати ефективні транспортні засоби, синтетичні матеріали та наноструктуровані машини

Закінчення табл. Б.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
			4. Заводи майбутнього	Будуть створюватись на основі конвергентних технологій за збільшених люддино-машинних можливостей			4. Освоєння «зовнішнього простору» (більш вірогідно до 2050 р.)	За допомогою ефективних пускових машин, позаземних баз, що побудовані за допомогою робототехніки, користування ресурсами Місяцю, Марсу й астероїдів

Джерело: сформовано автором на основі [139–141]

Таблиця Б.3

Двадцять основних цілей конвергенції NBIC-технологій у довгостроковому періоді до 2070 року [139 – 141]

Глобальна проблема	Період прогнозування (кінцевий термін)										
	До 2030 року			До 2040 року			До 2050 року			До 2070 (2085*) року	
	Ідея	Зміст	Ідея	Зміст	Ідея	Зміст	Ідея	Зміст	Ідея	Зміст	
1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Депопуляція і старіння населення	1. Відстеження генетичного коду людськості	Технічна й економічна можливість відстеження коду надасть змогу зрозуміти генетичні зміни в поведінці людини	–	–	1. Нові інструменти дослідження мозку	Нові інструменти дослідження дозволять скласти структуру та функції людського мозку, включаючи карту зв'язків у гловночому мозку	–	–	–	–	
	2. Наносенсиори, імплантовані в людське тіло	Відслідковування стану здоров'я та процесів метаболізму, діагностування проблеми зі здоров'ям ще до того, як людина помітить перші симптоми	–	–	2. Збільшення пам'яті	Збільшення пам'яті покращить процес пізнання за допомогою електронного сховища та вплиття факторів росту нервів у мозок	–	–	–	–	
	3. Підтримуючі технології проти вад людини	Протидія таким вад, як сліпота, глухота або нерухомість			3. Розробка нанобіопроцесора	Буде розроблено нанобіопроцесор, що дозволить дешево виробляти великий спектр ліків під певні специфічні потреби людей					

Продовження табл. Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
					4. Нанороботи в людському тілі	Нанороботи будуть виконувати операції та керувати лікуванням глибоко в людському тілі		
	1. Новий науковий підхід до культури	Базується на концепціях з еволюційної біології та інформаційної науки, що розширює гуманітарну школу, маркетинг музики, літератури та художні новації	1. Людські машини, що адаптуються	Машини будуть адаптуватись і відображати стилі комунікації, соціальний контекст, потреби людей, що їх використовують	1. Контр-роль військової техніки силою думки	Військові зможуть контролювати техніку, зброю та інші системи силою думки, навіть до того, як сама команда повністю сформується в голові	1. Обчислення людських мірів	Науковці зможуть зуміти та описувати людські наміри, переконання, почуття та мотиви в рамках чітко окреслених обчислювальних процесів
Уповільнення науково-технічного прогресу	2. Широке використання 3D-принтерів	3D-принтери застосовуватимуться не тільки для швидкого створення прототипів, але й для економічного, «за замовленням» виробництва творів мистецтва, запчастин для машин тощо	2. Збільшення здатності людини засвоювати інформацію	Комбінація декількох підходів дозволить значно зменшити обмеження, пов'язані зі здатністю людини засвоювати інформацію	2. Молекулярні машини	Молекулярні машини будуть вирішувати цілу низку проблем у глобальному масштабі	2. Визначення здібностей кожної людини	Замість того, щоб визначати певних людей як «обмежених», а інших — як «талановитих», суспільство надасть кожному право на визначення, якими саме здібностями кожна людина володіє
			3. Прогрес в розумінні поведінки складних систем	Наука досягне значного прогресу в розумінні та прогнозуванні поведінки складних систем	3. Наука прогнозування поведінки суспільства	Наука прогнозування поведінки суспільства дозволить зуміти велику кількість соціально	3. Побудова машин, еквівалентних людському мозку* (орієнтовно)	Обчислювальні можливості та наукові знання дозволять побудувати машини, що будуть

Закінчення табл. Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	–	–	–	систему різних масштабів, а також між системою і середовищем		руйнівних подій і дозволить використувувати превентивні стратегії для полегшення лиха	не раніше 2085 року)	еквівалентні людському мозку
	–	–	4. Нова форма обчислення	Для нової форми обчислення не буде різниці між програмним забезпеченням і «залізом», а біологічні процеси дозволять прорахувати поведінку складних адаптивних систем	–	–	–	–
	–	–	5. Широке використання моторів	Наноструктуровані молекулярні мотори будуть вироблятися масово для застосування у широкому спектрі галузей (від виробництва товарів до медичного лікування)	–	–	–	–

Джерело: сформовано автором на основі [139–141]

Таблиця Б.4

Основні проблемні питання і потенційно негативні соціальні й етичні наслідки від конвергенції NBIC-технологій для вирішення глобальних проблем [139; 140]

Глобальна проблема	Проблемні питання застосування технологічних систем, що базуються на NBIC-технологіях		Соціальні та етичні наслідки від застосування конвергенції NBIC-технологій	
	Застосування	Проблемне питання	Застосування	Потенційно негативний вплив
Депопуляція і старіння населення	2	3	4	5
	Мобілізація вчених, медичних професіоналів, суспільства	Чи вдасться мобілізувати вчених, медичних професіоналів і суспільство, щоб скерувати медицину з реактивної до проактивної дії, тобто, запобігати чи хворобам, виявляти їх на ранній стадії і таким чином зменшити видатки на охорону здоров'я?	Стимулювання діяльності головного мозку	Пряме стимулювання діяльності головного мозку дозволить подолати низку хвороб і вад, але, вдаючись до цього, перед суспільством постає питання щодо доречності технологічного контролю над людським мозком
	Спроможність урядів, страхових компаній і системи охорони здоров'я	Чи зможуть уряди, страхові компанії та системи охорони здоров'я знайти шляхи зменшення демографічного виклику старіння населення в контексті значної економічної нерівності, що продовжує зростати?	Регенеративна медицина та передове протезування	Регенеративна медицина та передове протезування будуть серед новітніх способів лікування, що покращить якість життя людей, але одночасно менше уваги буде приділятися продовженню життя невиліковно хворих
			Постійний моніторинг здоров'я людей за допомогою сенсорів і «розумних будинків» може значно покращити життя людей за рахунок активного навчання пацієнтів, поширення новітніх коштовних інформаційних технологій, але одночасно постає проблема потенційної уразливості конфіденційності особистості	
			Допомога людям із психічними обмеженнями	Процес конвергенції безперечно допоможе людям, що мають психічні обмеження, але може зашкодити людям з психічними відхиленнями, чий

Продовження табл. Б.4

1	2	3	4	5
<p>Нестача продовольства, вичерпання сировини та палива</p>	<p>Посаднання енергетичних ресурсів і державної політики</p>	<p>Яке поєднання енергетичних ресурсів і державної політики дозволить зменшити споживання горючих корисних копалин і при цьому не призведе до ситуації обмеженості ресурсів, яку людство переживало до цього?</p>	<p>Досягнення рівня економічного процвітання технологічно розвинених країн</p>	<p>характеристики не є патологічними, а просто відрізняються</p>
<p>Нова енергетика; екологічні проблеми</p>	<p>Досягнення екологічної стійкості</p>	<p>Чи можливе досягнення екологічної стійкості, наприклад, без серйозних негативних політичних, соціальних та економічних наслідків?</p>	<p>Екологічні та соціальні наслідки нанотехнологій</p>	<p>Країни, що розвиваються, безперечно мають право досягти того ж рівня економічного процвітання, як і більшість технологічно розвинених країн, але якщо це станеться, природне середовище світу може бути зруйноване забрудненнями та виснаженням ресурсів</p>
<p>Нова енергетика; екологічні проблеми</p>	<p>Об'єднання націй світу навколо вирішення екологічної проблеми</p>	<p>Враховуючи численні розчарування за останні роки, чи зможуть різні нації світу об'єднатися разом для забезпечення ефективного захисту оточуючого середовища та стійкості ресурсного забезпечення?</p>	<p>Збільшення використання ядерної енергії дозволить зменшити використання паливних корисних копалин і, як наслідок, зменшить глобальне потепління, одночасно зросте ризик розробки та застосування ядерної зброї, а також ризик можливих катастроф</p>	<p>Поширені публічні обговорення великої кількості екологічних і соціальних наслідків нанотехнологій дозволять досягти максимального позитивного ефекту для людства або можуть заманити прогрес у пастку популярних помилок, що засновані на страху та неосвіченості</p>
<p>Взаємодія урядів та інших інституцій світу заради навколишнього середовища</p>	<p>Чи зможуть уряди й інші інституції світу взаємодіяти ефективно, щоб створити всеохоплюючу глобальну систему моніторингу навколишнього середовища та компонентів суспільства, що впливають на нього?</p>	<p>—</p>	<p>—</p>	<p>—</p>

Продовження табл. Б.4

1	2	3	4	5
Уповільнення науково-технічного прогресу	Перехід до економіки знань	Чи зможе перехід до економіки знань створити нові шляхи для соціальної мобільності талановитих осіб без того, щоб залишити велику кількість некваліфікованих людей без роботи?	Зміна можливостей від «рук декількох осіб» до «рук багатьох»	Із поширенням різноманітних методів виробництва його можливості зміняться від «рук декількох осіб» до «рук багатьох», що призведе до зниження прибутків великих корпорацій та їх інвесторів
	Використання інформаційних технологій	Чи дозволить використання інформаційних технологій звести соціальні групи разом або створить ще більший розрив між ними?	Використання програмного забезпечення з відкритих джерел	Поширення використання програмного забезпечення з відкритих джерел значно збільшить функціональність і можливість кастомізації інформаційних систем, але ціною буде велика кількість порушень систем безпеки та кібератак
	Національна ініціатива робототехніки (перш за все в США)	Чи зможе Національна ініціатива робототехніки (перш за все в США) реалізувати принцип «сотворе», тобто взаємовигідну кооперацію між роботами і людьми, таким ставши прикладом для інших областей?	-	-
	Принципи розробки та виробництва для робототехніки	Які принципи розробки та виробництва дозволять роботам забезпечувати різноманітні потреби суспільства, від навчання у ранньому дитинстві до допомоги престарілим	-	-
	Організаційні принципи ефективного виробництва	Який організаційний принцип (франшизи / гільдії) доведе свою ефективність для створення систем виробництва, що одночасно максимізують ефективність і є локально автономними?	Забезпечення локального виробництва	Локальне виробництво потребує доставки сировини у малих обсягах до великої кількості місць, що призведе до збільшення витрат, якщо не вдасться застосувати нанотехнології для зменшення відходів, а нові системи транспортування не покращать ефективність доставки

Продовження табл. Б.4

1	2	3	4	5
	Розширення конвергенції за межі концепції NBIC	Чи принесе користь розширення конвергенції за межі концепції NBIC, наприклад, на соціальні науки і далі, щоб об'єднати мистецтво та гуманітарні науки?	Створення високорівневих багатодомених технічних мов	Створення високорівневих багатодомених технічних мов може стимулювати конвергенцію, але ціною розробки нової програми для молодих науковців та інженерів, а також відставання старших за віком людей, чия освіта завершилася
	Розвиток науки конвергенції	Як швидко розвинеться наука конвергенції, беручи до уваги складності виявлення основних принципів розуміння різних традиційних галузей в умовах формування нових спільних концепцій?	Нові стратегії імplementації результатів досліджень	Велика кількість нових стратегій буде розроблена для інвестування та імplementації результатів досліджень, поряд з підтримкою старих «перевіраних» стратегій, що не втратили своєї корисності
	Системи оцінки та управління	Які системи оцінки й управління дозволять знайти правильний баланс між конвергенцією та дивергенцією та об'єднати обидві в конвергентно-дивергентний цикл?	Стратегії дослідження та розвитку	Стратегії дослідження та розвитку, як дивергентні, так і конвергентні, дозволять досягти великого прогресу, але лише тоді, коли результат зростаючого розуміння процесів пізнання дозволить людству імplementувати стратегії, сумісні з процесом функціонування людського мозку
	Зміни у людській культурі	Яким чином зміниться людська культура, якщо вдасться розробити єдине правило розуміння процесу людського пізнання?	Набір на роботу непрофесіоналів у дослідницькій команді	Набір на роботу непрофесіоналів у дослідницькій команді (те, що зветься «наука громадян») обіцяє поширити науку завдяки їх волонтерським зусиллям і краще інтегрувати науку в ширшу культуру, але водночас існує ризик захоплення псевдонауки та заангажованої науки
	-	-	Політика, що базується на оцінці ризику	Політика, що базується на оцінці ризику, може бути корисною для людства в цілому, але при цьому шкодить людям, що проживають у певних географічних регіонах

Закінчення табл. Б.4

1	2	3	4	5
	<p>Методи збору даних і критерії успіху</p> <p>Відродження науково-технологічних досліджень</p>	<p>Які методи збору даних і критерії успіху мають бути застосовані для оцінки програм із реформування освіти задля успішної конвергенції?</p> <p>Чи буде можливість відродити науково-технологічні дослідження, яких вимагає правильне застосування технологічних інновацій, враховуючи, що науковці зараз значно відсторонені від проведення досліджень у наукових лабораторіях, промислових корпораціях, урядових агенціях?</p>	<p>Онлайн-освіта</p> <p>Управління технологічними інноваціями може бути централізованим і авторитарним або децентралізованим і демократичним</p>	<p>Онлайн-освіта дозволить знизити ціну та підвищити доступність, але зменшить можливості студентів стати членами інтелектуальних спільнот</p>
	<p>Інфраструктура для дослідження, навчання, виробництва</p>	<p>Враховуючи необхідність у великій кількості розгалуженої інфраструктури для дослідження, навчання, виробництва, чи буде можливим вивести її в пріоритет у доступний спосіб, не порушуючи процесу конвергенції?</p>	<p>Стратегії розміщення дослідницьких та навчальних центрів</p>	<p>Іде змагання трьох різних стратегій розміщення дослідницьких і навчальних центрів, а саме: розміщення їх у передових університетах; розміщення їх у місцях, де кілька університетів можуть брати участь у діяльності; розміщення їх у регіонах, де наука слабка, з метою покращення ситуації в цих регіонах</p>
	<p>Активізація креативності й інновацій</p>	<p>Які заходи дозволять активізувати креативність та інновації замість деградації?</p>	<p>Інституційні можливості розширення та суспільства</p>	<p>Дуже важливо розвивати інституційні можливості розширення взаємодії науки та суспільства, але результатом може стати визнання низки інститутів застарілими, що призведе до супротиву з боку людей, які звикли до старих традицій</p>
	<p>Перехід до «доброчинної цивілізації»</p>	<p>Припускаючи тезу щодо близького кінця науково-технологічного прогресу, чи зможе сучасне суспільство перейти до форми «доброчинної цивілізації»?</p>	<p>Розвиток альтернативних моделей</p>	<p>Виробництво напівпровідників є гарною моделлю конвергенції для інших галузей, але якщо поклатися лише на стратегії, вироблені в спеціальних умовах, то розвиток позитивних альтернативних моделей, що можуть виникнути в інших сферах людської діяльності, може значно сповільнитися</p>

Джерело: сформуовано автором на основі [139; 140]

Додаток В

Таблиця В.1

Здобутки, перспективи та наслідки впровадження конвергенції знань, технологій і суспільства в межах платформи людського виміру для вирішення глобальних проблем [139; 140]

Глобальна проблема	Конвергенція людського виміру та якість життя		Наслідки для здоров'я людства та його фізичного потенціалу	
	Досягнення за період 2001–2010 рр.	Перспективи до 2020 р.	Досягнення за період 2001–2010 рр.	Перспективи до 2020 р.
1	2	3	4	5
Депопуляція і старіння населення	1. Концепція якості життя трансформувалася з суто економічної до більш ширшої та абстрактної форми	–	1. Інформаційні системи та портативні пристрої, які розроблені для універсального використання в медицині і змінюють взаємодію між симптомами та діагнозами, лікарем і пацієнтом	1. Мультиплексні та бюджетні місця надання медичних послуг і комплексна діагностика імунної системи людини будуть використані для розробки нового покоління вакцин / процедур для попередження інфекцій, раку й аутоімунних хвороб
	–	–	2. Доведено значну користь від застосування концепції нанотехнологій у медицині та біомедичних пристроях	2. Цілеспрямоване, індивідуальне лікування раку з максимальним обмеженням побічних ефектів
	–	–	3. Відбулося шестикратне зростання «частки наукового ринку» імунології та вакцинальних досліджень протягом 1953–2012 рр. з прискоренням у минулому десятиріччі. Однак частка онкологічних і сердечних захворювань подвоїлася	3. Цілодобовий контроль за станом здоров'я шляхом запровадження «розумних» мобільних пристроїв і «розумних» будинків, які будуть інформувати та підтримували індивідів, а також сприяти систематичному спостереженню за станом здоров'я та захворювань

Продовження табл. В.1

1	2	3	4	5
	-	-	<p>4. Відбулися зміни у формі складання медичної документації, відповідно до яких індивідуальні паперові записи були заміщені мережевою електронною системою реєстрації</p>	<p>4. Глобалізація медичних досліджень і розробок на основі концепції КЗТС. Демократизація та персоналізація медицини на фоні зростаючої ефективності системи охорони здоров'я і рівноправ'я у глобальному вимірі</p>
	-	-	<p>5. Центр фізичних наук та онкології Національного інституту здоров'я США організував колективну мережу 12 центрів фізичних наук та онкології в університетах США, щоб об'єднати експертів у медицині, біології, фізиці, інженерії та нанотехнологіях, а також переосмислити біомедичні підходи до розуміння та лікування онкологічних хвороб. Такі ж самі роботи ведуться і в ЄС</p>	<p>5. Помітно вдосконалена регенеративна медицина та протезування, що базуються на розвитку клітинних досліджень, вивчення тканин і вирощування органів, нових матеріалів і функціональності пристроїв, новітньої електроніки та сенсорів, здатності контролювати та встановлювати зв'язок із сигналами мозку, а також на розвитку протезів із «розумним» інтерфейсом</p>
	-	-	-	<p>6. Приватні й університетські дослідження стануть рушійною силою для початкового державного фінансування, для приватного та державного партнерства з комерціалізації рішень і для залучення суспільства до управління системою охорони здоров'я</p>

Продовження табл. В.1

1	2	3	4	5
<p>Уповільнення науково-технічного прогресу</p>	<p>1. Галузь NBIC з найпотужнішим і безпосереднім впливом на життя людей сьогодні у короткостроковому майбутньому – це інформаційні технології, хоча вони розвиваються разом з нанонаукою, біотехнологіями та когнітивістикою</p> <p>2. Демократизація мережі Інтернет відбулася через «Web 2.0», «розрахунки у хмарі», «соціальні мережі», відкрите програмне забезпечення та інші засоби для створення інтернет-контенту та управління ним індивідами, а не великими компаніями або державними агентствами</p>	<p>1. Наукові дослідження та розробки, виконані в межах відкритої парадигми, прискорять розвиток, репродукцію, адаптацію та реплікацію колективних організаційних форм</p> <p>2. Конвергенція виграє від: 1) прозорих, відкритих моделей та відображення процесів, що може виражатися водночас у формі, зрозумілої для людини, та у формі розрахунків; 2) моделей та відображення, які можуть бути візуалізовані, змодельовані за допомогою комп'ютера та використані у сферах із різними типами та кількістю даних</p>	<p>–</p> <p>–</p> <p>–</p>	<p>7. Конвергенція медицини та NBIC-технологій покращить добробут і потенціал людства через модель медицини «P4» – індивідуальну, передбачувану, колегіальну та профілактичну</p>

Продовження табл. В.1

1	2	3	4	5
	<p>3. З'явився новий погляд на обробку даних як на послугу (обмін знаннями), а не як на продаж апаратних і програмних засобів</p>	<p>3. Нові комбінації технологій NBIC будуть спроектовані для прямого використання у житті людини, наприклад, у сфері допоміжної робототехніки, робототехніки для потреб освіти, у тому числі освіти дітей</p>	-	-
	<p>4. Держави, що розвиваються, швидко привчалилися до мобільного зв'язку / розрахункових систем</p>	<p>4. Робототехніка стане: (1) більш доступною, недорогою і орієнтованою на споживача; (2) буде спиратись на конвергенцію інформаційних технологій з метою соціальної та когнітивної підтримки індивідів</p>	-	-
	<p>5. За підтримки КЗТС відбудеться розвиток наукових баз даних колективного використання, наукового співробітництва та віртуальних організацій з підтримки обміну дослідженнями та розробками</p>	<p>5. Соціальні науки будуть більш інтегровані у сфері NBIC, щоб поєднати їх та підвищити ефективність. Цей процес включує поширення «громадянської науки» та створення «громадянської соціальної науки»</p>	-	-
	<p>6. Державні агентства почали використовувати «віртуальні групові дискусії» для перегляду науково-дослідних пропозицій</p>	<p>6. Подолання довгострокових етичних, правових і соціальних проблем буде більш проактивним</p>	-	-

Закінчення табл. В.1

1	2	3	4	5
	як приклад широко поширеного використання віддалених зустрічей та систем обміну документами			
	7. Для покращення взаємодії між роботами та людьми для вигоди останніх була розроблена нова галузь досліджень	7. Буде розроблено більше демократичних правил і принципів для компетентного управління КЗТС, що в цілому створить умови для кращої та більш сталої якості життя всього людства	-	-

Джерело: сформовано автором на основі [139; 140]

Таблиця В.2

Здобутки, перспективи та наслідки впровадження конвергенції знань, технологій і суспільства в межах платформи земного виміру для вирішення глобальних проблем [139; 140]

Глобальна проблема	Конвергенція систем земного виміру		Наслідки для задоволення глобальних когнітивних та біофізичних потреб	
	Досягнення за період 2001–2010 рр.	Перспективи до 2020 р.	Досягнення за період 2001–2010 рр.	Перспективи до 2020 р.
1	2	3	4	5
Нова енергетика; екологічні проблеми	<p>1. Системи і інструменти моніторингу / управління: системи та моделі якості й температури повітря й води, руху транспорту, землекористування, глобальних електричних і магнітних мереж, взаємодії Сонце-Земля та ін.; GPS-технології для управління транспортом і відстеження ключових видів; моделювання / симуляція для більш надійного прогнозування надзвичайних погодних умов, надзвичайних випадків в енергетичних системах і телекомунікаціях</p>	<p>1. Системи контролю: зростання масштабів на кілька порядків через падіння витрат; розширення зони дії повітряних / водних / транспортних систем у реальному часі; розширення зони супутникового зв'язку та позначення ключових видів для покращення моніторингу екосистеми; зростання індивідуального контролю здоров'я та оточення</p>	<p>1. Безконтактне картування та стимуляція мозку:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ функціональна магнітно-резонансна томографія наразі домінує у когнітивних і нейрофізіологічних дослідженнях; ▪ моделі розпізнавання нервової комунікації: пізнання простору, методи альтернативних відчуттів, мозок-мозок та мозок-машина; ▪ розвиток нейроморфної інженерії; ▪ наноелектронна емуляція деяких функцій мозку; ▪ Транскраніальна магнітна стимуляція, яка надає можливість активувати «сплячі» зони мозку, таким чином відкриваючи нові варіанти лікування 	<p>1. Мозкові технології активування сенсорів адаптуються під сучасну просторово-часову динаміку нейронного коду людського мозку, і разом вони швидко інтегруються у біологічну мозкову тканину, оскільки інтерфейс мозку-машиною стане меншим і вдосконаленням</p>

Продовження табл. В.2

1	2	3	4	5
<p>Уповільнення науково-технічного прогресу</p>	<p>2. <i>Енергія</i>: галузі відновлюваної енергії, такі як енергія сонця, вітру, біопаливо та енергоефективні технології, що стимулюють появу професій і нових поглядів на джерела відновлюваної енергії</p>	<p>—</p>	<p>2. Персональна геноміка низької вартості</p>	<p>2. Перетворення держави буде базуватися на подовженні працездатного віку, високому рівні безпеки для зменшення фізично-когнітивного занепаду, соціальному моделюванні для забезпечення повноцінного життя, ефективного використання NBIC та інших КЗТС-досягнень у сфері охорони здоров'я, національної безпеки та національної економічної конкурентоспроможності</p>
<p>Уповільнення науково-технічного прогресу</p>	<p>1. <i>Системи знань</i>: комплексні та нелінійні системи; теоретичні основи глобальних систем оточуючого середовища; нова дисципліна – наука про земні системи; високопродуктивні розрахунки, обробка даних, моделювання та візуалізація; колективні дослідження за допомогою інтернет-ресурсів; розвиток міжнародних і місцевих «прикордонних» до-радчих організацій; регіональні мережі для допомоги фермерам у вирішенні проблем із водою, засавами та худобою</p>	<p>1. <i>Системи знань</i>: зростання глобалізації досліджень систем земного виміру (особливо оточуючого середовища); підвищення дозвільної здатності у глобальному кліматичному моделюванні для вивчення використання більш ефективної політичної лінії; більше проникнення аналітичних основ і системного аналізу у теоретичні дисципліни та їх використання для визначення КЗТС-проблем та можливостей; досягнення у сфері ІКТ і когнітивістики для розробки та впровадження колективних політичних рішень суспільства</p>	<p>1. Мобільні комп'ютерні сервіси, соціальні мережі, громадянська журналістика розширили можливості для пошуку знань, комунікації та залучення громадян до політики та науки</p>	<p>1. У глобальному масштабі поглиблене й імплементоване пізнання буде покращувати та підтримувати взаємодію людей та наше розуміння суспільства та природи</p>

Продовження табл. В.2

1	2	3	4	5
	<p>2. <i>Інформаційні технології</i>: розширення діапазону частот і доступу до комп'ютерних мереж, глобальна звичка до мобільних пристроїв і численних додатків; більша кількість колективних розрахунків і розширений доступ до даних земних систем</p>	<p>2. <i>Системи комунікації</i>: зростання можливостей, складності і адаптації систем, пов'язане з підвищенням інформаційних і візуалізаційних можливостей та системами NBIC, які полегшують як співробітництво у сфері наукових досліджень і розробок, так і в виробленні політики</p> <p>3. <i>Системи управління</i>: «розумні» електричні мережі, транспортні та транзитні системи; тестування глобальних систем охолодження; інтенсивніший менеджмент природних систем; зростання розуміння короткострокових і довгострокових глобальних наслідків застосування вироблених наноматеріалів для розробки регуляторної політики — і все це за підтримки добре налагоджених баз даних</p> <p>4. <i>Інші системи</i>, включаючи глобалізацію космічного простору, будуть підтримувати вищевказані тенденції</p>	<p>2. Доступ суспільства до великих масивів інформації</p>	<p>2. Нова концепція «котному» буде проекцією пізнання більш високого рівня (як індивідуального, так і соціального) та допоможе глибше зрозуміти наш людський потенціал й обмеження у рамках системи людської діяльності, що постійно еволюціонує</p>
	<p>3. <i>Космічні програми</i>: зростання інвестицій шляхом розвитку державного та приватного секторів</p>		<p>3. Розподілене проектування «виробника» та виробничих технологій, що підтримує творчих людей в індивідуальних і спільних точках розміщення</p>	<p>3. Робототехніка й інші технології будуть забезпечувати індивідам та їх групам все більшують котнівну та соціальну підтримку залежно від їх потреб</p>
			<p>4. Всі ці досягнення пов'язує <i>ловсвідність</i>: новітні технології стали меншими, швидшими та стали частішою повсякденного життя</p>	<p>4. Трансдисциплінарна / групова наукова діяльність призведе до відродження людського пізнання та соціальних комунікацій — <i>когнітивної науки про науку, а саме</i>:</p>

Закінчення табл. В.2

1	2	3	4	5
				<p>вдосконалене проектування наукових методів; краща освіта для майбутніх науковців; унікальна аналітична інформація для допомоги групам науковців; нові принципи конвергенції у науці. У комплексі ці елементи допоможуть втілити у життя «когнітивне суспільство»</p>

Джерело: сформовано автором на основі [139; 140]

Таблиця В.3

Здобутки, перспективи та наслідки впровадження конвергентної знань, технологій і суспільства в межах соціальної платформи для вирішення глобальних проблем [139; 140]

Глобальна проблема	Методи покращення та прискорення конвергенції		Наслідки соціального колективного ефекту, в тому числі виробничого	
	Досягнення за період 2001–2010 рр.	Перспективи до 2020 р.	Досягнення за період 2001–2010 рр.	Перспективи до 2020 р.
1	2	3	4	5
Депопуляція і старіння населення	–	–	1. У клінічне середовище успішно інтегрувалися різні дисципліни	1. Посилення сенсорної індикації людини розширить нинішні можливості, наприклад, з'являться зручні для людського використання електронні / органічні сенсорні мережі для покращення взаємодії типу «людина-машина»
Уповільнення науково-технічного прогресу	1. У наукових дослідженнях і роботах, й у відповідних публікаціях є очевидні колективні підходи у розрізі двох або трьох блоків NBIC, кількість яких зростає щороку на 25 %	1. Проактивна, системна, цілісна конвергенція буде розвиватися у різних сферах знань, технологій та суспільства	1. Гнучкі виробничі процеси та системи, такі як адитивне виробництво (AB), були застосовані у проектуванні / виробництві кінцевих функціональних продуктів і нових модулів, наприклад, 3D-друку на м'яких матеріалах та біопрототипування клітин та стимуляторів росту	1. Розвиток виробництва еволюціонує зі сконцентрованої, урбаністичної моделі економії на масштабах до розширеної моделі спланованого масового виробництва на основі індивідуальних замовлень, докорінно канал до-ступу до знань
	2. Різноманітні всевітні програми й організації мають на меті підтримку конвергентного розвитку, наприклад:	2. Будуть розроблені мови конвергенції високого рівня для ідентифікації інтеграторів серед доменів і спрощення інтеграції між	2. Напіваввіднікова промисловість досягла успіхів у продовженні Закону Мура для нанощкалі;	2. Дослідження мозку та виробництво будуть взаємопов'язані на прикладі електронних мереж / пристроїв для розуміння функцій

Продовження табл. В.3

1	2	3	4	5
	<p>1) NIS США фінансує міждисциплінарні дослідження та наукову роботу навчальних центрів;</p> <p>2) щорічні конвергентні технологічні програми ЄС; зосередження бельгійської організації IMES на біо-нано-котнотехнологіях;</p> <p>3) російський Центр Курчатова з NBS-конвергенції;</p> <p>4) індійський Центр конвергентних технологій;</p> <p>5) програми у Японії, Кореї, Китаї</p>	платформами для посилення творчого потенціалу й інноваційності		<p>мозку завдяки знанням, використаним для посилення швидкості та процесу виявлення результатів застосування нових матеріалів або розробки нового обладнання</p>
	<p>3. Стипендії NIS (США), що покривають три або більше області NBS, значно зросли, у таких сферах: квантова інформатика, екобіорізноманіття, нейроморфна інженерія, кіберфізичні системи, синтетична біологія, наносенсори і оточуюче середовище, інженерія адаптивних систем і вдосконалення віртуальної реальності</p> <p>4. Були здійснені перші кроки у конвергенції освіти з використанням різних методів, у тому числі центрів повної конвергенції,</p>	<p>3. Увага буде сконцентрована на індивідуальній освіті та саморегульованій конвергенції в межах спільнот</p>	<p>3. Робототехніка значно розвинулася з точки зору точності, гнучкості й інтеграції у різні сфери, у тому числі у виробничі середовище, у приймальну операційну систему Да Вінчі, у гуманоїдів – асистентів, тобто у нову концепцію «короботів» (в тому числі таких, що самонавчаються)</p>	<p>3. КЗТС сприятиме об'єднанню кількох різних наук, інженерії, додатків та етико-соціо-правового виміру</p>
		<p>4. Державні установи та правила будуть оновлені для підтримки та посилення конвергенції</p>	<p>4. Відкрився глобальний інтернет-доступ до якісної освіти, наприклад, EdX, Khan Academy</p>	<p>4. З'явиться потреба у новій владі / правових нормах</p>

Продовження табл. В.3

1	2	3	4	5
	<p>наприклад, у Массачусетському технологічному інституті, Державному університеті Арізони, Політехнічному інституті державного університету Вірджинії та Сеульському національному університеті</p>	<p>5. Наука про конвергенцію виникне у контекстах прийняття рішень, виробництва та ін. Завдання щодо досягнення такого розвитку включають:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) створення великого пакета засобів підтримки конвергенції на всіх фазах інноваційної спіралі: вдосконалені системні методи, колективні підходи, такі як психо-кібер-фізичні платформами, інформатика, виробничі рішення, моделі фінансування перспективних теоретичних досліджень, незалежні суспільства та відкрите правління; 2) нові механізми фінансування, які б створили умови для ідей конвергентної науки/технологій, наприклад, виношування ідей перед її офіційною пропозицією; 	<p>5. Дрібномасштабне багатопрофільне виробництво почало широко застосовуватися, оскільки воно може створити умови для локалізованого, спеціалізованого виробництва та зменшення капітальних інвестицій, які зумовлюють персоналізацію продукції, нові способи землекористування та використання інфраструктури, більші можливості працевлаштування та вирішення певних соціальних проблем, які виникають у сконцентрованому міському житті</p>	<p>5. Децентралізованому виробництву «на замовлення» будуть сприяти машини та системи, пов'язані з інформаційними технологіями, що мають високий рівень автономії, проводять вимірювання та розрахунки на місці, мають можливість дистанційної діагностики й інші функції, що розширюють можливість індивідів і систем. Приклади включають виготовлення унікальних речей (надання послуг) тільки у міру необхідності, у тому числі у сфері медицини, таких як відновлення / заміна нерва або м'язових тканин чи персональна видача ліків</p>

Закінчення табл. В.3

1	2	3	4	5
		3) вдосконалення технік мережевої візуалізації для визначення синергійних можливостей в межах інших міждисциплінарних груп; 4) міжнародний обмін моделями для аналізу глобальних інвестицій у дослідження і розробки у таких сферах, як гібридне виробництво, медично-когнітивний прогрес і наука про управління		

Джерело: сформовано автором на основі [139; 140]

Додаток Д

Таблиця Д.1

Глобальний пейзаж до 2020 р. (NIC та Rand Corp., 2004 р.)

Відносні впевненості	Ключові невизначеності
Глобалізація значною мірою незворотна і, швидше за все, стане меншою на Захід	Чи буде глобалізація підтягувати відстаючі економіки; а також ступінь, в якому азійські країни будуть встановлювати нові «правила гри»
Глобальна економіка стане істотно більшою	Ступінь розривів між «імущими» і «незможними»; відхід від демократичних тенденцій; управління або здійснення фінансових криз
Збільшення числа глобальних компаній полегшує поширення нових технологій	Ступінь утручання або підключення уряду
Сходження Азії та поява можливих нових економік із середньою вагою	Сходження Китаю / Індії відбувається плавно
Старіння населення у встановлених обмеженнях	Здатність ЄС та Японії адаптувати робочу силу, системи соціального забезпечення, а також інтегрувати мігрантів. Чи ЄС стає наддержавою?
Поставки енергоносіїв достатньо, щоб задовольнити світовий попит	Політична нестабільність у країнах-виробниках; перебої з поставками
Зростаюча міць недержавних суб'єктів	Готовність і здатність держав і міжнародних організацій задовольнити потреби цих гравців
Політичний іслам залишається потужною силою	Вплив релігійності на єдність держав і потенціал для конфлікту; а також зростання ідеології джихаду
Поліпшення можливостей деяких держав щодо виробництва ядерних озброєнь	Більше або менше ядерних держав; здатність терористів придбати біологічну, хімічну, радіологічну або ядерну зброю
Дуга нестабільності охоплює Близький Схід, Азію, Африку	Події, що привели до повалення режимів
Конфлікти між великими державами навряд чи виллються в тотальній війні	Можливість управляти локальними військовими конфліктами і конкуренція за ресурси
Екологічні й етичні питання все більше виходять на перший план	Ступінь, в якому нові технології можуть створювати або вирішувати етичні дилеми
США залишаться найбільш потужним гравцем у економічному, технологічному і військовому відношенні	Чи здатні інші країни більш відкрито кинути виклик Вашингтону; чи втрачають США лідерство у науково-технічній ері?

Джерело: сформовано автором на основі [4, с. 8]

Таблиця А.2

Основні області технічних можливостей і комерційної реалізації на ринку 56 конвергентних NBIC-технологій до 2020 р. для вирішення глобальних проблем (NIS та Rand Corp., 2006 р.)

Глобальна проблема	Технічні можливості (рівні комерційної реалізації технологій на ринку)					
	Високий рівень можливості реалізації (повне задоволення попиту на великих ринках)	Можлива реалізація (повне задоволення попиту на середніх ринках)	Невизначена реалізація	Маловірогідна реалізація (можливе задоволення попиту на середніх і великих ринках)	Високий ступінь маловірогідної реалізації (формування ніші на ринку)	
1	2	3	4	5	6	
Депопуляція і старіння населення	генетичний скринінг (2 G)	генномодифіковані організми для проведення наукових досліджень (2 M)	покращені медичні системи для активного відновлення здоров'я (3 M)	сучасні ліки для посилення пам'яті (3 M)	генетичний відбір потомства (2 M)	
	цільова доставка лікарських препаратів до відповідних органів хворого (5 M)	імплантати для використання в системах спостереження й ідентифікації (3 M)	імунотерапія (2 M)	імплантати-чипи для мозку (4 M)	штучні м'язи і тканини (2 M)	
	швидкий біоаналіз (4 G)	ксенотрансплантація (пересадка чужої шкіри) (1 M)	генна терапія (2 G)	генетично підібрані ліки (2 M)	–	
	–	розробка лікарських препаратів на основі скринінгу (2 M)	терапія, заснована на результатах досліджень стовбурових клітин (5 M)	–	–	
	–	моніторинг і контроль за лікуванням захворювань (2 M)	покращені системи лікування хворих на основі обробки даних аналізів (2M)	–	–	
	–	інженерія тканин живих організмів (4 M)	дослідження лікарських препаратів «in-silico» (2 G)	–	–	
	–	покращені діагностичні та хірургічні методи (2 G)	резистентні тканини (2 G)	–	–	
	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	

Продовження табл. А.2

1	2	3	4	5
Нестача продовольства, вичерпання сировини та палива	генетично модифіковані зернові й лісові культури (8 М)	гелене виробництво (6 М)	генномодифіковані комахи (5 М)	-
	гібридні автомобілі з електро-, бензиновими й іншими двигунами (2 G)	нетрадиційний транспорт (5 М) дешева сонячна енергія (10 М) фільтри і каталізатори (7 М)	-	автомобілі на водневому паливі (2 G)
Уповільнення науково-технічного прогресу	хімічні, біологічні, радіаційні або ядерні СВРН-сенсори для органів, відпо-відальних за надзвичайні ситуації (2 G)	інтелектуальні або смарт-системи (1 М)	комерційні безпілотні повітряні судна (6 М)	роботизовані вчені (1 М)
	повсюди-проникні сенсори (4 G) доступ до убіквітарної (повсякмісної) інформації (6М)	квантова криптографія (2 G)	тероризм на основі високих технологій (3 М) біометрія як метод ідентифікації особистості (3М)	роботизовані «супер-солдати» (2 М) друкування книг на за-мовлення (2 G)
	убіквітарна розмітка ра-діочастотної ідентифікації або встановлення RFID-		мережа СВРН-сенсорів у містах (4 М)	дешеві дома, що функці-онують на автономному постачанні (6 G)

Закінчення табл. Д.2

1	2	3	4	5
	<p>чипів для радіочастотних карток одержання даних про об'єкти та людину (4 G)</p> <p>інтернет з метою порівняння (7 G)</p> <p>сільські безпроводні комунікації (7 G)</p>		<p>електронні транзакції (2 G)</p> <p>комп'ютерні інтерфейси без використання рук людини (2 G)</p> <p>військові нанотехнології (2 G)</p> <p>військові роботи (2 G)</p> <p>госпітальні роботи (2 M)</p> <p>відеомоніторинг для систем безпеки (3 M)</p> <p>інтелектуальні або смарт-тканини (4 M)</p> <p>мініатюрні і закріплені на одязі комп'ютери (5 M)</p> <p>системи безпечної передачі даних (2M)</p>	

Примітка: числа, що вказані в скобках, означають кількість секторів економіки, на які вказані технології можуть впливати, а букви G і M відповідають позначенню вірогідний рівень розповсюдження до 2020 р. цих технологій: G – «глобальний» і M – «помірний», тобто обмежений ринок і бізнес-сектор у певних країнах; U – «невизначений», тобто відсутні будь-які чіткі орієнтири комерціалізації технологій (не встановлені ані позитивні, ані негативні напрями комерціалізації).

Джерело: сформовано автором на основі [8, с. 99–100; 21, с. 4]

Таблиця Д.3

Характеристика 16 NBIC-технологій найбільш перспективних для конвергенції областей, які можуть бути реалізовані до 2020 р. для вирішення глобальних проблем (NIC та Rand Corp., 2006 р.)

Глобальна проблема	Галузь	Найменування технологічних областей конвергенції	Характеристика галузей технологічної конвергенції
1	2	3	4
Депопуляція і старіння населення	Медичне обслуговування	1.1. Цільова доставка лікарських засобів в організм людини	лікарська терапія, яка на преференційній основі буде доставляти лікарський засіб до конкретної пухлини або патогенним мікроорганізмам для здійснення на них впливу без шкоди для здорових клітин і тіла
		1.2. Тканинна інженерія	використання технологій проектування та імплантації або заміни людських органів на основі живих тканин
		1.3. Покращені методи діагностики і хірургії	методи, що підвищують точність і ефективність хірургічних процедур, зменшуючи інвазійність новоутворень і час на оздоровлення
Нестача продовольства, вичерпання сировини та палива	Сільське господарство	2.1. Генетично модифіковані злакові і лісові культури	<ul style="list-style-type: none"> ▪ виробництво продовольчих товарів із покращеними їстівними властивостями на основі використання можливостей генної інженерії; ▪ збільшення виробництва продовольства на основі адаптації до місцевих умов злакових культур; ▪ зменшення використання пестицидів шляхом посилення опірності сільськогосподарським шкідникам
Нова енергетика, екологічні проблеми	Екологія і ресурсозбереження, середовище для життя	3.1. Дешеві автономні будівлі	дешеві житлові будівлі, що самодостатні за енергоспоживанням для опалення, охолодження і приготування їжі і адаптовані до місцевих умов
		3.2. Технології «зеленого» виробництва	перебудова виробничих процесів в обробній промисловості, які усувають або значно зменшують відходи виробництва і необхідність використання для цього токсичних матеріалів
		3.3. Швидке біотестування	технології дозволяють здійснювати швидке тестування на наявність або відсутність тих чи інших специфічних біологічних речовин у різних середовищах
		3.4. Фільтри і катализатори	техніка, обладнання і матеріали, зокрема для очищення води
	Енергетика й енергозбереження	4.1. Сонячна енергетика	використання дешевих геліоустановок (сонячних систем) для опалення приміщень і гарячого водопостачання, особливо у країнах, що розвиваються

1	2	3	4
Уповільнення науково-технічного прогресу	Електроніка та ІКТ	5.1. Комунікаційне обслуговування для доступу до інформації, що повсюди	буде мати великий потенціал зі збереження метатекстів і усіх типів мультимедійної інформації
		5.2. Сільські бездротові комунікаційні системи	широке розповсюдження бездротової комунікаційної інфраструктури для телефонного та інтернет-зв'язку
		5.3. Мініатюрні комп'ютери	комп'ютерні пристрої, вмонтовані в одягу, сумки, ювелірні прикраси тощо
		5.4. Квантова криптографія	використання квантових методів для кодування інформації під час її передавання
		5.5. Повсюдна радіочастотна ідентифікація особи і комерційних товарів	широке застосування ідентифікаційних радіочастотних технологій при визначенні особи, а також при маркуванні товарів, що надходять на ринок
	Технічні засоби шостого укладу	6.1. Гібридні автомобілі	надходження на ринок автомобілів із комбінованими двигунами, що працюють від різних джерел
		6.2. Дешеві сенсори	наявність сенсорів у більшості місць загального призначення і створення мереж сенсорів дозволить здійснювати спостереження в режимі реального часу, в тому числі для боротьби з міжнародним тероризмом

Джерело: сформовано автором на основі [8, с. 101–102; 21, с. 2–3]

Таблиця Д.4

Основні глобальні тренди на період 2015–2030 рр. відповідно до Глобального прогнозу 2030 «Альтернативні світи» NIC та Rand Corp., 2012 р.

Глобальні тренди	Зміст змін
1	2
<i>Мегатренди</i>	
Індивідуальні можливості	Розширення індивідуальних можливостей прискориться внаслідок зменшення бідності, зростання глобального середнього класу, більш високого рівня освіти, широкого використання нових комунікацій і виробничих технологій, а також досягнень в охороні здоров'я
Поширення влади	Ніхто не буде гегемоном. Влада перейде до мереж і коаліцій у багатополарному світі
Демографічні шаблони	Демографічна дуга нестабільності буде звужуватися. Економічне зростання може знижуватися в країнах «старіння». Шістдесят відсотків населення світу житиме в урбанізованих районах; міграція буде збільшуватися
Вода, їжа, енергетичні ресурси	Попит на ці ресурси буде істотно зростати за рахунок збільшення населення земної кулі. Вирішення проблем, що відносяться до одного товару, буде пов'язане з пропозицією і попитом на інші
<i>Зміна правил гри</i>	
Передкризова глобальна економіка	Чи буде глобальний дисбаланс і волатильність серед гравців з різними економічними інтересами призводити до краху? Або збільшення кількості лідерів завдяки багатополарності призведе до збільшення пружності в глобальному економічному порядку?
Розрив в управлінні	Чи будуть в змозі уряди й установи адаптуватися досить швидко, щоб використати зміни, а не бути перевантажені ними?
Потенціал для збільшення конфліктів	Чи будуть швидкі зміни та зміни у владі призводити до більшої кількості внутрішньо-державних і міждержавних конфліктів?
Збільшення масштабів регіональної нестабільності	Чи зможе регіональна нестабільність, особливо на Близькому Сході і в Південній Азії, перекинутися на весь світ і створити глобальну невпевненість?
Вплив нових технологій	Чи будуть розроблені вчасно технологічні прориви, щоб підвищити економічну продуктивність і вирішити проблеми, викликані зростанням населення світу, швидкою урбанізацією та змінами клімату?
Роль США	Чи зможуть США працювати з новими партнерами, щоб винайти нову міжнародну систему?
<i>Потенційні світи</i>	
Двигуни, що загальмували	У найбільш вірогідному сценарії найгіршого існують ризики міждержавного збільшення конфліктів
Привабливість США всередині і у глобальному світі	Китай і США співпрацюють з цілої низки питань, що приводить до більш широкого глобального співробітництва

Додатки

Закінчення табл. Д.4

1	2
Джин може вийти з пляшки	Нерівність може призвести до вибуху, якщо деякі країни стають переможцями, а інші – ні
Нерівність всередині країн збільшує соціальну напруженість	Без сумніву, сьогодні США більше не «глобальний поліцейський». Недержавний світовий рух за нові технології, недержавні суб'єкти візьмуть на себе ініціативу у вирішенні глобальних проблем

Джерело: сформовано автором на основі [6, с. 10]

Таблиця Д.5

Основні «тектонічні зсуви» на період 2015–2030 рр. відповідно до Глобального прогнозу 2030 «Альтернативні світи» NIC та Rand Corp., 2012 р.

Тектонічні зсуви	Зміст змін
Зростання глобального середнього класу	Середні класи найбільш поширені у світі, що розвивається, і готові істотно розширитися як з точки зору абсолютних цифр, так і відсотку населення, який може претендувати на статус середнього класу протягом наступних 15–20 років
Розширення доступу до «летальних» і руйнівних технологій	Більш широкий спектр інструментів війни – особливо з можливостями високоточного удару, кіберінструменти і зброя для біотерору – стане значно доступнішим. Окремі особи та невеликі групи матимуть можливість здійснювати великомасштабне насильство, що раніше було монополією держав
Зміна економічної влади на Сході та Півдні	Американська, європейська та японська частки світового доходу, за прогнозами, знизяться з сьогоднішніх 56 відсотків до менше половини у 2030 році. У 2008 році Китай обігнав США як найбільший заставник у світі; а до 2020 року його ринкова частка фінансових активів, за прогнозами, збільшиться майже вдвічі
Безпрецедентне старіння, що поширюється	У той час як в 2012 році тільки Японія та Німеччина дозріли до рівня, коли середній вік працюючих становив вище 45 років, більшість європейських країн, Південна Корея і Тайвань досягнуть такого стану зрілості працюючих аж у 2030 році. Міграція стане більш глобальною, оскільки як багаті, так і країни, що розвиваються, страждають на брак робочої сили
Урбанізація	З сьогоднішнього рівня у приблизно 50 відсотків міського населення зросте до майже 60 відсотків, або 4,9 мільярда осіб, в 2030 році. Африка поступово замінить Азію як регіон з найвищою швидкістю зростання урбанізації. Міські центри, за оцінками, будуть генерувати 80 відсотків економічного зростання; існує потенційна можливість використання сучасних технологій та інфраструктури, а також сприяння більш ефективному використанню обмежених ресурсів
Вплив продовольства та води	Попит на продукти харчування буде зростати, принаймні на 35 відсотків до 2030 року, а попит на воду, як очікується, зросте на 40 відсотків. Майже половина населення світу житиме в регіонах, що зазнають сильну нестачу води. Слабкі держави в Африці і на Близькому Сході піддаються найбільшому ризику нестачі продовольства та води, але Китай та Індія також уразливі
Енергетична незалежність США	Зі сланцевим газом США будуть мати достатньо природного газу для задоволення внутрішніх потреб і потенційного генерування глобального експорту на десятиліття вперед. Збільшення виробництва нафти з важкодоступних нафтових родовищ призведе до істотного скорочення у США чистого торгового балансу і прискорення економічного зростання. Глобальний потенціал потужності може перевищувати більш 8000000 барелів, за яких група ОПЕК втратить контроль над цінами, а ціни на сиру нафту впадуть, викликаючи серйозний негативний вплив на економіку, що залежать від експорту нафти

Джерело: сформовано автором на основі [6, с. 13]

Таблиця Д.6

Основні технологічні області, що будуть впливати на глобальну економіку до 2030 р. згідно з «Глобальним прогнозом 2030: «Альтернативні світи» (NIS та Rand Corp., 2012 р.)

Глобальна проблема	Галузь економіки	Пріоритетні технології	Поточний стан	Потенціал до 2030 р.	Проблеми	Вплив
1	2	3	4	5	6	7
Депуляція і старіння населення	Охорона здоров'я	Управління ходом захворювання	Молекулярні технології діагностики визначають деякі схильності до хвороби та їх сутність	Генетичне впорядкування дозволяє більше персоналізувати охорону здоров'я	Витрати на окремі діагностичні тести повинні бути зменшені, щоб вони стали поширеними	Приведе до збільшеної якості і тривалості життя, життя окремих осіб і до все більш старіючого суспільства
		Регулювання природу населення	Сучасні протези й екзоскелети надають обмежену функціональність користувачам	Повністю функціональні замітники кінцівок, підвищений зір, слух та інші доповнення будуть широко доступні	Необхідне поліпшення розуміння людини, функцій мозку, а також розширених портативних джерел живлення	Дуже високі витрати на технології можуть обмежити доступність для професійних спортсменів і збройних сил
Нестача продовольства, вичерпання сировини та палива	Продовольство та вода	Зернові культури генномодифіковані (ГМ)	Успішні, але мають обмежене застосування для економічного успіху	Технологія ГМ-врожаю буде розширювати типи культур, здатних бути змінними, і збільшувати різноманіття рис, які можуть бути передані цим культурам	Час виходу на ринок для кожної переданої ознаки у кожній культурі є основою перешкодою. Багато урядів мають застерезення з приводу безпеки ГМ-культур	Розгортання ГМ-врожаю дозволить збирати більш високі врожаї і звернеться до зміни клімату, яке веде до продовольчого дефіциту
		Точне землеробство	Автоматизація обладнання підходить тільки для великого господарства	Здійснені скорочення за своїми масштабами і ціною дозволяють більше застосування автоматизованих	Головним бар'єром є вартість обладнання та масштабування до невеликих ферм	Головний вплив буде продовжено збільшенням врожайності і якісними покращеннями для великомасштабних

Продовження табл. Д. 6

1	2	3	4	5	6	7
Нова енергетика, екологічні проблеми	Енергетика	Управління водними ресурсами	Мікроіригаційні методи постачають воду корінню з 90 % ефективністю	Водопотреби будуть високими. Стануть можливими комерційні посухостійкі культури. Ймовірно більш дешево крапельне зрошення ґрунту разом із точним сільським господарством	Мікроіригація буде значущою для широкого використання в країнах, що розвиваються	Недостатнє водопостачання для житлового, промислового та сільськогосподарського використання впливатиме на значну частину населення у світі, що живе в районах з недостатньою кількістю водних ресурсів
		Біоенергетика	Технологія вивільнення енергії з продовольчої біомаси доведена, але неконкурентна	Непродовольча біомаса буде зростаючим альтернативним джерелом для енергетики, а також хімічної сировини для промисловості	Значне поширення і швидкість розгортання залежать від державної політики	Якщо вартість буде конкурентоспроможна, то біоенергетика забезпечить корисну альтернативу викопним видам палива
		Сонячна енергетика	Геліотехніка має істотну здатність до зростання, але має і обмеження	Досягнення в геотехніці, технологіях зберігання і розумних мережевих рішеннях, необхідних для сонячної енергетики, будуть конкурентоспроможними відносно виробництва енергії з вуглецю	Дослідження зосереджуються на вивченні й запереченні екологічних наслідків технології	Успішне вирішення проблеми доступного природного газу та запасів нафти зажене аргументи в кут на користь агресивних стратегій пом'якшення зміни клімату

Продовження табл. Д. 6

1	2	3	4	5	6	7
Уповільнення науково-технічного прогресу	Інформаційно-комунікаційні технології	Рішення з обробки даних	Сортування великих обсягів даних і аналіз застосування їх у різних галузях промисловості, при цьому кількість накопичених даних виступає рідкісним ресурсом, який важко зберегти та використувувати ефективно	Одночасно з розвитком програмного і апаратного забезпечення з'являються нові рішення, які дозволяють знати більшу кількість даних про зібраними та проаналізованими	Найбільші області невизначеності – швидкість, з якою дані можуть бути корисно використані організаціями	Збільшаться можливості для комерційних організацій та уряду краще «знати» їхніх клієнтів. Клієнти можуть заперечувати проти колекціонування такої великої кількості даних про них
			Велика кількість людей використовує соціальні мережі, а також знайшла їм інноваційне застосування	Соціальні мережі будуть розвиватися, оскільки будуть з'являтися їх нові види	Постачальники послуг повинні знайти успішні бізнес-моделі для підтримки їхнього зростання. Мережеві користувачі повинні знайти компроміс між приватним життям і користю	Соціальні мережі дозволяють користуватися як корисними, так і небезпечними зв'язками через різні групи користувачів і географічні кордони
		Технології «розумного» міста	Компоненти IT «розумного» міста сьогодні погано об'єднані та не дуже ефективні	Нові міста та міста, що розвиваються, встановлять напівінтегровані інфраструктури IT, щоб витримати незліченну кількість послуг, які вони надають	Тільки інтегрована система може максимізувати повну вартість розумних міських застосувань. Масштаб, складність і висока вартість здійснення такої системи можуть бути занадто коштовними для більшості міст	Величезний прибуток з погляду поліпшення якості життя, збільшення комерційної діяльності та більш низького споживання ресурсів

Закінчення табл. Д. 6

1	2	3	4	5	6	7
		Робототехніка	Робототехніка вже широко використовується в галузі оборони та промисловості	Робототехніка усуне людську працю в деяких застосуваннях. Відбуватиметься змішування промислових і сільськогосподарських робіт	Дослідники повинні знизити вартість робіт і поліпшити їх інтелект. Як розвиватимуться роботи в умовах зростаючої конкуренції з боку людської праці або аутоорганізації в країнах, що розвиваються	Повна автоматизація може стати більш економічно ефективною, ніж використання великих обсягів і рівнів праці або аутоорганізації в країнах, що розвиваються
	Автоматизація і промисловий виробництво	Віддалені і автономні транспортні засоби	Віддалені і автономні транспортні засоби використовуються в обороні, гірничій промисловості та дослідженнях	Віддалені і автономні транспортні засоби будуть регулюватися дистанційно та автоматично. Підвищення безпеки та надійності. Підвищення ефективності та швидкості. Підвищення безпеки та надійності. Підвищення ефективності та швидкості.	Забезпечення надійної і безпечної роботи автономних транспортних засобів в густонаселених районах матиме вирішальне значення	Можливі зростаючі руйнування від використання терористами віддалених і автономних транспортних засобів
	Аддитивне виробництво / 3D-друк	Аддитивне виробництво використовується для створення моделей і швидкого створення прототипів в автомобільній і авіакосмічній промисловості	Аддитивне виробництво починає замінювати деякі звичайні випущені продукти, особливо продукти високої якості	Аддитивне виробництво почне замінювати деякі звичайні випущені продукти, особливо продукти високої якості	Істотна якість і вартість – обмежуючі фактори для прийняття аддитивного виробництва в різних галузях	І розвинені країни, і економіки, що розвиваються, отримають вигоду з гнучкості, швидкості і персоналізованого налаштування аддитивного виробництва

Джерело: сформувано автором на основі [6, с. 86–100]

Таблиця Д.7

Розподіл фінансування науково-технічних досліджень і розробок федеральних міністерств і агенцій США у 2014–2016 рр.

(млн дол.)

Міністерство / агентство**	Фінансовий рік		
	2014	2015	2016*
DOD	66018	67451	72121
DHHS (NIH)	30685	30475	31040
DOE	11996	11736	12597
NASA	11906	12145	12238
NSF	5827	5999	6309
USDA	2380	2446	2884
DOC	1556	1526	2127
DVA	1101	1090	1147
DOT	853	900	1,115
DOI	840	904	985
DHS	1032	1032	569
EPA	539	523	559
Інші	1602	1842	2003
Всього	136335	138069	145694

* За попередніми оцінками.

** Аббревіатура назв департаментів і агенцій наводиться англійською мовою відповідно: Department of Defense (DOD); Department of Health and Human Services (DHHS) (в першу чергу the National Institutes of Health (NIH)); Department of Energy (DOE); National Aeronautics and Space Administration (NASA); National Science Foundation (NSF); Department of Agriculture (USDA); Department of Commerce (DOC); Department of Veterans Affairs (DVA); Department of Transportation (DOT); Department of the Interior (DOI); Department of Homeland Security (DHS); Environmental Protection Agency (EPA).

Джерело: сформовано автором на основі [16, с. 5]

Таблиця Д.8

Фінансування міжвідомчих досліджень із фізичних наук та інженерних розробок у 2006–2016 рр., які проводилися на виконання «Ініціативи Американської Конкурентоспроможності»

(млн дол.)

Міністерство / агентство***	Фінансовий рік											
	2006	2007	2008	2009	2009*	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016**
NSF	5589	5890	6125	6494	3002	6873	6806	7033	6884	7172	7344	7724
DOE (Department of Energy)	3602	3813	4089	4773	1596	4829	4858	4874	4621	5070	5071	5340
NIST/STRS	395	434	441	472	220	515	497	567	580	651	675	755
NIST/CRF	174	59	161	172	360	147	70	55	56	56	50	59

* У 2009 р. було додаткове фінансування за Актом американського відновлення і реінвестування.

** За попередніми оцінками.

*** Аббревіатура назв департаментів і агенцій наводиться англійською мовою відповідно: National Science Foundation (NSF); National Institute of Standards and Technology (NIST); NIST Scientific and Technical Research and Services (STRS); NIST Construction of Research Facilities (CRF).

Джерело: сформовано автором на основі [16, с. 12]

Розподіл пріоритетів міждисциплінарних і міжвідомчих досліджень у бюджеті розвитку науки і технологій США на 2017 р.

Міжвідомчі науково-технічні пріоритети	Зміст досліджень та основні державні програми
1	2
Глобальні зміни клімату	Агентства повинні сприяти досягненню цілей і завдань Стратегічного плану «Програми США з дослідження глобальних змін» (U.S. Global Change Research Program (USGCRP)) на 2012–2021 рр., а також додаткової наукової програми, яка лежить в основі Президентського Плану дій з питань Клімату (President's Climate Action Plan). Агентства США визначають пріоритетність заходів, які сприяють розвитку і використанню даних, інформації і пов'язаних з ними інструментів, необхідних для підготовки та зниження ризиків, пов'язаних із кліматом, а також повинні зосередити інвестиції для надання технічної допомоги зусиллям спільноти зі збереження клімату
Чиста енергія	Відповідно до заяви Президента метою США є приведення світу до екологічно чистої енергії. У Плані дій з питань Клімату викладено низку ключових завдань у цій області, яким повинні віддаватися пріоритети бюджету у 2017 році, в тому числі: сприяння лідерству США в галузі поновлюваних джерел енергії (включаючи виробництво для цих технологій і модернізацію електричної мережі); впровадження інновацій в інших ключових екологічно чистих енергетичних технологіях; розбудова чистого й ефективного транспортного сектора XXI століття; скорочення втрат енергії в будинках, офісах і виробництвах. Для сфери транспорту існує особлива необхідність у підтримці науково-технічних досліджень і розробок, які допоможуть просувати кілька нових видів транспорту й одержати нові знання та технологічні рішення. В рамках цього напрямку агентства повинні також підтримувати розвиток технологій, які надають подвійну вигоду: скорочення викидів парникових газів і зміцнення стійкості американських громад. Наприклад, агентства могли б розглянути питання розробки технології, яка використовує відновлювані джерела енергії для опріснення питної води або очищення – скорочення викидів парникових газів, що забезпечить питною водою і зміцнить стійкість громад у районах, схильних до посухи
Спостереження Землі	Дані спостереження Землі відіграють важливу роль для захисту людського життя, майна, економіки і національної безпеки, а також для поглиблення розуміння Землі як системи. Федеральні агентства повинні сприяти досягненню цілей Національного плану спостереження Землі (National Plan for Civil Earth Observations), затвердженого у 2014 році. Установам рекомендується прискорити розробку та демонстрацію інноваційних підходів до спостережень, в тому числі технології для недорогих супутників і приладів. Крім того, космічні спостереження за погодою і науково-технологічні розробки мають важливе значення для задоволення зростаючих потреб суспільства в точній і своєчасній інформації про космічну погоду. Агентства повинні приділяти пріоритетну увагу інвестиціям у галузі космічної науки про погоду відповідно до Плану дій і Стратегії Національної космічної погоди (National Space Weather Strategy and Action Plan), що діють з 2015 року

1	2
Розширене виробництво та галузі майбутнього	Адміністрація прагне до подальшого зміцнення виробничого сектора Америки. Агентства повинні приділяти першочергову увагу програмам, які сприяють досягненню технічного рівня у виробництві відповідно до Національного стратегічного плану розвитку передових технологій (National Strategic Plan for Advanced Manufacturing). Агентства повинні також здійснювати пріоритетне інвестування в технології, які приносять користь кільком секторам економіки, тобто в такі як нанотехнології, робототехніка, ініціатива геномних матеріалів, а також кіберфізичні системи та їх застосування в «розумних» містах
Інновації в області наук про життя, біології та нейробіології	Агентства повинні приділяти пріоритетну увагу програмам, що підтримують фундаментальні біологічні дослідження, які могли б принести несподівані стабільні наукові та технологічні досягнення в галузі охорони здоров'я, енергетики та продовольчої безпеки. Це такі програми, як Ініціатива Президента з дослідження головного мозку (President's BRAIN Initiative), Національна стратегія по боротьбі з антибіотичною резистентністю (National Strategy for Combating Antibiotic Resistance), а також Національна стратегія біоспостереження (National Strategy for Biosurveillance), наприклад, щодо можливості прогнозування інфекційних хвороб. Акцент також повинен бути зроблений на дослідження, які встановлюють основоположні принципи, що охоплюють місця проживання і біологічних систем, таких як регулювання поведінки мікробіомів у різних середовищах. Агентства повинні підтримувати пріоритети досліджень, керуючись Національним планом досліджень і заходів щодо поліпшення доступу до послуг з психічного здоров'я для ветеранів, обслуговуючого персоналу та сімей військовослужбовців (National Research Action Plan for Improving Access to Mental Health Services for Veterans, Service Members, and Military Families) – для розробки ефективних діагностичних і лікувальних методик і показників із метою поліпшення психічного здоров'я і скорочення психічних розладів. Крім того, адміністрація прагне до запуску Ініціативи точної медицини (Precision Medicine Initiative), спрямованої на надання медичної допомоги індивідуально кожному пацієнту. Агентства повинні підтримувати інвестиції у поліпшення сумісності медичних записів, вирішення проблем конфіденційності, а також у дослідження, які дозволять використовувати відкриття, отримані з Великих Даних (Big Data)
Національна та внутрішня безпека	Місії з національної та внутрішньої безпеки і розвідки повинні вкладати кошти в галузі науки і техніки, спрямовані на протидію загрозам майбутнього, і розробляти нові інноваційні рішення для безпеки. Для кращого розуміння загроз і пріоритетів інвестицій агентства повинні спиратися на результати новітніх досліджень, щоб поєднати та координувати інтелектуальний збір і аналіз даних у різних областях науки, техніки й інновацій, а також забезпечувати ці зусилля достатніми ресурсами. Пріоритет слід віддавати інвестиціям з розвитку можливостей у боротьбі зі зброєю масового знищення, зміною клімату, обробкою великих масивів даних для потреб національної безпеки, випереджаючого гіперзвуку, розробку прискорених методів навчання
Інформаційні технології і високопродук-	Агентства повинні розставити пріоритети досліджень, керуючись програмою Безпечний кіберпростір: Стратегічний план з кібербезпекових науково-технічних програм (Trustworthy Cyberspace: Strategic Plan for Cybersecurity R&D Programs) з розробки тех-

1	2
тивні обчислення	нологій, які можуть захистити системи США від кібератак. Агентства повинні координувати зусилля один із одним із приватним сектором з метою заохочення інновацій у сфері високопродуктивних обчислень; моделювання та імітування; передових апаратних технологій для підтримки національної безпеки, наукових відкриттів і економічної конкурентоспроможності. Агентства повинні також приділяти пріоритетну увагу інвестиціям, які стосуються проблем і можливостей розширення Великих Даних (Big Data) для здійснення місії агентств, а також для подальших наукових відкриттів і інновацій, забезпечуючи при цьому засоби захисту конфіденційності персональних даних
Проблеми океану й Арктики	Агентствам – членам Національної ради Океану слід приділяти пріоритетну увагу інвестиціям у галузі науки і техніки, що підтримуються Планом з впровадження Національної політики з проблем Океану (National Ocean Policy Implementation Plan) щодо відповідального управління океаном, в тому числі спостереження, моделювання та доступності даних, необхідних для підтримки управління екосистемами, а також для розуміння й інформування щодо поточних і майбутніх кліматичних впливів на океани, великі озера і довколишні громади. Агентства повинні також сприяти досягненню цілей Арктичного науково-дослідного плану Комітету з об'єднаної політики Арктичних досліджень (Interagency Arctic Research Policy Committee Arctic Research Plan FY 2013–2017) і Виконавчого комітету з Арктики (Arctic Executive Steering Committee), який координує зусилля арктичної науки, управління ресурсами, збереження корінних народів, а також міжнародного співробітництва через головування США в Арктичній Раді (Arctic Council) восьми держав у 2015–2017 рр.
Науково-технічні дослідження та розробки для прийняття обґрунтованих політичних рішень і управління	Різноманітні місії агентств (наприклад, раціональне використання природних ресурсів для охорони здоров'я і навколишнього середовища; глобальна безпека в області охорони здоров'я для запобігання, виявлення та реагування на виникаючі інфекційні захворювання) одержують вигоди від науково-технічних досліджень, які зміцнюють наукову основу для прийняття рішень. Щоб добитися максимальних вигод для суспільства від інвестицій у науково-технічні дослідження, планування і дизайн, ці дослідження повинні керуватися зацікавленими сторонами із залученням користувачів. Як агентства, що виконують вказані місії, так і науково-технічні агентства, повинні бути зосереджені на створенні інформації за ініціативою користувача, а також на інструментах, які дозволяють переклад наукових спостережень у процеси прийняття рішень

Джерело: сформовано автором на основі [12]

Таблиця Д.10

Розподіл фінансування за ключовими пріоритетами «Президентських бюджетних інвестицій на 2017 р. в американській інновації: науково-технічні дослідження і розробки, інновації, а також на наукову, технологічну, інженерну і математичну (НТІМ) освіту»

Ключовий пріоритет	Основні напрями фінансування
1	2
Продовження підтримки науки та досліджень світового рівня	Бюджет передбачає виділення Національному науковому фонду (National Science Foundation, NSF) майже 8,0 млрд дол., а також Управлінню науки Департаменту енергетики (Department of Energy's (DOE) Office of Science) майже 5,7 млрд дол. за рахунок поєднання дискреційного й обов'язкового фінансування. Ці інвестиції спрямовані на підтримку проривних досліджень у всіх областях науки та техніки, в тому числі в області екологічно чистої енергії, науки про клімат, інформаційних технологій і наук про життя. Бюджет також передбачає 826 млн дол. для лабораторій Національного інституту стандартів і технологій (National Institute of Standards and Technology, NIST). Бюджет збільшує загальний обсяг фінансування для цих трьох ключових дослідницьких агентств більш ніж на 900 млн дол. порівняно з рівнем 2016 р.
Інвестиції в інновації	Бюджет 2017 р. інвестує в інноваційні можливості безпеки. Виділено 12,5 млрд дол. для відділу програми з науки і технологій Міністерства оборони (Department of Defense's (DOD) Science & Technology program) і 3,0 млрд дол. Управління перспективного планування оборонних науково-дослідних робіт (Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA). Бюджет передбачає 318 млн дол. для науково-дослідних робіт і розробок з кібербезпеки у цивільних агентствах. Для заохочення інновацій у космічні засоби в бюджеті передбачено 19,0 млрд дол. для Національного аерокосмічного агентства (National Aeronautics and Space Administration, NASA) з метою підтримки ініціативи президента з інновацій та наукових відкриттів на Землі і за її межами. Бюджет також інвестує в інновації для промисловості майбутнього, в тому числі виділені великі інвестиції в рамках DOE (285 млн дол.) і NSF (33 млн дол.) для підтримки Національної ініціативи зі стратегічного комп'ютерингу (National Strategic Computing Initiative)
Поліпшення здоров'я Америки	Бюджет передбачає 33,1 млрд дол. для підтримки біомедичних досліджень у Національному інституті здоров'я (National Institutes of Health, NIH), що збільшились на 1 млрд дол. порівняно з 2016 р. Бюджет передбачає 755 млн дол. для продовження новітньої Національної програми боротьби з раком (National Cancer Moonshot), а також для нових пов'язаних з раком науково-дослідницьких робіт, як у NIH, так і в Управлінні з харчових продуктів і медикаментів (Food and Drug Administration). Бюджет включає в себе 195 млн дол. для NIH з метою реалізації міжвідомчої Ініціативи «Мозок» (BRAIN Initiative). Бюджет включає 309 млн дол. для Департаменту охорони здоров'я та соціальних служб (Department of Health and Human Services, HHS) на підтримку Ініціативи в галузі точної медицини (Precision Medicine Initiative), спрямованої на здійснення індивідуальної медичної допомоги для кожного пацієнта
Прискорення темпів інновацій у виробництві	Бюджет на 2017 р. передбачає 2 млрд дол. для федеральних науково-технічних досліджень, які безпосередньо підтримують передові виробництва, відповідно до цілей і рекомендацій Національного стратегічного плану з Передового виробництва (National

1	2
для створення робочих місць	Strategic Plan for Advanced Manufacturing). Бюджетні кошти будуть спрямовані на створення національної мережі із 45 виробничих інноваційних інститутів, які будуть позиціонувати США як світового лідера в області передових технологій виробництва
Перехід Америки до більш чистої енергії	Бюджет на 2017 р. передбачає 7,7 млрд дол. на науково-технічні дослідження і розробки з чистої енергії, демонструючи тверду прихильність США перейти до здійснення інновацій і виконати обіцянку, яку було оголошено на саміті в Парижі з питань клімату (Paris climate summit in 2015), що відбувся у 2015 р., щодо збільшення інвестицій на науково-технічні дослідження і розробки з чистої енергії у два рази протягом п'яти років
Вживання заходів зі зміни клімату	Американська програма досліджень глобальних змін (Global Research Program Change, US GRPC), в якій беруть участь 13 агентств США, координує федеральні дослідження, спрямовані на поліпшення здатності розуміти, оцінювати, прогнозувати та реагувати на процеси антропогенних і природних глобальних змін, а також пов'язаних з ними наслідків і ефектів. Бюджет включає в себе 2,8 млрд дол. для US GRPC, результати виконання якої підтримуються в рамках Плану дій адміністрації з клімату (Administration's Climate Action Plan)
Зростаючі дослідження у сільському господарстві для майбутніх поколінь	Бюджет визнає важливість науки і техніки для вирішення завдань і збільшення можливостей в області сільського господарства і забезпечує значне збільшення інвестицій. Бюджет фінансує конкурентні дослідні гранти через Департамент сільського господарства (Department of Agriculture, DoA) в рамках Ініціативи з досліджень у сільському господарстві і харчуванні (Agriculture and Food Research Initiative) на 700 млн дол., що вдвічі перевищує фінансування, надане в 2016 фінансовому році
Підготовка студентів з навичками НТІМ	У 2017 р., керуючись Федеральним п'ятирічним Стратегічним планом з розвитку НТІМ освіти (Federal STEM Education Five Year Strategic Plan), бюджет інвестує 3,0 млрд дол. в рамках програм НТІМ освіти, підтримуючи прийнятий в 2016 р. рівень фінансування. Бюджет фінансує Президентську ініціативу з комп'ютерних наук для всіх (President's Computer Science for All initiative) з метою надати всім студентам по всій країні можливість вивчати інформатику в школі у розмірі 4 млрд дол. державного фінансування і 100 млн дол. безпосередньо для районів
Підтримка приватних науково-технічних досліджень	Бюджет дозволить спростити та розширити науково-технічні дослідження і розробки за рахунок податкового кредиту, що є важливим Федеральним стимулом для приватного сектора науково-технічних досліджень, який був встановлений постійно у грудні 2015 р.
Загальне фінансування науки, інновацій і НТІМ-освіти у 2017 р.	Всього на 2017 р. президентські бюджетні інвестиції в американські інновації передбачають 152 млрд дол. на науково-технічні дослідження і розробки в цілому, тобто збільшені на 6 млрд дол. або на 4 % порівняно з 2016 р. Зокрема, передбачено 73 млрд дол. для проведення фундаментальних і прикладних досліджень (в «R» в R & D) і збільшення на 4 млрд дол. або на 6 % порівняно з 2016 р.

Джерело: сформовано автором на основі [14]

Таблиця Д.11

Основні покоління конвергентних нанопродуктів XXI століття –
розробка промислових прототипів та їх комерціалізація

Термін	Назва покоління	Наноструктури	Приклади нанопродуктів	Основні характеристика і взаємодія
1	2	3	4	5
~ 2000	Пасивні наноструктури	1. Дисперсні і контактні наноструктури	Аерозолі, колоїдні речовини тощо	Перші нанотовари, що можуть бути виведені на ринок
		2. Продукти, що інкорпують наноструктури	Покриття; композиційні матеріали, що посилені наночастинками; наноструктурні метали, полімери	
~ 2005	Активні наноструктури	1. Біоактивні та медично-активні структури	Ліки спрямованої дії, біообладнання, штучні м'язи	Впливають на механічні, електронні, магніторезонансні, фотонні, біологічні й інші системи й обладнання (наприклад, створення трьохвимірних або 3D-транзисторів)
		2. Тривимірні 3D транзистори підсилювачі, приводи, системи, що самонастроюються, тощо	Виконавчі механізми	
~ 2010	Наноструктурні системи	Самозбирання, що управляється	Трирозмірна 3D мережева та ієрархічна архітектура систем ІКТ, що еволюціонує під час експлуатації, нанороботи тощо	Тривимірні наносистеми, в яких використовується «біомонтаж» і «біозбирання», роботи, що розвиваються, з еволюціонуючими функціями і «поведінкою». Найважливіший напрямок – це створення наномереж та ієрархічної архітектури в області використання ІКТ, включаючи інжиніринг гетерогенних наноструктур і самозбирання, штучні тканини та сенсорні системи, квантові взаємодії в середині наносистем, обробку інформації з використанням фотонного або електронно-спінового резонансу, створення та розробку наноелектро-механічних систем (NEMS)
~ 2015 – 2020	Нанопроєктування	Створення гетерогенних молекулярних наносистем	Проектування обладнання на молекулярному й атомарному	Кожна молекула в наносистемі буде мати конкретну структуру та виконувати свою функцію, тобто молекули

Додатки

Закінчення табл. Д.11

1	2	3	4	5
			рівнях; системи із функціями, що розвиваються	будуть використовуватися як своєрідне обладнання. На основі молекулярного інжинірингу і проектування відповідної архітектури наноструктур молекули будуть виконувати нові функції, що відрізняються від функцій звичайних молекул

Джерело: сформовано автором на основі [22, с. 28–29]

Таблиця Д.12

Огляд напрямків досліджень програм Національної нанотехнологічної ініціативи США (NNI) за 2006–2014 рр.

№	Назва напрямків програми	Зміст
1	2	3
1	Фундаментальні наномасштабні явища і процеси	Відкриття і розвиток фундаментальних знань, що відносяться до нових явищ у фізичних, біологічних і технічних науках, які відбуваються на нанорівні. З'ясування наукових і інженерних принципів, пов'язаних з нанорозмірними структурами, процесами і механізмами
2	Наноматеріали	Дослідження, спрямовані на відкриття нових нанорозмірних і наноструктурних матеріалів, а також на повне розуміння властивостей наноматеріалів (в межах всієї довжини масштабів, в тому числі інтерфейс взаємодії). Науково-технічні дослідження та розробки, що дають можливість розробляти, узагальнювати та контролювати наноструктурні матеріали із заданими властивостями
3	Наномасштабні прилади та системи	Науково-технічні дослідження та розробки, які застосовують принципи нанорозмірної науки та техніки для створення нових або вдосконалення наявних пристроїв і систем. Включає використання нанорозмірних і наноструктурних матеріалів для підвищення продуктивності або одержання нових функціональних можливостей. Щоб задовольнити це визначення, науково-технічні розробки повинні бути на нанорівні, але самі системи і пристрої не обмежені до цього розміру
4	Інструментарій досліджень, метрологія та стандартизація для нанотехнологій	Науково-технічні дослідження та розробки, що відносяться до інструментів, необхідних для просування наукових досліджень і комерціалізації нанотехнологій, в тому числі нового покоління приладів для визначення характеристик, вимірювання, синтезу та розробки матеріалів, конструкцій, пристроїв і систем. Також включає в себе науково-технічні дослідження і розробки, пов'язані з розробкою стандартів, включаючи стандарти для номенклатури і характеристик матеріалів, випробувань і виробництва
5	Нановиробництво	Науково-технічні дослідження та розробки, спрямовані на забезпечення масштабних заходів з метою надійного й економічно ефективного виробництва нанорозмірних матеріалів, конструкцій, пристроїв і систем. Включає в себе науково-технічні дослідження та розробки з інтеграції ультрамініатюрних процесів «зверху вниз» і все більш складних процесів «знизу вгору» або самозбірки
6	Основне дослідницьке устаткування і закупівля приладів	Створення призначених для користувача об'єктів, закупівля основних приладів, а також інші види діяльності, розробка, підтримка або покращення наукової інфраструктури країни для проведення науково-технічних досліджень і розробок в галузі нанорозмірної науки, техніки та технології. Включає постійну роботу об'єктів і мереж

Додатки

Закінчення табл. Д.12

1	2	3
7*	Навколишнє середовище, здоров'я та безпека	Дослідження насамперед спрямовані на розуміння наслідків для навколишнього середовища, впливу на здоров'я людини і безпеки розвитку нанотехнологій, а також відповідна оцінка ризиків, управління ризиками та методи зниження ризиків
8*	Освіта та соціальні аспекти	Заходи, пов'язані з освітою, такі як розробка матеріалів для шкіл, програм бакалаврату, технічної підготовки, а також зв'язки з громадськістю, в тому числі роз'яснювальна робота та взаємодія. Дослідження, спрямовані на виявлення і кількісне оцінювання наслідків нанотехнологій для суспільства, в тому числі соціальних, економічних, трудових ресурсів; освітні, етичні та правові наслідки

* У 2004–2007 рр. напрями 7 і 8 були згруповані у вигляді єдиного програмного напрямку досліджень під назвою «Суспільні виміри».

Джерело: сформовано автором на основі [23]

Таблиця Д.13

Структура цілей і завдань Нанотехнологічної ініціативи (NNI) США згідно зі Стратегічним планом (2014 р.) до 2025 р.

Глобальна мета	Основні завдання	Поточні завдання
1	2	3
1. Перспективні дослідження світового класу в області нанотехнологій і програм розвитку	<p>1.1. Підтримка науково-технічних досліджень, які розширюють межі нанотехнологій і зміцнюють перетин наукових дисциплін</p> <p>1.2. Виявлення та підтримка нанорозмірних науково-технологічних досліджень, що відповідають національним пріоритетам, та їх усвідомлення шляхом активної взаємодії із зацікавленими сторонами</p> <p>1.3. Оцінка продуктивності американських науково-технічних нанотехнологічних програм</p> <p>1.4. Перспективний портфель Нанотехнологічних списочних ініціатив (НСІ), кожна</p>	<p>1.1.1. Розширення меж нанотехнологій завдяки портфелю різноманітних науково-технічних досліджень і розробок, який включає фундаментальні наукові дослідження, основні дослідження, прикладні дослідження та технологічні розробки</p> <p>1.1.2. Зміцнення перетину наукових дисциплін шляхом створення можливостей фінансування, які конкретно орієнтовані на унікальні та взаємозалежні дослідження між дисциплінами</p> <p>1.1.3. Створення портфеля стратегічних і прикладних досліджень, що включає очні та заочні програми, які складаються із зусиль одного або кількох дослідників, мультидисциплінарних дослідницьких груп, центрів і мереж для цільових досліджень</p> <p>1.2.1. Взаємодія з науковими колами, промисловістю, урядом і громадськістю для збору інформації та зворотного зв'язку на федеральному рівні задля підтримки досліджень</p> <p>1.2.2. Взаємодія із зацікавленими сторонами і співпраця з установами NNI за допомогою засобів, таких як зіставні фонди, партнерства, консорціуми і вправи з планування</p> <p>1.2.3. Поширення і зв'язок історії успіху нанорозмірної науки та техніки з поточними національними пріоритетами на публічних семінарах і конференціях</p> <p>1.3.1. Визначення загальних атрибутів успішних науково-дослідних програм і спільних передових практик в установах NNI, а також у рамках інших національних і міжнародних нанотехнологічних науково-технічних досліджень і розробок</p> <p>1.3.2. Розробка кількісних показників продуктивності в координації з існуючими зусиллями зі встановлення показників для інновацій</p> <p>1.3.3. Вивчити можливості розширення і збільшення поточних стратегій оцінки</p> <p>1.4.1. Виявлення потенційних нових НСІ за участю зацікавлених сторін</p>

Продовження табл. А.13

1	2	3
1	з яких підтримується трьома або більше NNI-агентствами і вирішує суттєві національні пріоритети	1.4.2. Проведення щорічних оцінок впливу та прогресу у розвитку кожної НСІ з метою визначення стратегічних напрямків діяльності та продовження розробок і фінансування НСІ ще на один рік
2. Прискорення передачі нових технологій і продуктів для комерційної та суспільної користі	2.1. Надання допомоги бізнес-спільноті, що працює у сфері нанотехнологій в розумінні фінансування федеральним урядом науково-технічних досліджень і розробок і регуляторного середовища	2.1.1. Поширення інформації про підтримку спонсорів і програм, що сприяють передачі технологій на основі нанотехнологій у програми закупівель федерального уряду 2.1.2. Поліпшення доступу громадськості до інформаційних матеріалів про ресурси, що підтримують комерціалізацію нанотехнологій 2.1.3. Надання інформаційних матеріалів, в тому числі спільних пропозицій, щодо пояснення питань, які мають відношення до підтримки нанотехнологічних продуктів і підприємств
2. Прискорення передачі нових технологій і продуктів для комерційної та суспільної користі	2.2. Підвищення уваги до комерціалізації нанотехнологій і відповідної підтримки з боку державно-приватного партнерства	2.2.1. Підтримка успішних ініціатив і розширення числа державно-приватних партнерств 2.2.2. Оцінка і поширення інформації про найкращі практики щодо просування комерціалізації нанотехнологій, отриманих у США 2.2.3. Підтримка промисловості у США в розробці технологій «дорожніх карт» або планів науково-технічних досліджень і розробок в підтримку державно-приватного партнерства 2.2.4. Сприяння розробці надійних і масштабованих методів нановиробництва з достатньою точністю з метою полегшення комерціалізації
2.3. Сприяння розширенню доступу та використанню об'єктів, спільних науково-дослідних центрів і регіональних ініціатив, спрямованих на прискорення передачі результатів досліджень нанорозмірної науки з лабораторії на ринок	2.3. Сприяння розширенню доступу та використанню об'єктів, спільних науково-дослідних центрів і регіональних ініціатив, спрямованих на прискорення передачі результатів досліджень нанорозмірної науки з лабораторії на ринок	2.3.1. Забезпечення економічного доступу до інструментів і процесів, експертизи та навчання, що має виключно важливе значення для переходу від відкриття до розширеної розробки дослідних зразків 2.3.2. Підтримка створення самодостатніх спільних науково-дослідних центрів і регіональних, державних і місцевих ініціатив економічного розвитку з метою комерціалізації нанотехнологій

Продовження табл. А.13

1	2	3
	<p>2.4. Активна участь у міжнародній діяльності, яка є невід'ємною частиною розвитку і відповідальної комерціалізації нанотехнологічних продуктів і процесів</p>	<p>2.4.1. Участь, де це доречно, провідна роль у розробці міжнародних стандартів у галузі нанотехнологій</p> <p>2.4.2. Участь у двосторонньому та багатосторонньому співробітництві щодо подальшої комерціалізації, інновацій і торгівлі у галузі нанотехнологій</p> <p>2.4.3. Підтримка форумів, на яких США і міжнародні зацікавлені сторони можуть обмінюватися технічною інформацією та обговорювати відповідні потреби ринку, права інтелектуальної власності, а також інші питання, пов'язані з комерціалізацією.</p>
<p>3. Розвиток і підтримка освітніх ресурсів, кваліфікованої робочої сили, а також динамічної інфраструктури й інструментів для просування нанотехнологій</p>	<p>3.1. Розвиток і підтримка освітніх ресурсів, кваліфікованої робочої сили, а також динамічної інфраструктури й інструментів для просування нанотехнологій</p> <p>3.2. Створення і підтримка програм, які допомагають у розвитку та підтримці кваліфікованої робочої сили в області нанотехнологій</p> <p>3.3. Сприяння обміну та підтримку науково-технічної інфраструктури, зокрема, призначеної для користувачів об'єктів і спільних науково-дослідних центрів</p>	<p>3.1.1. Розробка і публікація навчальних та інформаційних матеріалів, придатних для інформування широкої громадськості, в тому числі студентів</p> <p>3.1.2. Встановлення і підтримка механізмів, таких як інформаційні мережі, для поширення і збору навчальних матеріалів на всіх відповідних рівнях освіти</p> <p>3.2.1. Розробка, видання та поширення навчальних матеріалів з нанотехнологій для навчання та підготовки робочої сили відповідно для всіх рівнів освіти</p> <p>3.2.2. Продовження надання можливості набуття практичного досвіду і навчання студентам у федерально підтримуваних нанотехнологічних об'єктах</p> <p>3.2.3. Заохочення освіти в області конвергенції нанотехнологій та інших суміжних наукових дисциплін, таких як біотехнології, інформаційні технології і когнітивні науки</p> <p>3.3.1. Встановлення регулярних механізмів для визначення поточних і майбутніх потреб користувачів та зацікавлених сторін у інфраструктурі цих об'єктів і спільних науково-дослідних центрів</p> <p>3.3.2. Розробка, експлуатація і підтримка передових інструментів, інфраструктури і засобів користувачів (в тому числі поточних інвестицій, кадрового забезпечення та модернізації)</p>

Продовження табл. А.13

1	2	3
	<p>4.1. Підтримка створення всеосяжної бази знань для оцінки потенційних ризиків і переваг нанотехнологій для навколишнього середовища, а також для здоров'я і безпеки людини</p>	<p>4.1.1. Продовження виявлення прогалин і визначення пріоритетності потреб у відповідних знаннях за допомогою активної взаємодії із зацікавленими сторонами, в тому числі з промисловими підприємствами та регіональними, державними та місцевими ініціативами</p> <p>4.1.2. Сприяння розвитку в галузі інформатики на основі структури для обміну знаннями, яка включає в себе звід існуючих знань і механізмів включення нових знань</p> <p>4.1.3. Стимулювання розробки та перевірка засобів вимірювань і моделей прийняття рішень для включення кількісної оцінки безпеки та впливу ризику на людину, навколишнє середовище та управління</p> <p>4.1.4. Участь у міжнародних зусиллях, зокрема тих, які спрямовані на створення кращих практик і стандартів на основі консенсусу</p>
<p>4. Підтримка відповідального розвитку нанотехнологій</p>	<p>4.2. Створення та використання коштів для своєчасного поширення, оцінки та включення відповідних знань і передової практики</p>	<p>4.2.1. Дослідження нових можливостей для взаємодії з більш широкою групою зацікавлених сторін, спілкування заради виконання та прогресу NN1, а також для обміну технічною інформацією</p> <p>4.2.2. Сприяння діяльності зацікавлених багатьох сторін для оцінки проблем, таких як довкілля, здоров'я і безпека людини та вплив навколишнього середовища на інженерно створені наноматеріали та нанотехнологічно підтримувані продукти</p> <p>4.2.3. Участь у скоординованих міжнародних зусиллях, спрямованих на спільне використання даних, посібників і найкращої практики для оцінки екологічного та людського ризиків і управління ними</p>
	<p>4.3. Розвиток національного потенціалу з виявлення, визначення і відповідального вирішення проблем, характерних для етичних, правових і соціальних наслідків (ЕПСН) нанотехнологій</p>	<p>4.3.1. Підтримка створення всеосяжної бази знань для ЕПСН і розвитку інфраструктури ЕПСН</p> <p>4.3.2. Сприяння підвищенню інформованості й освіти з ЕПСН серед відповідних зацікавлених сторін (в тому числі виробників, регуляторів, неурядових організацій, працівників і громадськості)</p> <p>4.3.3. Приймальні дорадчі взаємодії, такі як громадські форуми, серед відповідних зацікавлених сторін щодо національних і глобальних ЕПСН</p>

Закінчення табл. А.13

1	2	3
	<p>4.4. Включення проблем стійкого розвитку у питання відповідального розвитку нанотехнологій.</p>	<p>4.4.1. Заохочення розвитку інженерно створених наноматеріалів, які є більш безпечними і більш стійкими альтернативними матеріалами на нанорівні, ніж ті, що в цей час використовуються</p> <p>4.4.2. Сприяння проєктуванню та розробці безпечного й екологічного виробництва, а також процесів і з вичерпним терміном експлуатації для інженерно створених наноматеріалів і нанотехнологічно підтримуваних продуктів</p> <p>4.4.3. Підтримка науково-технічних досліджень і розробок нанотехнологій з корисними додатками щодо здоров'я людини та навколишнього середовища</p>

Джерело: сформовано автором на основі [23, с. 23–37]

Таблиця Д.14

Взаємозв'язок між глобальними цілями, завданнями та новими пріоритетними напрямками досліджень NNI до 2025 р. (Стратегічний план, 2014 р.)

Глобальні цілі / завдання	1. Нанотехнологічні списочні ініціативи	Сонячна енергетика	Спінїке нановиробництво	Наноелектроніка 2020-х років	Нанотехнологічна знанієва інфраструктура	Нанотехнології для сенсорів і сенсорів для нанотехнологій	2. Фундаментальні дослідження	3. Нанотехнологічно створені додатки, пристрої та системи	4. Дослідницька інфраструктура та інструменти	5. Навколишнє середовище, здоров'я і безпека
Ціль 1	■	I	I	I	I	I	I	I	I	I
1.1	■	I	I	I	I	I	I	I	II	II
1.2	■	I	I	I	I	I	I	I	II	I
1.3	■	II	II	II	II	II	II	II	II	II
1.4	■	I	I	I	I	I	II	II	II	II
Ціль 2	■	I	I	I	I	I	II	I	I	I
2.1	■	I	I	I	I	I	II	I	I	I
2.2	■	I	I	I	I	I	II	I	I	II
2.3	■	I	I	I	I	I	II	II	I	II
2.4	■	I	I	I	I	I	II	I	II	I
Ціль 3	■	II	I	I	I	II	II	II	I	II
3.1	■	-	-	-	II	-	I	I	II	II
3.2	-	-	-	-	-	-	II	II	I	II
3.3	■	II	I	I	I	II	I	I	I	II
Ціль 4	■	II	I	II	I	I	I	I	I	I
4.1	■	-	I	-	I	I	I	I	I	I
4.2	■	-	II	-	II	-	II	I	II	I
4.3	■	-	-	-	I	-	I	II	II	I
4.4	■	I	II	I	I	I	I	I	II	I

I – Пріоритетне; II – Другорядне; ■ – Позначає відносини з щонайменше однією Нанотехнологічною списочною ініціативою.

Джерело: сформовано автором на основі [23, с. 49]

Таблиця Д.15

Взаємозв'язок між основними пріоритетами NNI до 2025 р. та цілями, інтересами і потребами NNI-агенцій (Стратегічний план, 2014 р.)

Агенції NNI*	1. Нано-технологічні списочні ініціативи	Сонячна енергетика	Стійке нановиробництво	Нанoeлектроніка 2020-х років	Нанотехнологіч на знанієва інфраструктура	Нано технології і сенсори	2. Фундаментальні дослідження	3. Нанотехнологічно створені додатки, пристрої та системи	4. Дослідницька інфраструктура та інструменти	5. Навколишнє середовище, здоров'я і безпека
CPSC	■	-	-	-						
DHHS	■	-		-						
DHS	■	-	-		-					-
DOC	■									
DOD	■									
DOEd	-	-	-	-	-	-		-	-	
DOE	■					-				i
DOI	-	-	-	-	-	-		-		-
DOJ	-	-	-	-	-	-	-	-		-
DOL	-	-	-	-	-	-			-	
DOS	-	-	-	-	-	-				
DOT	-	-	-	-	-	-			-	
DOTreas	■						-		-	
EPA	■	-		-						
IC	■				-					-
NASA	■									-
NRC	-	-	-	-	-	-	-		-	-
NSF	■									
USDA	■			-						
USITC	■			-	-		-		-	-

I – Пріоритетне; II – Другорядне; ■ – Позначає відносини з Нанотехнологічними списочними ініціативами.

* Аббревіатура назв департаментів і агенцій, що беруть участь у виконанні NNI, наведені англійською мовою відповідно: Consumer Product Safety Commission (CPSC); Department of Health and Human Services (DHHS); Department of Homeland Security (DHS); Department of Commerce (DOC) (including National Institute of Standards and Technology (NIST)); Department of Defence (DOD); Department of Education (DOEd); Department of Energy (DOE); Department of the Interior (DOI); Department of Justice (DOJ); Department of Labor (DOL); Department of State (DOS); Department of Transportation (DOT); Department of the Treasury (DOTreas); Environmental Protection Agency (EPA); Intelligence Community (IC); National Aeronautics and Space Administration (NASA); Nuclear Regulatory Commission (NRC); National Science Foundation (NSF); U.S. Department of Agriculture (USDA); U.S. International Trade Commission (USITC).

Джерело: сформовано автором на основі [23, с. 48]

Таблиця Д.16

Розподіл фінансування пріоритетів NNI між NNI-агенціями у 2015–2017* рр.

(млн дол)

Агенції NNI*	1. Нанотехнологічні списочні ініціативи	Сонячна енергетика	Стійке нановиробництво	Нанoeлектроніка 2020-х років	Нанотехнологічна знанієва інфраструктура	Нанотехнології сенсори	2. Фундаментальні дослідження	3. Нанотехнологічно створені додатки, пристрої та системи	4. Дослідницька інфраструктура та інструменти	5. Навколишнє середовище, здоров'я і безпека	NNI всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CPSC											
2015	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0
2016	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0
2017	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	4,0
DHS											
2015	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,4	0,0	0,0	28,4
2016	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,0	0,0	0,0	21,0
2017	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	1,5
DOC / NIST											
2015	24,4	3,1	6,1	11,5	1,3	2,4	11,3	5,0	36,2	6,7	83,6
2016	22,1	-	5,4	14,5	1,3	0,9	9,5	6,3	35,7	5,9	79,5
2017	22,3	-	4,9	15,2	1,3	0,9	10,9	6,9	35,7	6,0	81,8
DOD											
2015	39,0	2,7	0,9	22,6	1,8	11,0	74,9	24,1	2,0	3,1	143,0
2016	28,8	-	0,5	23,8	1,8	2,7	74,4	25,9	0,0	4,7	133,8
2017	18,6	-	0,0	16,2	0,7	1,7	76,9	28,1	0,0	7,7	131,3
DOE											
2015	37,9	35,4	0,0	0,0	0,0	2,5	132,8	18,8	123,0	0,0	312,5
2016	6,1	-	0,0	5,0	0,0	1,1	180,2	12,7	131,4	0,0	330,4
2017	1,9	-	0,0	0,0	0,0	1,9	208,3	16,2	135,3	0,0	361,7
DOT / FHWA											
2015	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,8
2016	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	1,5
2017	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	1,5
EPA											
2015	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,1	15,1
2016	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,9	13,9
2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,3	15,3

Закінчення табл. Д.16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DHHS											
2015	15,0	0,0	1,0	0,0	1,0	13,0	82,0	232,0	15,0	41,8	385,8
2016	16,0	-	1,0	0,0	1,0	14,0	86,0	243,0	16,0	44,0	405,0
2017	16,0	-	1,0	0,0	1,0	14,0	86,0	243,0	16,0	43,4	404,4
NASA											
2015	3,1	0,1	0,6	0,7	0,0	1,7	6,5	4,7	0,0	0,0	14,3
2016	2,0	-	0,9	0,5	0,0	0,6	5,9	3,1	0,0	0,0	11,0
2017	1,0	-	0,6	0,4	0,0	0,0	4,4	0,7	0,0	0,0	6,1
NSF											
2015	158,6	24,9	34,1	60,8	23,8	15,0	210,8	54,8	40,5	25,1	489,8
2016	90,5	-	26,4	37,5	19,1	7,5	212,7	44,6	45,7	21,6	415,1
2017	92,5	-	28,4	37,5	19,1	7,5	210,5	44,6	45,7	21,6	414,9
USDA											
2015	5,7	0,5	2,2	0,0	0,0	3,0	3,2	6,0	3,2	3,0	21,1
2016	6,0	-	2,5	0,5	0,0	3,0	4,0	7,0	2,5	2,0	21,5
2017	6,0	-	2,5	0,5	0,0	3,0	4,0	7,0	2,0	2,0	21,0
Всього											
2015	283,6	66,7	44,9	95,5	27,9	48,6	521,6	374,5	219,9	96,7	1496,3
2016	171,6	-	36,7	81,8	23,2	29,8	572,8	365,0	231,2	94,1	1434,7
2017	158,3	-	37,4	69,8	22,1	29,0	601,0	349,5	234,6	100,1	1443,4

2015 – фактичні витрати; 2016* – витрати за оцінками; 2017* – планові витрати.

* Аббревіатура назв департаментів і агенцій, програми яких фінансуються в рамках NNI, наведені англійською мовою відповідно: Consumer Product Safety Commission (CPSC); Department of Homeland Security (DHS); Department of Commerce (DOC) (в частині National Institute of Standards and Technology (NIST)); Department of Defence (DOD); Department of Energy (DOE); Department of Transportation (DOT) (в частині Federal Highway Administration (FHWA)); Environmental Protection Agency (EPA); Department of Health and Human Services (DHHS); National Aeronautics and Space Administration (NASA); National Science Foundation (NSF); U.S. Department of Agriculture (USDA).

Джерело: сформовано автором на основі [24, с. 26–28]

Додатки

Таблиця Д.17

Розподіл витрат на наукові дослідження і науково-дослідні проекти DARPA у базових напрямках розвитку конвергентних технологій у 2014–2020 рр.

Програмний напрямок	Проектні напрямки	Фінансування по роках, млн дол.						
		2014	2015	2016*	2017**	2018**	2019**	2020**
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I. Фундаментальні дослідження	Усього	341,350	392,903	389,663	391,169	405,035	411,618	421,890
1.1. Наукові оборонні дослідження	Усього	293,284	332,146	333,119	328,362	339,350	343,736	355,434
	<i>Біо / інфо / мікро-науки</i>	20,355	15,036	6,127	0,0-	0,0	0,0	0,0
	<i>Математичні і комп'ютерні науки</i>	88,325	118,743	132,336	140,283	152,116	162,783	173,036
	<i>Кібернетичні науки</i>	23,720	58,462	53,774	45,000	47,219	27,000	10,000
	<i>Науки з електроніки</i>	35,969	37,411	40,401	44,578	36,951	39,796	44,883
	<i>Науки з матеріалів</i>	93,010	73,077	70,368	69,966	72,233	73,780	85,138
	<i>Трансформаційні (конвергентні) науки</i>	31,905	29,417	30,113	28,535	30,831	40,377	42,377
1.2. Фундаментально операційні медичні науки	Усього	48,066	60,757	56,544	62,807	65,685	67,882	66,456
II. Прикладні дослідження	Усього	1333,007	1147,303	1209,380	1312,057	1365,399	1415,800	1449,787
2.1. Біомедичні технології	Усього	121,152	159,790	114,262	109,089	109,817	120,852	116,651
2.2. Інформаційно-комунікаційні технології	Усього	370,643	324,407	356,358	364,076	355,357	368,535	368,091
	Високопродуктивні, гнучкі, чутливі архітектури	66,481	29,800	51,490	58,659	58,379	63,846	58,413
	<i>Інформаційна стійкість і живучість</i>	172,063	179,947	208,957	240,177	245,501	249,833	254,923
	<i>Мовні технології</i>	74,332	45,511	60,897	65,240	51,477	54,856	54,755
	<i>Кібертехнології</i>	57,767	69,149	35,014	0,0	0,0	0,0	0,0
2.3. Когнітивні комп'ютерні системи	Усього	15,847	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	<i>Когнітивний комп'ютинг</i>	3,503	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Продовження табл. Д.17

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<i>Колективні когнітивні системи й інтерфейси</i>	12,344	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.4. Захист від біологічної зброї	Усього	25,648	43,780	29,265	18,250	14,014	13,469	14,346
2.5. Тактичні технології	Усього	218,482	299,734	314,582	386,540	432,417	430,814	464,014
	<i>Військово-морські технології</i>	41,208	53,001	55,687	75,067	92,879	87,321	110,168
	<i>Передові технології земних систем</i>	36,957	67,075	54,618	70,618	99,355	84,551	84,355
	<i>Передові тактичні технології</i>	19,582	19,494	15,968	33,200	35,672	39,467	24,443
	<i>Авіаційні технології</i>	44,951	46,961	39,971	44,942	47,361	55,424	42,434
	<i>Мережецентричні високоефективні технології</i>	75,784	113,203	148,338	162,976	157,150	164,051	202,614
2.6. Матеріали і біологічні технології	Усього	158,948	150,389	220,115	263,319	255,711	286,955	288,338
	<i>Технології переробки матеріалів</i>	121,280	101,213	130,140	138,903	120,669	130,560	125,928
	<i>Біологічні матеріали і прилади</i>	37,668	49,176	89,975	124,416	135,042	156,395	162,410
2.7. Електронні технології	Усього	222,287	169,203	174,798	170,783	198,083	195,175	198,347
III. Передові технологічні розробки	Усього	1126,615	1304,364	1302,079	1279,272	1276,171	1279,906	1292,537
3.1. Передові аерокосмічні системи	Усього	146,789	129,723	185,043	193,011	176,089	187,521	189,156
3.2. Космічні програми і технології	Усього	127,948	179,883	126,692	130,091	188,935	205,471	191,226
3.3. Передові електронні технології	Усього	92,001	92,246	79,021	87,021	115,033	148,689	169,859
	<i>Мікроелектромеханічні системи й інтегровані мікросистемні технології</i>	32,632	14,264	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Додатки

Закінчення табл. Д.17

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<i>Змішана техноло- гічна інтеграція</i>	59,369	77,982	79,021	87,381	115,033	148,689	169,859
3.4. Командні контрольні та комуніка- ційні системи	Усього	229,510	239,265	201,335	122,646	147,512	132,324	133,683
	<i>Системи інформа- ційної інтеграції</i>	141,023	135,561	115,265	110,646	135,512	124,324	133,683
	<i>Системи безпеки інформації і мережі</i>	11,740	1,706	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	<i>Командні контроль- ні та комунікаційні системи</i>	76,747	101,998	86,070	12,000	12,000	8,000	0,0
3.5. Мереже- центровані військові технології	Усього	261,613	360,426	452,861	470,582	407,944	407,772	405,418
	<i>Спільні військові системи</i>	37,273	43,828	61,787	100,520	129,808	187,094	195,117
	<i>Морські системи</i>	44,975	86,120	113,868	105,062	107,802	141,344	151,301
	<i>Мережецентрова- ні військові тех- нології</i>	179,365	230,478	277,206	265,000	170,334	79,334	59,000
3.6. Сенсорні технології	Усього	268,754	302,821	257,127	275,921	240,658	198,129	203,195
	<i>Технології нагляду і контрзаходів</i>	43,317	34,563	19,901	15,554	9,734	8,798	13,672
	<i>Датчики та системи обробки сигналів</i>	110,248	115,004	114,396	160,697	157,194	153,098	170,387
	<i>Експлуатаційні системи</i>	36,910	58,464	28,664	40,323	40,696	30,136	19,136
	<i>Сенсорні технології</i>	78,279	94,790	94,166	59,347	33,034	6,097	0,0
IV. Управлінсь- ка підтримка	Усього	151,684	71,362	71,571	73,539	75,501	77,306	77,684
Усього за програмами		2752,636	2915,932	2972,693	3056,037	3122,106	3184,630	3241,898

* За попередніми оцінками; ** Планові витрати.

Джерело: сформовано автором на основі [38; 39]

Таблиця Д.18

Початкові форсайт-дослідження в галузі науки та технологій, що розглядають певні напрями розвитку конвергентних технологій в ЄС

Група експертів ЄС	Напрямок дослідження	Зміст дослідження
Група «Форсайт нової хвилі»	Розбудова суспільства «знань»	У 2004 р. доповідь «Конвергентні технології для суспільства знань в Європі – (СТЕКС)» [45; 46]. Це було реакцією ЄС на стратегічні інтереси США у цій сфері
Група «Ключові технології»	Концепція конвергентних технологій	У 2006 р. доповідь «Використання конвергенції в інформаційному суспільстві – тенденції і перспективи конвергенції ІКТ з когнітивною наукою, біотехнологіями, нанотехнологіями і наукою про матеріали» [47]. Була розроблена концепція ЄС «Технології, що конвертуються», яка була використана у Сьомій рамковій програмі досліджень ЄС у розділах нанотехнологій та ІКТ. При цьому було акцентовано саме на соціальних і гуманітарних аспектах застосування NBIC-технологій і створенні науково-виробничих «кластерів конвергенції» в Європі
Технологічні оцінки Європейського парламенту (ЕРТА)	Оцінка змісту і сутності конвергенції	У 2006 р. проведено дослідження групою експертів Європарламенту з оцінки науково-технологічних варіантів (STOA) і проведено семінар на тему «Технології XXI століття, що конвертуються: Царствіє небесне, Пекло або Повернення на Землю?», в яких було розглянуто аргументи європейських традиціоналістів (що притримуються консервативних позицій щодо конвергентних технологій) і «трансгуманістів», які переконують у можливості збільшення інтелектуального потенціалу людини на основі конвергенції NBIC-технологій [48; 49]
Група з етики в галузі науки та нових технологій	Оцінка впливу на людину конвергентних технологій	У 2008–2010 рр. проведено низку досліджень щодо етичних аспектів впливу на мозок і психіку людини конвергентних технологій, наприклад, імплантатів з використанням ІКТ, лікування захворювань мозку людини тощо [50–52]
Група радників ЄС з технологій інформаційного суспільства (ISTAG)		Група займається детальними дослідженнями з питань розробки і впровадження технологій штучного інтелекту, зміни методів соціалізації населення (перш за все, неформальних груп молоді) [53]. Розширення масштабів комунікацій між людьми викликає необхідність «гуманізації технологій», наприклад, введення в соціальне середовище «синтетичних особистостей» (спеціально запрограмованих соціальних роботів зі штучним інтелектом)

Джерело: сформовано автором на основі [45–53]

Таблиця Д.19

Форсайт-оцінка за результатами проекту технологічного прогнозування ЄС пріоритетних інноваційних NBIC-технологій XXI століття в країнах ЄС, США і Японії в період 2015–2030 рр. для вирішення глобальних проблем

Глобальна проблема	Галузь	Пріоритетні технології	Роки				
			2015	2020	2025	2030	Після 2030
1	2	3	4	5	6	7	8
Депопуляція і старіння населення	Медичне обслуговування	1.1. Застосування стовбурових клітин для лікування різних захворювань людини	E*	E/G	G	M	M
		1.2. Тканинна інженерія	E	G	G	M	M
		1.3. Технології виробництва персоналізованих лікарських препаратів і лікування	E	G	G	M	M
		1.4. Біогенетичні матеріали	E	E	G	M	M
		1.5. Геноми людини та протеоміка	E	E	E/G	M	M
		1.6. Хірургія на основі комп'ютерних технологій	E/G	G	G	M	M
		1.7. Протеїновий інжиніринг	E	G	G	M	M
		1.8. Технології широко масштабного аналізу ДНК	E	E	G	M	M
		1.9. Нові інструменти для проведення діагностики на живому організмі (in-vivo)	E	E	E	G/M	M
		1.10. Клітинна терапія	E	E	E	E	G/M
		1.11. Використання нанотехнологій і наночастинок у терапії	E	E	E	E	E
		1.12. Діагностична техніка та «ремонт» людських органів	E	G	G	M	M
		1.13. Штучні «інтелектуальні кінцівки» людини	E	E	E	E	E
Нова енергетика; екологічні проблеми	Екологія і середовище для життя	2.1. Технології поглинання і збереження CO ₂	E	G	G	M	M
		2.2. Нові технології очищення повітря і води	E	G	G	M	M
		2.3. Активні пакувальні матеріали	E	G	G/M	M	M
		2.4. Біоактивні матеріали та покриття	E	E	G	M	M
	Енергетика й енерго-	3.1. Технології більш ефективного енергоспоживання	E	G	M	M	M

Продовження табл. Д.19

1	2	3	4	5	6	7	8
	збереження	3.2. Недорогі високоефективні фотоелементи для сонячних батарей	E	G	G	M	M
		3.3. Нові технології для паливних елементів	E	G	G	M	M
		3.4. Біопалива	E	G	G	M	M
		3.5. Нові технології збереження енергії	E	G	G	M	M
		3.6. Термоядерна енергія	E	E	E	E	E
Уповільнення науково-технічного прогресу	Електроніка та ІКТ	4.1. Реалізація глобального логістичного ланцюжка	G	G/M	M	M	M
		4.2. Логістичні ланцюжки, засновані на використанні усюди радіочастотних ідентифікаторів (RFIDs)	E	E	E	M	M
		4.3. Програмні технології для трансферу цифрових даних	E/G	E/G	M	M	M
		4.4. Сучасні технології для збирання даних і системи збереження інформації високої продуктивності	E	G	G	M	M
		4.5. Широкосмугові мережі	E	E/G	G/M	M	M
		4.6. Мобільні комунікації (4-те покоління мобільних телефонів)	E	G	M	M	M
		4.7. Сучасні технології для віртуальної реальності	E	G	G	M	M
		4.8. Проектування структур з інтелектуальною поведінкою і зворотними реакціями	E	E/G	G	M	M
		4.9. Повне моделювання при здійсненні трансформації матеріалів та інтеграції у базах даних – «Віртуальна хімія»	E	E	G	G/M	M
		4.10. Технології застосування вмонтованих одиничних чипів	E	E	E/G	M	M
		4.11. Відеосенсори	E	G	M	M	M
		4.12. Мікросенсори та наносенсори	E	E	E	E	E
		4.13. Біочипи	E	E	E	E	E
	Матеріали та технології	5.1. Нанокompозитні матеріали та нанометричні підсилення матеріалів в електроніці, хімії, медицині тощо	E	E	E	G	M
		5.2. Надтонкі функціональні покриття	E	G	G	M	M

Додатки

Закінчення табл. Д.19

1	2	3	4	5	6	7	8
		5.3. Структурно «розумні» матеріали	Е	Е	Г	М	М
		5.4. Матеріали, що відтворюються і придатні для повторного використання	Е	Г	Г	Г	М
		5.5. Багатоцільові інтелектуальні та мобільні роботи	Е	Г	Г	Г	М

Примітка: Е – очікувані (що розробляються) технології; Г – технології, що знаходяться у стадії зростання; М – остаточно розроблені технології, що використовуються для виробництва товарної продукції та її комерціалізації. Термін остаточної розробки технології охоплює 10–15 років; очікувані терміни комерційного використання – до 15 років.

Джерело: сформовано автором на основі [8, с. 126–127; 57, с. 14–15]

Таблиця Д.20

Основні положення Стратегії розвитку ЄС «Європа 2020»

Ключові цілі		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Підвищення рівня зайнятості населення у віці 20–64 років з сучасних 69% до принаймні 75%; ▪ досягнення рівня інвестицій, що складає 3% від ВВП у науково-дослідну діяльність, зокрема шляхом поліпшення умов інвестування науково-дослідної діяльності приватним сектором, а також розробка нових показників для моніторингу інновацій; ▪ скорочення викидів парникових газів щонайменше на 20% порівняно з рівнем 1990 року, або з урахуванням відповідних умов – на 30%, збільшення частки поновлюваних джерел енергії в нашому кінцевому енергоспоживанні на 20%, а також досягнення збільшення на 20% ефективності використання енергії; ▪ скорочення частки осіб, що передчасно залишають школу, до 10% порівняно з теперішніми 15% та збільшення частки населення у віці 30–34 років з повною вищою освітою з 31% до принаймні 40%; ▪ скорочення на 25% кількості громадян, що живуть за межею національних порогів бідності, за рахунок підвищення їх добробуту 		
Розумне зростання	Стале зростання	Всеохоплююче зростання
<p>Інновації</p> <p>Провідна ініціатива ЄС «Інноваційний Союз» спрямована на покращення рамок умов і доступу до фінансування досліджень та інновацій і значно збільшити їх інвестування</p> <p>Освіта</p> <p>Провідна ініціатива ЄС «Молодь у русі», спрямована на підвищення ефективності і зміцнення міжнародної привабливості вищої освіти в Європі</p> <p>Цифрове суспільство</p> <p>Провідна ініціатива ЄС «Програма в області цифрових технологій для Європи» спрямована на прискорення розвитку високошвидкісного доступу в Інтернет з метою використання переваг єдиного ринку цифрових послуг</p>	<p>Клімат, енергетика та мобільність</p> <p>Провідна ініціатива ЄС «Європа з ефективним використанням ресурсів» спрямована на зменшення залежності зростання від ресурсів, скорочуючи викиди вуглецю, збільшення використання відновлюваних джерел енергії джерел, модернізації транспортної галузі та підвищення енергоефективності</p>	<p>Зайнятість та навички</p> <p>Провідна ініціатива ЄС «Програма для нових умінь та робочих місць» спрямована на модернізацію ринків праці шляхом сприяння мобільності трудових ресурсів і розвиток навичок протягом життя з метою збільшення їх участі у трудовому житті і досягнення кращої координації між попитом і пропозицією</p> <p>Боротьба проти бідності</p> <p>Провідна ініціатива ЄС «Європейська платформа проти бідності» спрямована на забезпечення соціально-територіальної згуртованості з метою поширення переваг економічного зростання, створення робочих місць, можливість жити гідним життям і брати участь у суспільному розвитку</p>
	<p>Конкурентоспроможність</p> <p>Провідна ініціатива ЄС «Промислова політика в епоху глобалізації» спрямована на покращення економічного середовища, особливо для малих і середніх підприємств, і для підтримки розвитку сталої промислової бази, що є конкурентоспроможною у світовому масштабі</p>	

Джерело: сформовано автором на основі [58]

Таблиця А.21

Основні технологічні пріоритети, визначені Стратегією «Європа 2020»

Основний пріоритет	Провідна ініціатива	Основні технологічні пріоритети
1	2	3
«Розумне зростання» – зростання економіки, що ґрунтується на знаннях та інноваціях	«Цифровий порядок денний для Європи (Digital agenda for Europe)» – спрямована на прискорення розвитку високошвидкісного доступу в інтернет, щоб компанії та домогосподарства мали змогу використовувати переваги єдиного ринку цифрових послуг	Сім «стовпів» з реалізації провідної ініціативи «Цифровий порядок денний для Європи»: <ul style="list-style-type: none"> ▪ створення єдиного цифрового ринку – зняття бар'єрів і створення єдиних правил для вільного поширення онлайн-послуг і розваг за межі національних кордонів, створення єдиного простору онлайн-платежів, розвитку бізнесу завдання музики, захисту споживачів ЄС в кіберпросторі; ▪ розвиток інтероперабельності (експлуатаційної сумісності) і стандартів – покращення нормативних процедур і підвищення сумісності для досягнення безперешкодної взаємодії численних IT-пристроїв і застосувань, сховищ даних і послуг; ▪ розвиток довіри і безпеки користувачів онлайн-транзакцій – зменшення загроз від шкідливого програмного забезпечення, скоординована європейська відповідь на кібератаки, посилені правила щодо захисту персональних даних; ▪ розвиток дуже швидкого інтернету – для телебачення високої чіткості та відеоконференцій, досягнення швидкостей 30 Мбіт/с для всіх користувачів і 100 Мбіт/с, принаймні для 50 % користувачів інтернету до 2020 року, стимулювання інвестицій і прийняття комплексного плану радіочастотного спектра; ▪ розвиток наукових досліджень та інновацій – залучення найкращих дослідників, створення інфраструктури світового класу, адекватне фінансування, переведення найкращих ідей у форму товарів і послуг, розширення координації та ліквідація розрізнених зусиль Європи; ▪ підвищення електронних навичок – наразі понад 50 % європейців використовують інтернет щодня, але 30 % не використовували його ніколи; ▪ використання ІКТ для вирішення соціальних проблем – для скорочення споживання енергії, підтримки життя старіючих громадян, революціонізації медичних послуг, підвищення якості державних послуг, оцифрування культурної спадщини Європи для забезпечення онлайн-нового доступу для всіх
«Стале зростання» – сприяння більш	«Європа з ефективним використанням ресурсів» – спрямована на зменшення	<ul style="list-style-type: none"> ▪ зміцнення основи для використання ринкових інструментів (наприклад, торгівля квотами на викиди, перегляд податки оподаткування енергетики, державна допомога, що сприяє ширшому використанню «зелених» державних закупівель);

Продовження табл. А.21

1	2	3
<p>ефективному використанню ресурсів, розвитку більш екологічної та конкурентоспроможної економіки</p>	<p>залежності економічного зростання від використання ресурсів, для підтримки переходу до низьковуглецевої економіки, збільшення використання відновлюваних джерел енергії, модернізації транспортної галузі та підвищення енергоефективності</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ надання пропозицій щодо модернізації транспортного сектора та перетворення його на безвуглецевий, роблячи внесок у підвищення конкурентоспроможності ЄС. Це можна досягнути за рахунок поєднання заходів у сфері інфраструктури (таких як раннє встановлення мережевої інфраструктури для мобільності електроенергії, інтелектуальне управління трафіком, оптимізація процесів матеріально-технічного забезпечення, скорочення викидів CO₂ від легкових автомобілів, а також у галузі авіації і морській галузі). У тому числі впровадження великомасштабної європейської ініціативи в галузі екологічно чистих автомобілів, які будуть сприяти впровадженню нових технологій, зокрема автомобілів з електричним приводом і гібридних транспортних засобів, завдяки поєднанню наукових досліджень, створенню єдиних стандартів і розробці необхідних інфраструктур; ▪ прискорення реалізації стратегічних проєктів з високою доданою вартістю для Європи, спрямованих на подолання нагальних потреб, зокрема на транспортних вузлах та інтермодальних вузлах (міст, портів, логістичних платформ); ▪ завершення створення внутрішнього енергетичного ринку, реалізація стратегічного плану енергетичних технологій, а також сприяння використанню поновлювальних джерел енергії на єдиному ринку; ▪ підготовка ініціативи щодо модернізації європейських мереж, зокрема трансєвропейських енергетичних мереж, для європейських систем магістральних електропередач надвисокої напруги, «розумних електромереж» і приєднання, зокрема, поновлювальних джерел енергії до електромережі (за підтримки структурних фондів Європейського інвестиційного банку); ▪ ухвалення і впровадження в дію переглянутого Плану дій з енергоефективності та сприяння просуванню значної програми ефективно сті використання ресурсів з використанням структурних та інших засобів для мобілізації нових фінансових коштів в рамках існуючих надзвичайно ефективних моделей інноваційної схеми для інвестицій, що, в свою чергу, буде стимулювати зміну моделей споживання і виробництва; ▪ створення концепції структурних і технологічних змін, необхідних для переходу до низьковуглецевої економіки з ефективним використанням ресурсів та економіки, що є гнучкою до кліматичних змін, до 2050 року, що дозволить ЄС досягти своїх цілей зі скорочення викидів і збереження біорізноманіття. Це передбачає попередження і ліквідацію наслідків стихійних лих, використання переваг згуртованості, аграрної політики, розвитку сільської місцевості і морської політики для реагування на кліматичні зміни, особливо в рамках заходів з адаптації, заснованих на ефективному використанні ресурсів, що також буде сприяти підвищенню харчування в усьому світі

Закінчення табл. А.21

1	2	3
	<p>«Промислова політика в епоху глобалізації» – спрямована на покращення екологічного середовища, особливо для малих і середніх підприємств, і для підтримки розвитку міцної та сталої промислової бази, що є конкурентоспроможною у світовому масштабі</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ сприяння технологіям та методам виробництва, які зменшують використання природних ресурсів, а також збільшити інвестиції в існуючі природні активи ЄС; ▪ забезпечення такого стану розвитку транспортних і матеріально-технічних мереж, коли вони зможуть гарантувати ефективний доступ промисловості на всій території ЄС до спільного ринку та міжнародних ринку за його межами; ▪ розробка ефективної просторової політики для забезпечення засобів для боротьби з деякими ключовими глобальними проблемами, зокрема, у зв'язку з програмою «GALILEO» стратегією GMES (Global monitoring for environment and security – глобальний моніторинг довкілля та безпеки); ▪ перегляд нормативних положень для підтримки перетворення та обробних галузей промисловості на більш ресурсоефективні, в тому числі більш ефективної утилізації; удосконалення принципу європейського нормотворення для максимально ефективного використання європейських і міжнародних норм щодо довгострокової конкурентоспроможності європейської промисловості. Це передбачає сприяння комерціалізації та запуску ключових високоєфективних технологій; ▪ сприяння реструктуризації секторів, що зазнали труднощів, в напрямку розвитку видів діяльності, зорієнтованих на майбутнє, зокрема за рахунок швидкої перекаліфікації з метою задоволення потреб нових секторів і ринків, що з'являються з великою швидкістю, а також за рахунок підтримки режиму державної допомоги ЄС та/або Європейського Фонду глобалізації

Джерело: сформовано автором на основі [58]

Таблиця А.22
Основні напрями досліджень за програмою «Майбутні і проривні технології» (FET) в рамках «Горизонт 2020» 2014–2017 рр.

Напрям досліджень	Перспективні теми	Підтеми	Основний зміст підпрограм у рамках FET
1	2	3	4
1. FET Open	–	–	Підтримка на ранній стадії спільних науково-технічних досліджень навколо нових ідей для принципово нових технологій майбутнього. Нарощування портфеля різноманітних цільових проєктів для вивчення широкого спектра нових технологічних можливостей, які можуть з'явитися завдяки передовій науці, нетрадиційній співпраці або новим дослідженням та інноваційній практиці. Спрямування на раннє виявлення перспективних нових областей, подій і тенденцій, поряд із залученням нових сміливих і з високим потенціалом науково-технологічних дослідників та інноваційних гравців Фінансування FET -Open, становить 40 % від загального бюджету FET у «Горизонт 2020»
	Загальна характеристика програми	–	Плекання нових тем і спільнот шляхом вирішення низки перспективних пошукових науково-дослідних завдань з потенціалом для створення критичної маси взаємопов'язаних проєктів, які разом складають багатогранні теми досліджень. Участь у скоординованому освоєнні нових тем, а також у консолідації перспективних технологій майбутнього, які будуть розглядатися промисловістю і суспільством
2. FET Proactive	2.1. Консультації з питань перспектив майбутнього і перспективних технологій дослідження (H2020-FETPROACT)	Час для часу	Дослідження різних уявлень про час і нові технологічні можливості, які ці поняття (і відносини між ними) викликають. Багато дисциплін стосуються не тільки фізики часу, але й історії, геології, зоології, біології, хімії, філософії, психології, теорії пізнання, інформатики, математики, нейробіології, літератури, засобів масової інформації і мистецтва. Існує багато різних мотивацій і методологій вивчення і використання часу – часто в абсолютно різних масштабах і рівнях інтерпретації
		Конструктивний симбіоз	Ініціатива має за мету вийти за рамки природи і біомімікрії і спрямована на вивчення гібридних штучних природних систем, в яких характер і складність взаємодії можна розглядати як свого роду мутуалістичний симбіоз, як це зустрічається у природі. Проєкти об'єднують поняття і знання з різних дисциплін для створення конструктивного симбіозу між штучним і природним на систематичній основі. Це надає змогу, наприклад, готуватися до створення абсолютно нових місць проживання, зокрема, на інших планетах, в океані або в певних екстремальних умовах. Крім того, такі теми, як симбіоз з людським тілом, симбіоз в урбанізмі або екології, також підходять під цю тему

Продовження табл. А.22

1	2	3	4
		Висхідне інтелектуальне конструювання	Ініціатива спрямована на вивчення методів і методологій проектування знизу доверху, виробництва та будівництва матеріалів і артефактів в різних масштабах розмірів, починаючи від дуже невеликого (молекул, елементів) до дуже великих (мезо- і макромасштабів). Довгострокова мета полягає в тому, щоб домогтися зростання або самозбірки таких артефактів, можливо, масштабно-інваріантним шляхом. Приклади можна знайти у біологічних процесах, таких як формоутворення або епігенетика, або при вивченні самоорганізації, адаптації або еволюції з метою розробки і збірки складних функціональних матеріалів, артефактів або великих складних структур за умови відносно доступних, економічно ефективних, надійних і адаптивних способів (вартість та інше)
		Екологічні технології	Дослідження включають нові способи уникнути загального впливу технологій (і повсюдного ІКТ зокрема) на навколишнє середовище, а також пошук ціннішої парадигми майбутнього нульового впливу IT, що масово споживаються. Розробки включають поточні і майбутні ручні та персональні пристрої, але перспективними представляються всюдисущі екологічні датчики (земля, океани), різноманітні вбудовані технології, імплантати, а також майбутні ін'єкційні або засвоювані пристрої
		Нові можливості на перетині нанобіохімії	Дослідження нових можливостей на стику нанотехнологій, молекулярної біології, хімії та інформатики. Це може бути спрямовано на створення нових інструментів і методів просування досліджень (наприклад, в області неврології або біології), в концепції нових систем і матеріалів (наприклад, синтетичні або гібридні) або в додатках для нових імплантатів, доставки ліків у медицині. Відбувається пошук сильної синергії між різними дисциплінами для спільного вивчення таких нових технологічних можливостей
	2.2. Програми із застосуванням приватно-державного партнерства (Н2020-FET/ERC)	Глобальна системна наука (ГСН)	Розглядаються нові способи підтримки прийняття політичних рішень на глобальному рівні, посланих між собою проблем, таких як зміна клімату, фінансова криза або стримування пандемії. Двигуном для цих наук є ІКТ, зокрема великомасштабні обчислювальні платформи для моделювання тісно взаємопов'язаних систем, а також аналіз даних для «великих даних», щоб повною мірою використовувати велику кількість складних, просторових і часто невизначених даних про соціальні, економічні, фінансові й екологічні системи, що доступні сьогодні, а також нові інструменти та процеси для збору і узгодження результатів наукових досліджень у процесі розробки політики й участі у соціальному діалозі. ГСН і далі буде розвивати наукові та технологічні основи в системах науки, інформатики та математики

Продовження табл. А.22

1	2	3	4
	Знаючи, роблячи, відбуваю- чись	Знання є важливим прикладом того, якою може бути раціональною ініціатива з відновлення зв'язків між різними дисциплінами, що вивчають знання, явища і пізнання (особливо за «декларативною» свого роду знання) і пов'язані з цим питання (наприклад, навчання, контекст, передача знань, знання соціальної розбудови, тощо) з різних точок зору (наприклад, нейронні, поведінкові, соціальні, гносеологічні). Ця ініціатива спрямована на вивчення міждисциплінарних основ знань (знаючи, роблячи і відбуваючись), тісно пов'язаних з концепцією майбутніх технологій знань	
Квантові технології		Технології, які використовують квантові явища, наприклад, суперпозицію, будуть радикально відрізнятися від наявних технологій. Кілька перспективних напрямків в цей час добре відомі, наприклад, в підрахунках, зв'язку, безпечі, метрології, зондуванні, моделюванні та матеріалознавстві. Європа має наукове лідерство у багатьох з них, і деякі європейські компанії були першими на ринку з деякими конкретними додатками квантових технологій (ключовий квантовий розподіл). Але виникає проблема подолання відстані від науки до техніки для деяких найбільш конкретних квантових технологій. Наприклад, вже практично реалізовані квантової технології моделювання, і якщо так, що саме вони будуть імітувати? Або чи можна створити великомасштабні квантові мережі, або чи є можливість застосування в біології та медицині?	
Нано-оптико-механічні технології		Вже є певне розуміння різновидів взаємодії між світлом і динамічним (коливальним) станом матерії, наприклад, з досліджень оптидинамічної порожнини, яке постає багато вагомих результатів для науки, як в класичному, так і у квантовому режимі (наприклад, для реалізації квантового стану заземлення через оптомеханічне охолодження). Але існують питання щодо технологічних наслідків практичних результатів одержаних знань	
На шляху до надвисокопродуктивних обчислень		Ця наука і технологія може стати будівельним блоком Європи у досягненні крайнього масштабу обчислювальних можливостей світового класу з точки зору платформ, технологій і програм. Зростаючий попит на обчислювальні потужності в усіх областях сучасної науки і промислового будівництва не може бути вирішеним без принципово нових архітектур, нових алгоритмічних підходів і міждисциплінарного спільного проектування програмного забезпечення і додатків	

Закінчення табл. А.22

1	2	3	4
3. FET Flagships	H2020-FETFLAG	3.1. Загаль- на хау- 3.2. Флаг- манський проект «Графен» 3.3. Проект «Людський мозок» (HBP)	Флагманські FET-проекти підтримують амбітну програму великомасштабних науково орієнтованих досліджень, спрямованих на вирішення грандіозних міждисциплінарних проблем за допомогою науки та технологій Проект штовхає науку та технології до нового класу матеріалів за межі епохи кремнію, в результаті чого графен і пов'язані з ним 2D-матеріали перейдуть з академічних лабораторій у промисловість, виробництво та суспільство Проект прагне моделювати та краще зрозуміти людський мозок з метою розробки нових діагностичних засобів і методів лікування захворювань головного мозку, а також створення нових класів низькоенергетичних технологій за аналогією з мозком, таких як штучний інтелект і нейроморфні обчислення

Джерело: сформовано автором на основі [74; 75]

Таблиця Д.23

Глобальні і європейські тренди (як прогнози) і невизначеності до 2030 р.

Глобальні тенденції	Світ		Європейський Союз	
	Глобальні тренди як прогнози	Невизначеності	Європейські тренди як прогнози	Невизначеності
1	2	3	4	5
Глобальне зростання	Комплексний, крихкий, нестійкий і небезпечний світ	Системні ризики пов'язані з розвиненими країнами, які витягують на собі глобальне зростання?	Інтеграція єврозони, небезпечне оточення, низьке зростання	Здатність до змін? Накопичення ризиків? Зміна етики / цінностей?
	Ера безпеки			
Економіка	Глобальне старіння	Економічний спад в Китаї з системними наслідками? Зміна розподілу інвестиційних потоків у всьому світі? Технологічна революція в енергетичній сфері або в галузі зв'язку?	Нестійкості існуючих систем соціального забезпечення. Скорочення робочої сили. Необхідність структурних реформ для збільшення інвестицій і збережень. Ключові галузі освіти в старіючому суспільстві	Суттєвий приріст продуктивності в державному секторі? Масові зміни в економіці через технологічну революцію?
	Посилення конкуренції в галузі енергії, сировини й інших природних ресурсів	Вплив сланцевого газу, інтелектуальних мереж, нових поновлюваних джерел енергії? Вплив зміни клімату? Вплив середнього класу?	Криза в енергетичному балансі багатьох держав-членів	Завершення створення загальноєвропейської енергосистеми? Порушення безпеки поставок?
	Зменшення фінансового впливу позикових коштів і державного втручання	Валютні війни? Системні ризики пов'язані з фінансовими системами в країнах, що розвиваються?	Низька утилізація «токсичних» активів. Помірне зростання без боргів. Інтеграція єврозони	Кінець вільного ринку капіталу? Зона євро без структурних реформ?
	Збільшення конкурування Північ/Південь і Південь/Південь на експортних ринках. Підвищення ролі регіональних угод	Геополітизація торгівлі? Збільшення ролі глобалізації?	Євросоюз залишається однією з найбільш відкритих економік, вразливих до спадів у світовій торгівлі	Наслідки торгівлі та інвестиційного партнерства зі Сполученими Штатами? ССТ з Китаєм / Росією?

1	2	3	4	5
Технології	Конвергентні технології	Повноцінна промислова (а потім і соціальна) революція?	В цьому є потенціал наздоганяючого розвитку	Успішна цифрова та подальша інтеграція єдиного ринку, у тому числі послуг?
	Вибухова перебудова бізнес-моделей у всіх видах послуг	Створення рівнів порушень і можливостей?	Кластеризація ринків для інноваційних змішувачів (послуг / товарів). Освіта буде ключовою	
Суспільство	Зростання економіки для середнього класу. Збільшення нерівності. Зростання невдоволення. Зростання значущості особистості. Регіоналізація міграційних потоків (південь-південь, північ-північ). Більш багатополарний, але менш багатосторонній світ. Повернення до політики сили	Вік революцій? Особистості надають виклик колективним структурам? Розквіт націоналізму та релігійного екстремізму?	Збідніння глобальних середніх класів, загрози середньому класу ЄС. Зростання нерівності. Суспільство, засноване на творчості. ЄС і надалі буде країною призначення для мігрантів із сусідніх країн. Зниження військових витрат. Залежність від енергії і військових поставок. США як стрижень	Побічні ефекти від нестабільності у країнах, що розвиваються? Відмовостійкість / потужність адаптації політичних інститутів?
Зовнішні відносини	Нові конфлікти (особливо стихійні лиха та їхні наслідки). Глобальна відсутність безпеки з підвищенням неприємностей від насильства недержавних груп закордонників	Серйозна глобальна геополітична переорієнтація? Сходження нових мультиустанов, керованих БРІКС? Тероризм, політична напруженість? Нестабільність, низьке зростання?	Вплив ЄС на самого себе (його кордонів, його процесу інтеграції). Європейське сусідство в біді	Майбутнє НАТО? Фрагментація ЄС? Провідна роль ЄС керівництво на світовій арені? Внутрішня і енергетична безпека?

Джерело: сформовано автором на основі [76, с. 15–16]

Таблиця А.24

Ключові глобальні тренди розвитку ЄС до 2030 року

Ключові глобальні тренди	Прогнози	Невизначеності	Ризики (непередбачувані наслідки)
1	2	3	4
1. Більш багатша та старіша людська раса характеризується розширенням глобального середнього класу та посиленням нерівності	Старіння буде глобальним. Зростання світового населення сповільниться, а пік, можливо, протягом 20 років досягне близько 8,3 мільярда осіб. Новий глобальний «середній клас» в країнах, що розвиваються, буде швидко розширюватися, переважно в містах, і особливо в Азії. Ця нова група, що динамічно і технологічно розвивається, буде особливо уразлива, за умови збільшення нерівності та безпрецедентного старіння; Нерівність всередині країн буде збільшуватися у всьому світі. Міграція також може додатково збільшитися, зокрема, за маршрутами по лінії Південь-Південь	Старіння у країнах з економікою, що розвивається, може вплинути на їх економічне зростання і політичну стабільність. Зростання нерівності в доступі до ресурсів (освіта, охорона здоров'я) може викликати серйозне соціальне невдоволення	Несподіване продовження процесу зростання світового населення до 11–12 мільярдів осіб з великими негативними наслідками в питаннях харчування та охорони здоров'я, доступності енергії і стабільності. Неконтрольовані глобальні пандемії можуть поширитися з системними наслідками
2. Більш уразливі процеси глобалізації на чолі з країнами «економічної» G3	Триватиме зрушення у світовій економіці в бік Азії; Торгівля товарами може сповільнитися, а послуги та інвестиційні потоки посиляться. Країни, що розвиваються, будуть посилювати свої позиції для світової економіки і політичних змін. «Економічна G3». – США, Китай і Євросоюз – буде домінувати, при цьому Китай, як очікується, підніметься на перше місце. Зростання викидів діоксиду вуглецю і надалі буде посилювати глобальну зміну клімату. Негативні наслідки будуть більш помітними	Спад в Китаї може мати системні наслідки. Соціальне невдоволення у країнах, що розвиваються, може періодично порушувати їх економіку і спровокувати регіональні або глобальні конфлікти. Напруженість може загострити перебіг сировини, енергії та природних ресурсів, здатних призвести до конфліктів; що уможливить валютну війну між долларом США і юанем і вплине на світові ринки	Глобалізація може бути паралізована або навіть рухатися у зворотному напрямку. Основна фінансова криза буде зачіпати більшість країн, які формуються. Геополітична напруженість чи конфлікти будуть впливати на світову економіку;

Продовження табл. Д.24

1	2	3	4
			Серйозна дестабілізація в Африці як наслідок відсутності кращого управління. Ступінь участі США у світових справах
3. Промислове перетворення і науково-технічна революція	Технологічна революція на основі нової промислової продукції, біонауки, зв'язку і цифрових процесів буде перетворювати суспільство. Швидкість технологічних змін прискориться. Автономні процеси прийняття рішень будуть швидко зростати. Європа і Сполучені Штати залишаться світовими лідерами в галузі науки та створення знань, хоча зберігаються побоювання щодо розвитку прикладних досліджень	Швидкість конвергенції технологій залишається невизначеною. Потенційно фундаментальні наслідки впливу технологій на людей і суспільство в цілому можуть спровокувати непередбачувані соціальні реакції	Можливі прориви в збільшенні тривалості життя. Велика кібервійна матиме темні наслідки
4. Зростаючий зв'язок зміни клімату, енергетики та конкуренції за ресурси	Великомасштабне освоєння природних ресурсів, як і раніше, зосереджене в невеликій кількості домінуючих країн і регіонів. Іжа та водопостачання будуть під впливом дефіциту – проблема посилюється зміною клімату. До 2030 року зростання на 93 % споживання енергії буде в країнах, що не входять до ОЕСР	Ступінь підвищення рівня моря і наступних стихійних лих є невизначеним, а більше 60 % світового населення живе в прибережних районах. Великомасштабні міграції, викликані повеннями, посухами та нестачею продовольства, можуть вплинути на Європу. Арктичні крижані шапки швидко тануть, відкриваючи нові можливості для природних ресурсів і транспорту, але мають непередбачувані наслідки для біологічної рівноваги та зміни клімату. ОПЕК і Росія можуть втратити ринкову владу через видобуток сланцевого газу в США	Прориви в технології ядерного синтезу можуть змінити енергетичний ландшафт і в довгостроковій перспективі покласти край глобальному потеплінню

Закінчення табл. А.24

1	2	3	4
<p>5. Зміна потужності, взаємозалежність і чутлива багатосторонність</p>	<p>Світ вступає у вік невпевненості, стає все більш взаємозалежним, але і більш фрагментованим, невпевненим і поляризованим. Основні міжнародні відносини, швидше за все, зміняться, домінування Сполучених Штатів, які раніше домінували, сьогодні заперечується підйомом Китаю та інших держав. Багатосторонність слабшає. Її завдання будуть розподілені між багатосторонніми організаціями, регіональними спілками й іншими обмеженими структурами. Конвергенція навколо таких цінностей, як основні права людини, демократія та соціальна ринкова економіка, може зупинитися</p>	<p>Системні ризики знаходяться на підйомі та пов'язані з багатьма проблемами, з якими стикаються країни, що розвиваються, в їх економічному переході. Сили глобалізації можуть стати більше, виникне більше розбіжностей між країнами і всередині; Майбутнє демократії в усьому світі є невизначеним. Економічна та політична перебудова ключових країн, що розвиваються, може призвести до їх налаштування як суперника багатосторонніх структур. Ступінь участі США на світовій арені</p>	<p>Основний конфлікт, можливо, ядерний, може мати радикальні наслідки. Крах ключової держави в широкую полісусідства ЄС може дестаблізувати регіон і сам Євросоюз. Можливість нової конфронтації між двома великими державами подібна до холодної війни</p>

Джерело: сформовано автором на основі [45; 57; 61; 76, с. 17]

Таблиця А.25

Основні напрямки промислового перетворення і науково-технічної революції у програмах ЄС з науково-технологічного розвитку РП7, «Горизонт 2020» і Глобальних трендах для світу і ЄС до 2030 р.

Програми ЄС з науково-технологічного розвитку		Горизонт 2020			Глобальні тренди для ЄС 2030	
РП7	Технологічні пріоритети	Пріоритетні напрями	Технологічні пріоритети	Пріоритетні напрями	Технологічні пріоритети (технологічна конвергенція)	
1	2	3	4	5	6	
Пріоритетні напрями	<ul style="list-style-type: none"> основи інформаційних і комунікаційних технологій; інтеграція технологій; використання досліджень; майбутні технології та технології, що розвиваються 	<ul style="list-style-type: none"> Інформаційні та комунікаційні технології 	<ul style="list-style-type: none"> нове покоління комп'ютеризованих систем; майбутнє мережі Інтернет; технології управління вмістом та управління інформаційними потоками; новітні інтерфейси та роботи; мікро-, нанoeлектроніка та фотоніка 	<ul style="list-style-type: none"> Інформаційні та комунікаційні технології 	<ul style="list-style-type: none"> «Інтернет речей»: великий обсяг даних та їх аналіз, хмарні технології і суперкалькулятори, мізкомашинний інтерфейс і датчики; збільшення обсягів даних впливає і перетворює все суспільство. Збір, купівля та контроль цих даних будуть розглядатися як важливий ресурс для економіки та суспільства в майбутньому. Геополітичні та комерційні вимоги до конкурентоспроможності будуть асоціюватися з доступом до ресурсів, контролем операційних технологій і етичних питань, що відносяться до основних прав і свобод людей; у 2020 році більше 50 мільярдів найменувань товарів, починаючи від автомобіля до кавомашин, будуть підключені до Інтернету. За оцінками, глобальні доходи можуть зрости до 14 трлн дол США з 2013 р. до 2022 р. Маса даних, що генеруються, буде незліченним ресурсом для тих, хто може мати доступ і інтерпретувати їх; хмарні технології змінять IT-платформу, зниживши експлуатаційні витрати, з дуже великим потенціалом зростання (з обігом 174 млрд євро в 2020 р. порівняно з 30 млрд євро в 2011 р.). Економічний ефект від їх використання може бути 1,2–4,5 млрд євро в 2025 р.; інтелектуальна мобільність: в 2030 р. 75 % населення світу буде мати мобільне з'єднання і 60% повинні мати широкосмуговий доступ; 	

Продовження табл. А.25

1	2	3	4	5	6
<p>Наноау- ки, нано- технології, нові матеріали і виробничі процеси</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ нанонауки та нано-технології; ▪ матеріали; ▪ нові процеси виробництва; ▪ інтеграція технологій для промислового використання 	<p>Нанотех- нології</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ розробка нового покоління наноматеріалів, наноприладів і наносистем; ▪ забезпечення безпечної розробки та використання нанотехнологій; ▪ розвиток суспільного виміру нанотехнологій; ▪ ефективний синтез і виготовлення наноматеріалів, компонентів і систем; 	<p>Нанотех- нології та штучний інтелект</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ енергетика, транспорт та інформаційні системи будуть тісно пов'язані з датчиками всіх видів; ▪ моделювання та поліпшення (віртуальної) реальності буде повсякденним інструментом проектування в широкому спектрі, у тому числі в інфраструктурі, в моделюванні автомобілів і літаків, прогнозуванні клімату й операцій з підтримання миру; ▪ повсюдні датчики будуть регулювати комунікаційні пристрої (у тому числі майбутні смартфони): одяг, будинки, автомобілі і безпілотні літальні апарати. Стане можливим отримувати інформацію з супутникових даних і використовувати її для прогнозного моделювання подій, таких як забруднення або дорожній рух; ▪ адитивні технології (3D принтери) будуть відігравати важливу роль у системах промислового виробництва, дозволяючи впливати на втрати та локалізацію виробництва, і зробить можливим утилізацію сировини систематичною
					<p>роботи, нанотехнології і штучний інтелект повинні замінити людей, зайнятих в серійному виробництві і навіть у побутових послугах. Приблизно в 2025 р. автономні і самоутворювані алгоритми дозволять працювати в автономному режимі транспортним засобам, мінідроном і антропоморфним роботам</p>

Продовження табл. А.25

1	2	3	4	5	6
		<p>Новітні матеріали</p>	<p>розробка техніки, методів вимірювання та обладнання, що підвищує продуктивність, зосереджуючись на основних технологіях, які сприяють розвитку та виведенню на ринок складних наноматеріалів і наносистем</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ міжгалузеві технології на основі передових матеріалів; ▪ розробка та перетворення матеріалів; ▪ використання матеріалів і компонентів; ▪ матеріали для екологічно раціональної та низьковуглецевої промисловості; ▪ матеріали для творчих галузей; ▪ метрологія, випробування характеристик, стандартизації та контроль якості; ▪ оптимізація використання матеріалів 	-	-

Продовження табл. А.25

1	2	3	4	5	6
Охорона здоров'я	<ul style="list-style-type: none"> ▪ біотехнології, інструменти та технології для здоров'я людини; ▪ передові дослідження для здоров'я людини; – біологічні дані та процеси; – дослідження мозку; – інфекційні хвороби; – поширені хвороби; ▪ охорона здоров'я 	Біотехнології в охороні здоров'я	<ul style="list-style-type: none"> ▪ стимулюючі передові біотехнології як рушійна сила майбутніх інновацій; ▪ промислові процеси на основі біотехнологій; ▪ інноваційні та конкурентні технологічні платформи 	Охорона здоров'я	<p>сполучення нано-, біо- та інформаційних технологій приведе до революції в охороні здоров'я. Одночасно забезпечення високими технологіями, персоналізованими формами лікування може призвести до появи бюджетних ускладнень у забезпеченні загального доступу до цих послуг під час формування майбутньої політики</p>
Продукти харчування, сільське та рибне господарство і біотехнології	<ul style="list-style-type: none"> ▪ використання та менеджмент біологічних ресурсів землі, лісу і води; ▪ «fork to farm» – продукти харчування і здоров'я; ▪ науки про життя та біотехнології для вдосконалення нехарчових 	Біотехнології	<ul style="list-style-type: none"> ▪ стимулюючі передові біотехнології як рушійна сила майбутніх інновацій; ▪ промислові процеси на основі біотехнологій; ▪ інноваційні та конкурентні технологічні платформи 	Біотехнології	<ul style="list-style-type: none"> ▪ попит на продукти харчування в 2030 р. буде на 50 % вище за 2008 р. за рахунок підвищення життєвого рівня середнього класу, що швидко зростає, у великих економіках, які швидко розвиваються. Наявність сільськогосподарських земель і достатньої кількості сільського господарської сировини також будуть серйозною проблемою; ▪ зміна клімату до 2025 р. спричинить нестачу продовольства, врожайів або води, яка стосуватиметься 1,4 млрд осіб. Дефіцит може представляти серйозну загрозу Південно-Східній Європі, Південній Америці, Африці та Азії. Якщо важливі технологічні прориви не відбудуться, то нестача води буде мати великий вплив на сільське господарство: у деяких країнах, таких як Китай, 90 % споживання води йде на

Продовження табл. А.25

1	2	3	4	5	6
	<p>продуктів і процесів</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ зміни клімату, забруднення та ризики; ▪ стале управління ресурсами; ▪ технології охорони навколишнього середовища; ▪ спостереження за Землею та інструменти оцінки життєдіяльності 			<p>Зміна клімату і конкуренція за ресурси</p>	<p>виробництво продуктів харчування. У 2030 році приблизно 1,9–2,6 млрд осіб будуть страждати від нестачі води. У Європі, труднощі постачання на Півдні і Сході, швидше за все, збільшаться;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ синтетична біологія повинна створити багато нових винаходів для промислового виробництва біоматеріалів ▪ до 2030 р. буде все більше видний зв'язок між проблемами, що випливають зі зміни клімату та браку ресурсів. Зростає загроза підвищення рівня моря через танення льодовиків Антарктики, які містять достатню воду, щоб підняти рівень моря більш ніж на 1,2 метра, з драматичними наслідками для більш відкритих прибережних районів, де живе понад 60 % населення світу. Арктичні льоди та крижаний покрив Гренландії також найбільш ймовірно зникнуть в період між 2020 і 2040 рр., а наслідки для екосистеми будуть незворотними; ▪ до 2030 року вплив зміни клімату на економіку Європи буде, ймовірно, як і раніше обмеженим, але концентрація CO₂ (рівна 450 частин на мільйон, яка давно вважається абсолютною межею) може бути скоро перевищена. Ризики впливу на продуктивність сільського господарства, міграцію, інфекційні захворювання і сприйнятливість до екстремальних умов ранжуються від високих і до дуже високих, у разі зростання середньої температури більш ніж на 4 °С. Навіть збільшення приблизно на 2 °С може призвести до глобальних втрат доходів приблизно на 2 %, і може зменшити продуктивність океанів і поставити під загрозу продовольчу безпеку; ▪ арктичний регіон стане більш доступним, а Європа і Росія будуть займати стратегічну позицію управління доступом до північно-східних транспортних маршрутів. Відкриття напівпостійних судноплавних

Продовження табл. А.25

1	2	3	4	5	6
Енергетика	<ul style="list-style-type: none"> ▪ водневі та паливні елементи; ▪ відновлювальні джерела виробництва електроенергії; 			Енергетика	<p>маршрутів принесе значні вигоди, з погляду зв'язку між Європою, Північною Америкою та Азією, особливо, коли вони стануть судноплавними протягом більш тривалого проміжку часу на протязі року. Це може впливати на світові торговельні шляхи, хоча прогнози на трафік і раніше вкрай невизначені: арктичні маршрути можуть становити від 2 % до 15 % від загального вангажопотоку в 2030 р.;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ арктичний регіон містить значні природні ресурси – від 15 % до 30 % нерозвіданих запасів газу – і мінеральних ресурсів (цинк, нікель, графіт). Арктичні води дуже багаті рибальськими угіддями, та глобальне потепління буде двигуном економічної привабливості руху на північ; ▪ природні ресурси, відкриття судноплавних шляхів і розвиток туризму та наукових досліджень зроблять Арктику вельми бажаним простором і цінним транзитним маршрутом. Для управління морськими шляхами та доступом до нових ресурсів знадобиться політичне співробітництво, в тому числі, щоб уникнути надмірної експлуатації та незворотного пошкодження навколишнього середовища <p>▪ збільшення світового споживання буде пов'язано зі зростанням чисельності населення і зростанням доходів. До 2030 року 93 % від зростання споживання буде надходити з країн, що не входять в ОЕСР. Економії енергії та розвиток відновлюваних джерел енергії не буде достатньо, щоб обмежити зростання викидів CO₂ в 2030–40 роках. Глобальний енергетичний ландшафт матиме більшій зсув у потоках споживання, а не в резервах, яких достатньо, включаючи нетрадиційні джерела, такі як сланцевий газ. Нові технології видобутку будуть продовжувати перетворювати глобальну енергетичну політику;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ світове споживання енергії в 2030 р. буде на 30 % вище, ніж у 2010 р. У Європі, викопні види палива будуть, як і раніше, складати значну

Продовження табл. А.25

1	2	3	4	5	6
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ відновлювальні джерела виробництва палива; ▪ відновлювальні джерела нагрівання і охолодження; ▪ технології поглинання та зберігання CO₂ для нульової емісії виробництва електроенергії; ▪ технології збагачення вугілля; ▪ розвинуті енергетичні мережі; ▪ ефективне використання та збереження енергії; ▪ знання про політику в галузі енергетики 				<p>частку, навіть якщо споживання зменшиться, а імпорту зросте з 56 % в 2010 р. до 70 % в 2030 р. Природний газ буде відігравати велику роль, замінюючи вугілля у виробництві електроенергії, і, можливо, бензин для деяких видів транспорту;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ ринок природного газу зростатиме на 50 % до 2035 р. Частка зрідженого природного газу збільшиться, якщо США вирішать експортувати частину своєї добичі сланцевого газу. Відмінною рисою в найближчі десятиліття буде експлуатація газових ресурсів в країнах, які не входять до ОЕСР, у тому числі на Близькому Сході, в Африці та Росії. Імпорту Європи, швидше за все, продовжить зростати; ▪ ринок вугілля буде сильно зростати, швидше за все, до 2030 р. Це буде потребувати швидкого розвитку і розгортання технологій для збору та геологічного зберігання CO₂, що дозволить запобігти зміні клімату; ▪ ядерна енергетика і поновлювані джерела енергії, як очікується, становитимуть 24 % виробництва і 40 % зростання попиту на енергію до 2035 р.; ▪ може відбутися різке позитивне технологічне зрушення до 2030 р. Несподіваний прогрес був зроблений в утриманні плазми під керівництвом ПЕР, що має набути використання у 2025 р. для десятирічних випробувань до 2035 р. Такий технологічний прорив може швидко змінити світовий енергетичний ландшафт і в довгостроковій перспективі уповільнити і навіть зупинити глобальне потепління, пов'язане з «традиційним» споживанням енергії; ▪ синтетична біологія повинна створити нові біоматеріали, замінюючі хімічні речовини поновлюваними джерелами енергії (біопаливо, у тому числі водень)

Продовження табл. А.25

1	2	3	4	5	6
<p>Космос</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ космічні прилади на службі європейського суспільства; ▪ використання космосу; ▪ науково-технічний розвиток космічних досягнень 	<p>Космічна галузь</p>	<p>специфічне завдання наукових досліджень та інновацій в космічній галузі полягає в розвитку конкурентної та інноваційної космічної промисловості та наукової спільноти, яка розроблятиме та використовуватиме космічну інфраструктуру для підтримки майбутньої політики та суспільних потреб ЄС</p>	<p>Космічна галузь</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ зниження ризику виникнення ланцюгової реакції орбітального сміття в 2020-х рр. (наприклад, від зіткнення десятків супутників); ▪ продовження освоєння космічного простору: наприклад, перші туристи на Місяці, на Марсі, вивчення супутників та інших планет Сонячної системи; ▪ доступність горизонтального злету ракетопланів значно покращить виконання космічних програм; можливість моделювання в режимі реального часу океанічних, наземних і атмосферних явищ завдяки геосинхронізованим спостереженням; відкритий доступ для широкого загалу до супутникових знімків; ▪ якісний стрибок у спроможності передбачати кліматичні катастрофи завдяки прогнозам метеосупутників на один місяць вперед щодо якості повітря і опадів. Поява космічного, повітряного та наземного моделювання, злиття вказаних даних призведе до значного збільшення екологічного сумління; ▪ розробка різноманітних практичних застосувань на основі вказаного моделювання, зокрема: 1) для оптимізації екосільського господарства; 2) різноманітного енергемеджменту для відслідкування залежності здоров'я від навколишнього середовища; 3) для проєктологічного віртуального арктичного туризму за допомогою космічної зйомки дуже високого дозволу з використанням супутників, що низько летять; 4) використання синергії між супутниками та дронами на повітряних кулях, що дозволяють створити ширококутовий зв'язок і відслідковувати точність руху полярного морського транспорту, який скорочує відстань між Європою та Азією вдвічі; ▪ використання лазерних комунікацій в режимі реального часу дозволить передавати на супутники квантові криптографії, що нададуть

Продовження табл. А.25

1	2	3	4	5	6
<p>Транспорт (включая чайчи космо-навтику)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ аеронавтика та повітряний транспорт; ▪ наземний транспорт (залізничний, автомобільний, водний); ▪ підтримка Європейської глобальної супутникової навігаційної системи (Galileo) 				<p>можливість відмовитися від другого пілота і чорної скриньки на літаку, нададуть змогу управляти автономним повітряним і надводними транспортом, а також подолати кіберзлочинність в 2024–2025 рр.;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ злиття цивільних і військових космічних програм буде сприяти технологічному прогресу і збільшенню фінансування. Тим не менш, з появою проблеми, пов'язаної з використанням великого об'єму даних, одержаних за допомогою датчиків, суспільство і незалежні алгоритми прийняття рішень розпочнуть нову главу нетрадиційних асиметричних конфліктів
				<p>Транспорт</p>	<p>Революція мобільності майбутнього стане прикладом конвергенції між людьми і машинами з голосовим і цифровим інтерфейсом; людьми та людьми (миттєве віртуальне суспільство); машинами та машинами, де обидва елементи мобільні (транспортні засоби, дрони і т. ін.) і спілкуються між собою, а саме:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ автономний транспорт стане можливим завдяки прогресу в робототехніці, автоматизованих системах, електричному двигуні, датчиках і системах супутникової навігації. Разом з використанням мінідронів для транспортування об'єктів відбудеться революція у переміщеннях всередині і зовні міських центрів; ▪ автономний транспорт, окрім безпеки на шляхах, зниження забруднення атмосфери, буде генерувати значний ефект (до 1,5 % ВВП в ЄС); ▪ конвергенція голографічної віртуальної реальності і 5G, які будуть реконструювати телеприсутність і телероботу (в тому числі й автономні транспортні засоби), дозволить збільшити мобільність для неповнолітніх і літніх немолодих людей (неспроможних керувати транспортом), які більше не будуть залежати від когось ще, і для транспортування

Продовження табл. А.25

1	2	3	4	5	6
<p>Соціально-економічна та гуманітарні науки</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ розвиток, зайнятість і конкурентоспроможність в об'язаному суспільстві; ▪ об'єднання економічних, соціальних та екологічних цілей у європейську перспективу; ▪ основні тенденції розвитку суспільства; ▪ Європа в світі; ▪ громадяни ЄС; ▪ соціоекономічні та наукові індикатори; ▪ передбачення 	<p style="text-align: center;">—</p>	<p style="text-align: center;">—</p>	<p>Соціально-економічні наслідки технологічної конвергенції</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ віртуальна прикутність і «розумні» будинки дозволять літнім людям краще турбуватися про себе безпосередньо у себе вдома (що знижує тиск на державну казну); ▪ розумна мобільність як мультимодальний комплекс, до якого кожна людина має доступ, і який включає в себе швидке широкомовне з'єднання, може вказати шлях до більш справедливого суспільства; ▪ збирання даних, володіння ними, доступ і експлуатація даних стають основними джерелами економічної і політичної влади. Зокрема, збирання і аналіз великих обсягів персональних даних призведе до небувалого вторгнення в особисте життя і до важких соціальних наслідків (наприклад, може призвести до недовіри і неприязні до інновацій і цифрового суспільства); ▪ цифрова економіка, у сполученні з біологічною наукою, новими виробничими процесами та зростанням професійної освіти (освіта може продовжуватися все життя), може перетворити суспільство в «суспільство знань», яке спроможне адаптуватися в динамічному середовищі; ▪ соціально-культурні наслідки впровадження цифрових технологій будуть виявлятися у наших відношеннях з іншими особами, при цьому для деяких з них буде важко розрізняти реальність і віртуальний світ; ▪ синтез людини з технологіями буде виявлятися у збільшенні не тільки у її фізичних здібностях, але й у покращенні її інтелектуального потенціалу. На додаток до регенерації органів стануть можливими стимулювання пізнавальних здібностей, генетичний вибір, затримка старіння або навіть людська аугментація (в тому числі, поява надможливостей). З часом це може істотно вплинути на суспільні відносини між людьми, які трансформувалися, і тими, хто цього не зробив;

Закінчення табл. А.25

1	2	3	4	5	6
Безпека	<ul style="list-style-type: none"> ▪ захист від тероризму; ▪ безпека інфраструктур і об'єднань; ▪ безпека кордонів; ▪ відновлення безпеки в кризових випадках; ▪ інтеграційні системи безпеки та системи безпеки із взаємодії; ▪ безпека та суспільство; ▪ координація та структурування досліджень у сфері безпеки 	-	-	-	вплив на ринок праці буде постійним (наприклад, остання промішлова революція знищила практично 40 % робочих місць попередніх технологічних укладів, що в період демографічного зростання призвело до важких соціальних наслідків на протязі багатьох десятиліть)

Джерело: сформувано автором на основі [59; 64; 65; 76, с. 35–38]

Таблиця Д.26

Приклади конвергентних технологій, що можуть бути використані для вирішення глобальних проблем, відповідно до звіту ОЕСР, 2014 р.

Глобальна проблема	Конвергентна технологія	Платформа	Основний зміст
Депопуляція і старіння населення	Синтетична біологія	Синтетичний (імітуючий) геном	Використання підходу зверху-вниз для наступних моделей геномів, які існують у природі; розробка «синтетичних геномів», які виробляються і розміщені в бактерії, що може відтворювати себе
		Збирання з існуючих компонентів	Використання біологічного підходу знизу-вгору, який не бере існуючі живі організми / системи як відправну точку, але використовує біологічні частини для створення нових схем життя, пристроїв та клітинних систем de-novo
		Протоклітина	Використання хімічного підходу знизу-вгору, який починається з основних хімічних сполук для створення нових / альтернативних форм життя (тісно пов'язані поля дозволяють різні види діяльності для створення життя на невуглцевій основі)
		Нові генетичні системи	Системи, засновані на хімічній модифікації основ нуклеїнових кислот (тісно пов'язані поля можуть бути основою для нових молекулярних систем, моделювання і розрахунків)
	Мозок людини	Нейроінформатика	Об'єднання даних і знань неврологів у всьому світі, що розширює доступ для наукового співтовариства
		Моделювання мозку	Об'єднує інформацію з нейроінформатики в комп'ютерних моделях і дозволяє їх застосовувати для ідентифікації відсутніх даних (які можуть допомогти спрямувати подальші дослідження)
		Високопродуктивні обчислення	Покликані забезпечити застосування інтерактивної технології суперкомп'ютерів для неврологів з метою моделювання та симуляції великих обсягів даних
		Медична інформатика	Пов'язує клінічні дані з усього світу
		Обчислювальна платформа NeuroMorphic	Робить можливим переведення моделей мозку в штучні системи
		Платформа NeuroRobotics	Ставить за мету примусити штучні моделі мозку працювати, пов'язуючи їх з робототехнікою

Джерело: сформовано автором на основі [77; 78]

**Стратегічні науково-технічні задачі в Третьому науково-технічному
Базовому Плані Японії (2006–2010 рр.)**

Основна галузь	№	Стратегічні науково-технічні задачі
1	2	3
Охорона здоров'я	1	Науково-технічна робота з відновлення «програм життя»
	2	Клінічні та прикладні дослідження для клінік
	3	Передові технології з медичного догляду для молекулярної цільової ракової терапії
	4	Науково-технічні дослідження для запобігання загрози появи та повторної появи інфекційних захворювань
	5	Науково-технічні дослідження, що дозволяють безпечно виробництво та розповсюдження їжі зі збільшеною міжнародною конкурентоспроможністю
	6	Науково-технічні дослідження, що дозволяють виробництво матеріалів на основі біотехнологій і очищують навколишнє середовище
	7	Забезпечення світової інфраструктури для охорони здоров'я
Інформаційні та комунікаційні технології	1	Розробка передового світового «суперкомп'ютера наступного покоління» з можливістю просування науково-технічних досліджень (*)
	2	Підготовка обдарованих ІТ-професіоналів, які б могли відіграти ключову роль у створенні наступного покоління інформаційно-комунікаційних технологій
	3	Розробка і вдосконалення технологій для надзвичайно маленьких пристроїв, які споживають мало енергії, що може привести до перемоги у світовій конкуренції з розробки напівпровідників наступного покоління
	4	Базові технології дисплеїв, пристроїв для зберігання та надзвичайно швидких пристроїв для отримання світового лідерства
	5	Базові технології для світового лідерства у робототехніці, які будуть корисними у повсякденному житті для господарства міст
	6	Розробки технологій програмного забезпечення, метою яких є досягнення світових стандартів
	7	Технології наступного покоління для мереж, які б могли передавати велетенську кількість інформації миттєво і могли б використовуватись легко та з користю для кожного
	8	Технології повсюдного використання мереж, які б доповнювали людські можливості та забезпечували підтримку у повсякденному житті
	9	Технології створення контенту, що надають можливість ділитись емоціями з людьми по всьому світу, і технології використання інформації
	10	Технології безпеки, що дозволяють створити у світі найбільш безпечне та захищене ІТ-суспільство
Навколишнє середовище	1	«Система спостереження за Землею та океанами»(включаючи науково-технічні дослідження в сфері спостереження в реальному часі за рівнем CO ₂ та умовами глобального потепління) (*)

Продовження табл. Д.27

1	2	3
	2	Науково-технічні дослідження для точного прогнозування зміни клімату у XXI столітті, використовуючи симуляції суперкомп'ютера, які спрямовані на використання посткіотських угод
	3	Науково-технічні дослідження, спрямовані на своєчасне прогнозування ризиків, які спричиняють глобальне потепління, і розробка контрзаходів щодо глобального потепління
	4	Технології для оцінки та визначення ризику хімічних речовин, які можуть створити нові речовини та можуть бути спрямовані на розробку в міжнародних масштабах
	5	Технології для використання цінних матеріалів та контролю за шкідливими речовинами, які б підходили для міжнародного обігу відходів
	6	Технологія використання біомаси, яка підходить для регіонального використання та допомагає суттєвому перетворенню в енергію
	7	Науково-технічні дослідження, які б вимальовували сценарій суспільства, що працює в гармонії з природою та зберігає безпечну циркуляцію води
	8	Людські та соціальні науки з управління хімічними ризиками
	9	Науково-технічні дослідження для виробництва та використання систем, що підходять для 3R (зменшення, повторне використання, переробка), і які б відповідно оцінювали весь життєвий цикл продукції
	10	Компетентна розробка досліджень навколишнього середовища, що об'єднала б в одне ціле людину та суспільні науки
	Нанотехнології / матеріали	1
2		Технології передових матеріалів, які б кардинально зменшили затрати на чисту енергію
3		Технології передових матеріалів для заміни рідкісних чи дефіцитних матеріалів, що відіграють важливу роль у вирішенні проблеми ресурсозабезпечення
4		Передові нанотехнології та технології матеріалознавства, що підтримували б людське здоров'я, безпеку та захист у повсякденному житті
5		Передова техніка, яка б пододала функціональні обмеження пристроїв
6		Передова нанобіотехнологія та наномедична технологія, метою якої є здійснення та впровадження діагностування на дуже ранніх стадіях і мінімальне втручання під час медичної терапії
7		Створення позитивного суспільного прийняття нанотехнологій
8		Передові розробки та дослідження, метою яких є практичне використання нанотехнологій в центрі передових знань, що спрямовані на створення інновацій
9		Передові технології нановимірювання та обробки
10		Розробка та спільне використання «Рентгенівського лазера на вільних електронах» (*)

1	2	3
Енергетика	1	Технології міських систем, які б радикально зменшили споживання енергії завдяки використанню енергії великими районами
	2	Передові технології для будинків і будівель, що дозволило б зберігати електроенергію при продуктивному повсякденному житті
	3	Технології для передових високоефективних пристроїв господарсько-побутового призначення, що дають змогу створити комфортне та багате енергозберігаюче суспільство
	4	Виробництво передових матеріалів та обробних технологій для остаточних енергозберігаючих виробництв
	5	Передові базові технології для транспорту наступного покоління, що не потребує пального
	6	Передові технології виробництва для створення синтетичного рідкого палива, що прийшло б на зміну пального у транспорті
	7	Технологія чистої та ефективної газифікації вугілля, що стала б провідною у світі
	8	Передова система генерації електричної енергії на базі паливних елементів для безпечного зберігання та транспортування водню
	9	Технологія для отримання високоефективної та маловитратної генерації фотоелектричної енергії, що дозволило б використовувати її у всьому світі
	10	Високоефективні технології накопичення електроенергії, що могли б подолати обмеження, накладені формою джерел енергії, та їх використання
	11	Технології практичного використання реакторів на легкій воді наступного покоління, які були б ефективними у зв'язку з економією та безпечністю, і використовувались у всьому світі
	12	Технологія геологічного захоронення та обробки високоактивних радіоактивних відходів, яка стала б незамінною
	13	«Технологія циклічного реактора на швидких нейтронах», яка б дала довготривалу та стабільну подачу енергії (*)
	14	Відкрити можливість для енергії синтезу ядер через міжнародну кооперацію на міжнародному термоядерному реакторі
Технології виробництва	1	Технологія виробництва «візуалізації», яка б спиралась на науку (розробка досконалої виміральної техніки та обладнання), що в подальшому створило би японський стиль розробки технологій
	2	Розробка процесу інновацій, які могли би подолати обмеження, створені природними ресурсами, навколишнім середовищем і населенням, і який став би флагманським для Японії
Соціальна інфраструктура	1	Технологія управління та моніторингу Землі для ліквідації наслідків катастроф (система спостереження та дослідження Землі та океанів) (включаючи технологію супутникового спостереження за катастрофами та технологія високоточної сейсмометрії) (*)

Закінчення табл. Д.27

1	2	3
	2	Нова технологія збереження життя шляхом підтримки місць, що постраждали в результаті катастрофи, та запобігання поширенню шкоди (як технологія виявлення небезпечних матеріалів на місці)
	3	Технологія відновлення соціальної інфраструктури та міського простору, що підпадає під потреби «великого часу відновлення» та суспільства, в якому знижується рівень народжуваності та населення, що старіє
	4	Нова технологія транспортної системи та системи транспортування, що підходила би для майбутнього суспільства (як технологія вітчизняного виробництва повітряних суден, що відповідають новим вимогам)
Технології для недо-сліджених територій	1	«Космічна транспортна система» високої надійності (H-IIA ракета та її похідні) (*)
	2	«Система спостереження та дослідження за землею та океаном» (як система нового покоління з дослідження океану (deep riser)) (*)
	3	Технологія високонадійного та високоефективного супутника (проти дія катастрофам та вирішення криз, дистанційне зчитування, покращення надійності)
	4	Технологія будівництва та підтримування платформ у відкритому морі

* Виділено «Національні критичні технології» Японії.

Джерело: сформовано автором на основі [82; с. 102–104]

Перелік перспективних технологій згідно з Планом трансформаційних технологій, підготовленим Радою з питань політики у сфері науки і технології (CSTP) Японії у травні 2008 р.

Мета		Інноваційна технологія		
		Група технологій	Прикладна технологія	
1	2	3		
Інтенсифікація міжнародної конкурентоздатності виробництва	Високошвидкісна потужна мережа передачі даних	Повністю оптична мережева технологія		
		Технологія розробки та використання електронних приладів	Технології спінтроники	
			3-вимірна напівпровідникова технологія	
			Технологія вуглеводної нанотрубки (розробка конденсатора)	
			Інтегрована технологія MEMS (Мікроелектромеханічна система)	
	Новітня технологія представлення зображень	Технологія 3-вимірного зображення		
	Технологія вбудованого програмного забезпечення	Високонадійна / продуктивна технологія розробки програмного забезпечення		
	Технологія протидії глобальному потеплінню	Високоєфективна технологія виробництва електроенергії фотоелектричними установками		
		Технологія системи водневої енергії		
	Створення здорового суспільства	Технологія штучного інтелекту	Робототехніка, що забезпечує життєдіяльність	
			Технологія розробки та використання медичної техніки	Технологія для старших людей з обмеженими можливостями (нейрокомп'ютерний інтерфейс)
				Технологія використання низькоінвазивного медичного приладу (ендоскоп із вбудованим контактним датчиком)
		Технологія протезування, що забезпечує серцеву діяльність		
		Регенераційна медична технологія	Медична технологія регенерації індукованих плюрипотентних стовбурових клітин	
Технологія пошуку нових ліків	Технологія токсикологічної експертизи з використанням плюрипотентних стовбурових клітин			
Безпека Японії та світу		Технологія розробки ліків для боротьби з інфекційними захворюваннями (малярія)		

Закінчення табл. Д.28

1	2	3
	Технологія виявлення	Технологія безконтактної візуалізації (терагерц)
	Технологія виробництва харчової продукції	Високопродуктивна / стійка технологія для вирощування основних культур (пшениці та соєвих бобів)
		Технологія для розведення прохідної риби (вугор і тунець)
	Технологія для розробки обмежених ресурсів	Рідкісні метали – альтернативні матеріали / регенераційні технології
	Технологія використання екологічно чистих хімічних речовин	Технологія виробництва з використанням мікроорганізмів видової рекомбінації (енергетичний / хімічний конструкційний матеріал)
		Технологія хімічного виробництва нових каталізаторів (підводний каталізатор)
Технологія виробництва нових матеріалів	Нова технологія надпровідних матеріалів (надпровідники, що містять магнітний елемент і т. д.)	

Джерело: сформовано автором на основі [82; с. 109]

Пріоритетна тематика науково-технологічних досліджень і розробок відповідно до 9-го Прогнозу науки та технологій Японії, 2010 р.

Основна галузь	№	Пріоритетні теми досліджень і розробок	Термін реалізації	
			Технологічний аспект	Соціальний аспект
1	2	3	4	5
Науки про життя	1	З'ясування патофізіології метастазів раку	2019	-
	2	Технологія ідентифікації та функціонального аналізу матеріальної взаємодії у клітині або між внутрішньою і зовнішньою сторонами клітини	2018	2025
	3	Технологія молекулярної візуалізації в організмі з точністю до однієї молекули	2019	2027
	4	Технологія, яка детально передбачає біологічну активність, у тому числі взаємодію між білками, взаємодію між білком і ДНК або РНК, і взаємодію між білком і синтетичними сполуками з вищого порядку структурами білка	2019	2028
	5	Технологія, яка аналізує в динаміці і докладним чином конформацию білка, що знаходиться у функціональному стані в організмі	2023	2032
	6	Технологія відновлювальної медицини з використанням плюрипотентних (стовбурових) клітин	2021	2032
	7	Системна профілактика та методи лікування деменції, які інгібують зниження функцій мозку у літніх людей	2024	2033
Безпека життя	1	Розумний стиль спілкування живих систем з навколишнім середовищем, включаючи роботів для життєзабезпечення престарілих та інвалідів	2019	2027
	2	Загальносвітова система відстеження якості, що охоплює більшість харчових продуктів	2019	2028
	3	Інтелектуальна роботизована технологія, яка дозволяє сім'ям і родинам забезпечити підтримку безпечного існування літніх людей та інвалідів за допомогою дистанційного керування на відстані; роботи будуть достатньо розумні, щоб уникнути ризиків, яких не знає телеоператор	2020	2028
Енергія, навколишнє середовище, ресурси	1	Технологія утилізації енергії океану, зокрема вітру, хвиль і припливів на комерційній основі	2016	2024
	2	Методи газифікації з використанням невикористаних біомаси та відходів для виробництва електроенергії або технологій виробництва синтетичного палива, що знижує залежність від викопних видів палива	2016	2024

1	2	3	4	5	
I. Використання відновлюваної енергії	3	Домашні споживчі технології накопичення електроенергії, з вартістю в один мільйон ієн або менше, які можуть стабільно виробляти приблизно 90 % від необхідної електроенергії за рахунок інтеграції фотоелектричного виробництва та вторинних споживачів для All-DENKA будинків (будинок, в якому електрика повністю покриває домашнє споживання енергії)	2019	2026	
	4	Широкомасштабне використання тонкоплівкових сонячних елементів з ефективністю перетворення енергії 20 % і вище	2019	2027	
	5	Низьковартісні тонкоплівкові сонячні елементи великої площі з ефективністю перетворення 20 % або вище	2019	2027	
	6	Технологія різкого скорочення відходів через ядерну трансформацію радіонуклідів у високоактивних відходах	2020	2028	
	7	Технологія виробництва нових матеріалів для сонячних батарей, що приведуть до більш високої ефективності, ніж використання кремнію або GaAs	2021	2029	
	8	Сонячні батареї з ККД перетворення енергії 60 % або більше	2023	2030	
	9	Матеріали з високою енергетичною ефективністю перетворення, високою енергоємністю та низьким навантаженням на навколишнє середовище, для використання поновлюваних джерел енергії	2021	2030	
	10	Здійснення утилізації сонячної енергії в оптимальних місцях на глобальній основі, а також обміну енергією між місцем виробництва та місцем використання	2022	2031	
	11	Технологія отримання водню з води і сонячного світла з ефективністю перетворення енергії на 5 % або більше	2024	2031	
	12	Наступне покоління стандартних реакторних технологій на легкій воді з такими перевагами, як вища потужність за рахунок збагаченого палива на 5 %, 80-річна довговічність і відсутність будь-яких обмежень розташування завдяки застосуванню сейсмічної технології	2026	2034	
	13	Інноваційна технологія, яка дозволяє дифузії застосування невикопаної первинної енергії, такої як сонячна енергія, на глобальній основі	2025	2034	
	14	Геологічні технології утилізації високоактивних радіоактивних відходів	2022	2034	
	15	Сонячні фотоелектричні генеруючі установки в космосі, які передають електрику на Землю за допомогою мікрохвиль або лазерів	2027	2037	
	16	Технології реакторів на швидких нейтронах	2029	2038	
	II. Ефективне перетворення /	1	Різні системи стимулювання скорочення пікового навантаження електроенергії, що сприятимуть вирівнюванню попиту на електроенергію та ефективному використанню ресурсів	–	2019

Додатки

Продовження табл. Д.29

1	2	3	4	5
використання енергії	2	Підключення до домашніх мереж більше половини побутових приладів (холодильників, пральних машин, мікрохвильових печей, плит, рисоварок і кондиціонерів тощо) в 30 % або більше домогосподарствах Японії	2015	2022
	3	Технологія формування матеріальних циклів за рахунок використання природної і невичерпної енергії на одиницю спільноти	2018	2024
	4	Розумні грид-технології, які можуть поліпшити ефективність енергоспоживання та знизити загальні енергетичні потреби Японії на 20 %	2019	2026
	5	Багатокомпонентні пристрої, що використовують нові матеріали, такі як SiC або GaN, які дозволяють досягти щільності потужності у 100 Вт / см або більше	2019	2026
	6	Технології та правова система щодо створення найбільш природних та відновлюваних джерел енергії в регіонах чи областях, а також реалізація товарів і матеріалів, що рециркулюються, місцевого виробництва для місцевого споживання	2020	2027
	7	Сонячні батареї, для яких споживання енергії буде в 1000 разів менше за поточне споживання за допомогою нанофотонних технологій	2020	2027
	8	Системи циркуляції матеріалів і енергії, що будуть побудовані у префектурах або великих адміністративних утвореннях, засновані на матеріальній кореляції енергії біомаси з лісових ресурсів, екскрементів тварин і невикористаних матеріалів, із зернових, а також на перероблених і функціональних матеріалах	2020	2028
	9	Розбудова суспільства, заснованого на переробці використаних матеріалів, ефективному використанні енергії і води, для кожної суспільної одиниці	2021	2030
	10	Термоелектричний силовий генеруючий модуль з ККД перетворення 10 % або вище	2022	2031
	11	Розробка нанорозмірного пристрою з розділенням напруги для паливного елемента з використанням реакції ферментації біоорганічних речовин і розширення масштабів таких паливних елементів через їх інтеграцію	2025	2032
	12	Високоєфективна технологія перетворення енергії, яка використовує моторні білки (молекулярні мотори), що перетворюють хімічну енергію на механічну	2028	2035
13	Система зелених ІКТ, що зменшують енергію, необхідну для передачі та зберігання інформації на одну мільйонну, ніж в 2010 році (нормована кількість інформації, що обробляється)	2030	2036	
	1	Індустріалізація послідовної системи обробки медичних відходів, включаючи переробку	2016	2020

Продовження табл. Д.29

1	2	3	4	5
III. Промисловість у суспільстві, заснованому на рециркуляції	2	Система сонячних батарей, розроблена з урахуванням переробки та повторного використання з низьким навантаженням на екологічне середовище	2017	2024
	3	Технологія масового виробництва палива та біопластика з нафтових матеріалів за допомогою функціональних рослин або мікроорганізмів	2018	2025
	4	Система виробничого перероблення, що з уніфікує процеси «Видобутку ресурсу → проектування і виробництво → використання → розпорядження» і «Збирання → поділ → утилізація ресурсів»	2018	2025
	5	Комплексна методологія проектування для загальної оптимізації, починаючи від загальної картини життєвого циклу, від проектування і виробництва до утилізації та переробки, огляду глобального ланцюга поставок, а також продуктового ряду, який може гнучко задовольняти різноманітні потреби клієнтів	2017	2025
	6	Біокатализатори, що показують продуктивність, еквівалентну або вищу, ніж у хімічних катализаторів, що використовуються в промисловому виробництві	2019	2026
	7	Технологія виробництва палива та біохімічних речовин на комерційній основі з використанням рослин і мікроорганізмів, таких як каскадні біомаси	2019	2028
	8	Більше половини хімічних полімерів, зроблені з нафти, стають ресурсномісткою продукцією з відновлюваної біомаси	2022	2030
	9	Просування екозаводів і низько ентропійних технологій, що знижує навантаження на навколишнє середовище на 50 %, враховуючи життєвий цикл продукції від виробництва до утилізації та екологічної вплив кожної галузі	2021	2030
	10	Продукція і технології матеріалів для виробництва безпечної, чистої і енергозберігаючої продукції масового споживання, використовуючи знання про механізми природи й організмів	2021	2030
	11	Буде побудована єдина база даних (яка поєднує усі бізнес-одиноці, такі як залізниці, дороги, електроенергетика та місцеві громадські організації) щодо історії інвестицій в інфраструктуру і погіршення ситуації в динаміці, що дозволить поліпшити управління інфраструктурними активами, як на рівні міст, так і на регіональному рівні	2018	2025
	12	Технології напівпровідникових вбудованих сенсорів, що повідомляють про ступінь зносу, термін служби і час для заміни структур, буде поширюватися	2019	2026

Додатки

Продовження табл. Д.29

1	2	3	4	5
	13	Система оцінки систем проектування, структурної продуктивності та вартості активів, що дозволяє функціональне розширення, оновлення, видалення та повторне використання великомасштабних структур, буде поширюватися	2019	2027
	14	Високоточне моделювання зносу середовищ, заснованих на дизайні і технологіях будівництва, з метою запобігання погіршення інфраструктури, ремонту та розміщення стануть можливими та будуть досить точно управляти життєвим циклом і активами у практичному використанні	2019	2025
	15	Технології виробництва продукції рослинництва та зелених технологій в пустелях, досягнутих із урахуванням підвищення адаптивності врожаїв (толерантних до солі, стійких до посухи, холоду) і контролю за його зростанням	2020	2028
	16	Досягнення недорогого сільського господарства / лісового господарства та сільських громад, орієнтованих на нульові викиди за допомогою місцевих сільськогосподарських і лісових ресурсів та органічних відходів	2019	2027
	17	Біологічні методи захисту рослин, що знижують використання синтетичних хімічних пестицидів і добрив на 50 %	2018	2026
	18	Регулювання росту сільськогосподарських культур і лісу на основі роз'яснень механізму біосинтезу, транспортування поживних речовин і рецептор-опосередкованої сигналізації регуляторами росту рослин	2020	2029
IV. Скорочення викидів CO ₂ , CCS	1	Введення екологічної освіти, що впливає на зміни в способі життя громадян через певну поведінку, наприклад, практичних дій зі скорочення викидів CO ₂ в домашніх господарствах	-	2018
	2	Комплексні й об'єктивні показники оцінки, які замінюють CO ₂ як індикатор навантаження на навколишнє середовище споживання енергії та ресурсів, виробничих процесів (рослини) і продуктів, а також методів вимірювання для таких показників	2017	2023
	3	Створення технології, здатної розчиняти CO ₂ у воді або фіксувати CO ₂ на дні океану	2018	2026
	4	Технологія, яка дає економічні стимули для геологічного секвестру CO ₂ , такі як розвиток видобутку енергетичних ресурсів з нафтових пластів, газових покладів, і вугільних пластів, шляхом ін'єкції CO ₂ , переробки та поглинання CO ₂	2019	2027
	5	Практичне виробництво електроенергії, водню і синтетичного палива шляхом газифікації включень CCS з економічною ефективністю, що відповідає вуглеводневим ресурсам, таким як вугілля, важкі нафти та біомаси	2020	2028

Продовження табл. Д.29

1	2	3	4	5
	6	Зберігання та технологія управління щодо глибокого шару розсолу для розширення потенціалу геологічного поглинання CO ₂	2020	2028
	7	Матеріали для фіксації вуглецю, що зменшують CO ₂	2020	2028
	8	Мембранні методи розділення для отримання водню з вугілля без викидів CO ₂ в навколишнє середовище	2023	2031
V. Невикористані ресурси, рециклінг	1	Фінансово доцільний селективний поділ і видобуток рідкісних металів з відходів електричного й електронного обладнання (WEEE) і золи від спалювання	2015	2020
	2	Створення регіональної системи водопідготовки, що застосовує нерівномірний розподіл води шляхом використання економічно обгрунтованих і практичних технологій опріснення морської води за допомогою зворотного осмосу, мембрани й очищення, і технології рециркуляції забрудненої води	2014	2020
	3	Технологія використання джерел низької і середньої геотермальної температури від бінарних насосів, що генерують електроенергію та тепло	2015	2025
	4	Безпечна і недорога система зберігання загальних відходів, таких як побутова техніка, в тому числі рідкісних металів, для яких ще не були розроблені вторинні й ефективні методи утилізації, у стані, сприятливому для майбутнього використання	2017	2023
	5	Технологія видобутку і використання рідкісних металів з міських звалищ, таких як загальні і промислові відходи, попіл і зольні викиди, що може постачати більше, ніж на 50 % від необхідної кількості багатьох видів рідкісних металів	2018	2024
	6	Ефективна додаткова технологія для невикористаної теплової енергії, яка генерується з перервами	2018	2025
	7	Технологія ефективного перетворення низькорівневої теплової енергії, яку важко використовувати з точки зору ексергії, у таку, що має високу ексергію	2019	2026
	8	Технологія видобутку ресурсів з океанського дна, таких як підлогові гідротермальні родовища, на комерційній основі	2020	2027
	9	Просування розробки, виробництва, збору та повторного використання систем, що переробляють 90 % або більше (теплової, хімічної та матеріальної) продукції, заснованих на законодавчо визначеній відповідальності за продукт, необхідної для збору та утилізації відходів	2019	2027

Додатки

Продовження табл. Д.29

1	2	3	4	5
VI. Кому- тування, транс- портна система (в тому числі інфор- маційно- комуні- каційні технології)	1	Системи, за яких 80 % офісної роботи в Японії можуть бути замінені роботою на відстані, тобто коли людина може працювати разом зі своїми колегами в різних офісах з тією ж якістю зв'язку, якби вони були в одному офісі весь час	2017	2024
	2	Система віртуального офісу, яка може вдвічі скоротити кількість робітників у Японії порівняно зі справжнім реальним офісом	2018	2025
	3	Методи проектування для медичних пунктів і медичних містечок (наприклад, в житлових районах для літніх людей)	2018	2024
	4	Технологія довговитривалих і дуже надійних електричних акумуляторів для автомобіля з високою щільністю енергії (приблизно в 3 рази щільніше, ніж в цей час), які дозволяють електричним транспортним засобам мати загальну відстань для водіння на одній зарядці, еквівалентну для нинішніх бензинових автомобілів (приблизно 500 км)	2018	2025
	5	Низьковартісні вторинні елементи для транспортних засобів (наприклад, автомобілів) (питомої енергії: 100 Вт год / кг або більше, питомої потужності: 2000 Вт / кг, і питомої вартості: 30 тис. єн за 1 кВт/год або менше)	2019	2025
	6	Альтернативні технології для енергоємних транспортних засобів перевезення людей, щоб впоратися з глобальним потеплінням і ескалацією екологічних проблем	2018	2026
	7	Розробка наступного покоління екологічно чистих кораблів (суден) з використанням зелених технологій, що забезпечують на 50 % менше викидів CO ₂ і приблизно на 80 % менше викидів NOx, ніж існуючі судна	2019	2026
	8	Розробка системи для зниження на 50 % часу, витрат і навантаження на навколишнє середовище на кожному вузлі, який пов'язує залізницю і дороги, дороги та порти / аеропорти, а також залізниці і порти / аеропорти, з тим щоб підвищити ефективність міжміських вантажоперевезень	2020	2027
	9	Паливні елементи високої ефективності для транспортних засобів з використанням нерідкісних металів	2020	2030
	10	Автоматична технологія водіння автомобілів спеціальною смугою, що дозволить підвищити поточну ефективність використання автомобільних доріг у три рази	2020	2031
	1	Аналіз поточного стану та механізму природного випромінювання, поглинання і фіксації парникових газів	2018	–
	2	З'ясування біологічних ефектів мікрозабруднень у навколишньому середовищі	2019	–

Продовження табл. Д.29

1	2	3	4	5
VII. Відстеження, контроль, моделювання та прогноз	3	Прогнозування ризику спалахів інфекційних захворювань, що дозволило досягти прогресу у моделюванні та технологіях прогнозування для великомасштабних систем, таких як екосистеми і навколишнє середовище	2018	2025
	4	Глобальна система спостереження Землі, що дозволяє ідентифікувати парникові гази та щільність повітря, вміст забруднюючих речовин у коридорі 5 × 5 × 1 км над землею, і коридорі 20 × 20 × 4 км над водою	2020	2027
	5	Моделювання на перспективу 50–100 років з метою охоплення балансу CO ₂ у глобальному шарі атмосфери, включаючи екосистеми та середовища існування людських істот, а також зміни циркуляції води	2020	2027
	6	Кількісне прогнозування впливу на природу (топографії, геології, підземних вод, рослин і тварин тощо), обумовлене розвитком, стане доступним, а вплив деяких проектів розвитку буде оцінюватися на основі моделювання з урахуванням масштабів проекту і альтернативних варіантів, заходів щодо пом'якшення наслідків, а також швидкості відновлення природи	2019	2027
	7	Глобальна система спостереження Землі, що дозволяє ідентифікувати вміст пари в атмосфері, вектори вітру і кількість хмарності, що виникають таким чином, у коридорі 5 × 5 × 1 км над землею і коридорі 20 × 20 × 4 км над водою	2020	2027
	8	Технології прогнозування стану глобального навколишнього середовища на перспективу декількох десятиліть на основі систем глобального моделювання, які одночасно обліковують матеріальні цикли в атмосфері, океанах і землі	2020	2028
	9	Методи спостереження великої території для океанів, що дозволяють уточнити глобальний баланс тепла і CO ₂	2022	2029
	10	Система передбачення умов глобальної погоди, океанів, довкілля, екосистеми, епідемій, економічної і людської діяльності через узагальнене моделювання, засноване на даних в реальному часі, що надає можливість вирішувати невідомі глобальні кризи	2022	2030
VIII. Оцінка, побудова консенсусу	1	Методологія побудови міжнародного консенсусу про співпрацю в передачі технологій, пов'язаних з навколишнім середовищем, таких як економія енергії, між розвиненими країнами, країнами, що розвиваються, і перехідними країнами, з тим щоб привести у відповідність національні, регіональні та глобальні інтереси	2019	2025
	2	Буде створена структура управління, яка контролює, управляє і координує на світовому рівні поза межами адміністративних повно-	-	2025

Додатки

Продовження табл. Д.29

1	2	3	4	5
		важень кожного національного уряду, з метою подолання таких-глобальних питань, як надмірна кількість спекулятивних грошей, глобальне потепління та експлуаторські виробництва		
	3	Системи підтримки урядів, що мають за мету зробити раціональними політичні рішення, що дозволяють їм збирати та аналізувати різні наукові знання, думки й оцінки, а потім готувати огляд і шляхи вирішення глобальних екологічних проблем, таких як зміна клімату	2020	2027
	4	Скоординовані системи прийняття рішень за участю різних зацікавлених сторін на основі використання знань інформаційної платформи, таких як бази даних і бази знань, пов'язаних із навколишнім середовищем	2019	2027
	5	У контексті методів управління ризиками буде створено схему оцінки довгострокового впливу штучних і природних матеріалів і систем на здоров'я і середовище	2019	2028
Управління інфраструктурою, у тому числі: <i>I. Управління IT-інфраструктурою</i>	1	Становлення системи, що забезпечує різні послуги різним користувачам за допомогою гнучкого зв'язку між більш ніж 100 млн комп'ютерами, і напівавтоматичних технологій, які будують надавати стабільні послуги без будь-яких збоїв у системі	2018	2023
	2	Інформаційна система відстеження, за якої електронний ID надається інформаційному ресурсу в момент зберігання без стирання або змінення, і таким чином вкрадена або втрачена інформація може бути легко знайдена	2017	2024
	3	Напівпровідникові вбудовані сенсорні технології будуть поширюватися для повідомлення ступеня зносу, терміну служби та часу для заміни структур	2019	2026
	4	У системах, що забезпечують різні послуги різним користувачам за допомогою гнучкого зв'язку між більш ніж 100 млн комп'ютерами, передова автономна служба буде створювати нову інформацію і додану вартість або нові функціональні послуги від існуючих функцій і послуг	2020	2027
<i>II. Антикризове управління, захист від стихійних лих</i>	1	Створення технологій визначення збитків у режимі реального часу і прогнозування, що дозволяють здійснювати екстрені заходи на національному і муніципальних рівнях у разі масштабного стихійного лиха, а також надзвичайних негайних і ефективних заходів, які необхідні на рівні префектур	2018	2024
	2	Загальнодержавну систему високоточного спостереження за атмосферою, гідросферою та геосферою буде створено з метою запобігання шкоди для людини, викликаній великомасштабними стихій	2019	2027

Продовження табл. Д.29

1	2	3	4	5
		ними лихами (повеннями, зсувами, селевими потоками, сніговими лавинами), а також викликані деякими явищами погоди (опадями, тайфунами, сильним дощем, снігопадом тощо), і яка вимагає прийняття заходів на рівні префектур і дозволяє здійснювати попередження, евакуацію і управління, засноване на прогнозуванні катастрофи (до 1 години)	–	–
	3	Система передбачення зміни умов глобальної погоди, океанів, довкілля, екосистеми, епідемії, економічних і людської діяльності за допомогою загального моделювання, заснованого на даних в реальному часі, завдяки якій є можливість вирішувати невідомі глобальні виклики	2022	2030
Соціальна інфраструктура, в тому числі: <i>Культивація людських ресурсів, мобільність, диверсифікація</i>	1	Система підтримки, яка дозволяє співробітникам підвищувати свою кваліфікацію і дізнатися про технологічні рішення, навички і ноу-хау кваліфікованого персоналу за допомогою їх наочної демонстрації	2016	2021
	2	Соціальне середовище, яке дозволяє жінкам збалансувати шлюб, народити дитину та тимчасово залишити роботу, а також сприяти їх соціальній активності (наприклад, 30 % компаній матимуть денний центр для дітей)	–	2021
	3	Поряд з використанням можливостей глобального менеджменту, що ґрунтується на іноземних культурах, факультетські програми розвитку будуть впроваджувати краще розуміння історії, культури, мови, законодавства, системи цінностей тощо з урахуванням досвіду інших країн	–	2021
	4	Людські ресурси будуть мобілізовані відповідно до змін у суспільстві та економіці на тлі поширення безперервної освіти для професійної підготовки в аспірантурі або подальших стадій перепідготовки	–	2022
	5	Система освіти для підготовки інженерів, які можуть раціонально поліпшити розробки на більш високому рівні, ніж у звичайних процесах проектування, і мають наміри постійно розвивати свої здібності	–	2022
	6	Буде створена Глобальна мережа системи управління людськими ресурсами, що допоможе вільній передачі за межі країн експертів високого рівня	–	2022
Базові виробничі технології	1	Нові функціональні матеріали зі складних гетерогенних матеріалів через наноконтрольовані структури й інтерфейси	2017	2023
	2	Промислова технологія обробки для 3-вимірних нанорозмірних інтегрованих структур	2018	2025
	3	Промислова технологія управління наноструктурами з розмірами 10 нм або менше, використовуючи самозбирання	2019	2026

Закінчення табл. Д.29

1	2	3	4	5
	4	Технологія виготовлення, яка використовує методи самозбирання для впорядкування наночастинок	2019	2027
Технології для недосліджених територій	1	Вироблена в Японії дуже надійна і конкурентна (з мінімізацією витрат, микро-мініатюризацією, а також з мінімізацією ваги) космічна техніка (для космічного транспорту і космічних апаратів і т. д.)	2017	2022
	2	Радикальні технічні заходи по боротьбі з космічним сміттям (розвиток космічних систем, вільних від космічного сміття, збирання або утилізація шляхом ін'єкцій в атмосферу сміття)	2023	2032
	3	Власна пілотована космічна система Японії (пілотовані ракети-носії, пілотовані космічні кораблі)	2024	2033

Джерело: сформовано автором на основі [83; 84, с. 93–103]

Таблиця А.30

Наукові дослідження і технології та необхідні заходи з їх підтримки, визначені у 9-му науково-технологічному форсайті Японії (2010 р.) і Четвертому науково-технічному Базовому Плані Японії (2011–2015 рр.)

Сфера досліджень і розробок	Пов'язані науки та технології	Організаційні вимоги для просування	Пріоритетна тематика досліджень і розробок	
			Галузі науки та технології	Актуальні теми в 9-му опитуванні Delphi (прогноз років соціальної реалізації)
1	2	3	4	5
I. Ефективне використання енергії	1. Повне використання регіональних особливостей (галузевих, кліматичних, геологічних особливостей): <ul style="list-style-type: none"> біомаса: виробництво енергії з біомаси (перегній, ліс); холод: холодна енергія, геотермальний нагрів, підземна геотермальна енергія; океан: перетворення теплової енергії, приливна енергетика, холодна енергія глибокої морської води, використання водоростей (виробництво палива, фіксація CO₂); 2. Розробка електричних грид-мереж і телекомунікаційних мереж. Їхня розширена утилізація	1. Підтримка фондями, і пільгове оподаткування; 2. Субсидії для фіксації CO ₂ за допомогою лісів, для автономних систем нової альтернативної енергетики та енергозбереження. Розбудова системи міжрегіональної торгівлі цими системами	Промисловість і послуги, які використовують відходи (від лісового господарства і тваринництва) для генерації та продажу електроенергії Виробництва, які використовують воду й альтернативну енергію	Процес спільного виробництва біопалива і водно за допомогою бродіння біомаси та газифікації (2025) Системи спільного виробництва хімічних речовин і енергії під час біологічного вироблення палива і перегонки (2028) (пропозиція, яка не була висловлена під час опитування Delphi)
	II. Регіональна модель і соціальна інфраструктура	1. Транспортна система для літнього населення, система запобігання ДТП, високошвидкісні транспортні мережі, сучасне використання GPS і системи	1. Регіональні інвестиції у громадський транспорт;	Використання снігу та холодної енергії для зберігання овочів у прохолоді
			Транспорт і суміжні галузі	Просування систем допомоги водіїв не тільки для запобігання зіткнення ззаду і зіткнень через раптові зустрічі, але і для прогнозування будь-яких проблем з двигуном і / або шинами

Продовження табл. А.30

1	2	3	4	5
	<p>громадського транспорту з низьким екологічним навантаженням;</p> <p>2. Міське планування, технологія експлуатації житла, сумісна з рясним снігом</p> <p>3. Використання енергії річок і снігу в житлових районах</p>	<p>2. Обмін автомобілів на електричні транспортні засоби;</p> <p>3. Поліпшення системи громадського транспорту: консолідація та інтеграція</p>	<p>Електрична енергія і суміжні галузі</p> <p>Інфраструктура та суміжні галузі</p> <p>Управління</p>	<p>за допомогою різних датчиків, встановлених в автомобілі (2023)</p> <p>Система розподілу енергії, включаючи технології переробки сміття, які ефективно використовують побутові відходи за сприянням і участі резидента (2020)</p> <p>У разі скорочення міської площі внаслідок скорочення чисельності населення буде побудовано компактну інфраструктуру на основі природної симбіотичності міських районів з урахуванням стійкості водного циклу, екосистем і способу життя (2027)</p> <p>Будуть розроблені технології та правова система для створення найбільш природних і відновлюваних джерел енергії по регіонах чи районах, а також реалізації, циркуляції товарів і матеріалів місцевого виробництва для місцевого споживання (2027)</p>
<p>III. Підтримка здоров'я тіла та розуму</p>	<p>1. Технологія управління системою охорони здоров'я з широким використанням ІКТ (наприклад, веб-лікар);</p> <p>2. Система охорони здоров'я на основі даних про стан здоров'я; усунення необхідності лікарень;</p>	<p>1. Стимулювання власних зусиль людини для підтримки здоров'я тіла і розуму, в тому числі застосування страховання і системи профілактичної медицини;</p>	<p>Електронний доктор</p> <p>Технологія реновації міста (нормалізація міської місцевості)</p>	<p>(пропозиція, яка не була висловлена під час опитування Delphi)</p> <p>Промування високої якості і довгострокового планування життя в міських і сільських районах з метою формування співтовариства, в якому різні покоління можуть взаємодіяти, а також з метою поліпшення якості життя (ЯЖ) у блоці із кластером (+2025)</p>

Продовження табл. А.30

1	2	3	4	5
<p>3. Оздоровча медицина, спортивна медицина; 4. Технологія реабілітації</p>	<p>2. Податкові пільги для підприємств, які надають послуги медичної допомоги (для тіла та розуму)</p>	<p>Використання теплової енергії з гарячих джерел</p> <p>Оздоровча медицина, спортивна медицина</p> <p>Технологія реабілітації</p> <p>ІКТ технології управління для підтримання здоров'я</p> <p>Система медичної допомоги на основі даних про стан здоров'я: усунення необхідності перебування в лікарнях</p>	<p>(пропозиція, яка не була висловлена під час опитування Delphi)</p> <p>(пропозиція, яка не була висловлена під час опитування Delphi)</p> <p>(пропозиція, яка не була висловлена під час опитування Delphi)</p> <p>(пропозиція, яка не була висловлена під час опитування Delphi)</p> <p>(пропозиція, яка не була висловлена під час опитування Delphi)</p>	<p>Метод оцінки місцевих заходів щодо збереження навколишнього середовища, в тому числі традиційний фестиваль і культурні заходи, які неможливо оцінити економічно (2025)</p> <p>Методи ринкової економіки, включаючи по-м'якшення банкіну (біорізноманітний банкінг), що компенсують навантаження на навколишнє середовище міських районів з метою реабілітації і підтримки природних ресурсів у сільських районах (+2026)</p>
<p>IV. Нові галузі промисловості та послуги</p>	<p>1. Підвищення доданої вартості сільськогосподарської продукції; 2. Елементи технології використання природних ресурсів (снігу, глибоководних морських ресурсів), малих електричних транспортних засобів для сільськогосподарського використання, екологічно чистої логістики та виробництва рослин</p>	<p>1. Зв'язок з регіонами для широкого інформування про екологічні служби охорони здоров'я та місцевого туризму; 2. Один-стоп сервіс для виробництва, логістики і продажів;</p>	<p>Життя, освіта та культура</p> <p>Управління</p>	

Закінчення табл. Д.30

1	2	3	4	5
		3. Підготовка людських ресурсів, здатних спілкуватися з клієнтами; 4. Регіональний розвиток транспортних засобів і підтримка зусиль, таких як державні закупівлі та податкові пільги		Підтримка таких розробок, як U-/I-/J-повороти і мультижиття серед міських і сільських районів з метою підтримки і збереження сільськогосподарських угідь та інших земель (+2022) Підтримане і вироблене громадянами «Нове державне адміністрування» реалізує регіональну стратегію і здійснює регіональне управління з метою підтримки безпеки, збереження і життєздатності регіону (+2024)

Джерело: сформовано автором на основі [84, с. 91–92]

Таблиця А.31

Порівняння основних положень Четвертого Базового плану розвитку науки і техніки Японії на 2011–2015 рр. і проекту П'ятого Базового плану розвитку науки і техніки Японії на 2016–2020 рр.

Четвертий Базовий план розвитку науки і техніки Японії на 2011–2015 рр.			П'ятий Базовий план розвитку науки і техніки Японії на 2016–2020 рр.		
Основні розділи	Основні політики	Зміст основних політик	Основні розділи	Основні політики	Зміст основних політик
1	2	3	4	5	6
I. Основна концепція і зміни у світі	1.1. Безпрецедентна криза в Японії	3 огляду на великий землетрус у Східній Японії як світову проблему, уряд повинен працювати над мобілізацією всіх можливих заходів політики щодо ліквідації його наслідків. Крім того, Японія і весь світ були в центрі науково-технічного перевороту і значних змін у світі як наслідку зміни ролі науки та техніки. А. Безпрецедентна криза в Японії: <ul style="list-style-type: none"> ▪ прями та непрямі uszkodження, викликані великим землетрусом у Східній Японії, в тому числі пошкодження ядерного реактора у Фукусімі; ▪ старіння і зменшення населення, а також зниження народжуваності, втрата соціальної і економічної життєздатності; ▪ усталена тенденція до зниження конкурентоспроможності промисловості. 	1.1. Фактори, що впливають на «Науку, технології та інноваційну політику (НТП)» через соціально-економічні умови та зміни	Соціально-економічний розвиток значно змінюється. Це також має великий вплив на НТП. 1. У зв'язку зі скороченням чисельності населення НТПП стане більш важливою для підвищення гучності людських ресурсів. Буде необхідним системне реформування людських ресурсів, яке надає важливого значення підвищенню якості людських ресурсів, які будуть надходити в майбутньому. 2. Для того щоб швидко і гнучко реагувати і бути готовими до виникнення нових різних проблем в майбутньому, буде незамінним створення нових систем, які дозволяють розвиток стійких відкритих інновацій (методи, які дозволяють активно використовувати різноманітні інновації за межами знань і технологій). 3. Кіберпростір швидко розширюється і вже настає «просунуте кіберсуспільство» (суспільство, де відбувається швидке поширення кіберпростору, не просто діє як доповнення та зміцнення реального суспільства. У кіберпросторі може відбуватися і автономно здійснюватися ціла низка заходів, які перевищують можливість реального суспільства,	

Продовження табл. А.31

1	2	3	4	5	6
		<p>Б. Зміни у світі:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ набуття глобального масштабу проблеми та збільшення конкуренції за природні ресурси, енергоносії і продукти харчування, і т. д.; ▪ економічне зростання країн, що розвиваються, і просування економічної глобалізації; ▪ зміна інноваційних систем і еволюція управління наукою і технікою 			<p>а через об'єднання / злиття з реально існуючими просторами можуть істотно впливати на реальне суспільство). Настання цього нового суспільства, як і раніше, має великий вплив на суспільство і формування науки. Крім того, у зв'язку з геополітичними змінами і змінами у сфері безпеки Японії, зростаючого значення набуває підтримка і накопичення технологій, за що уряд повинен нести відповідальність.</p> <p>4. Необхідні значні ініціативи для відновлення довіри з боку суспільства до науки, технологій і дослідників, оскільки їхня репутація впала у зв'язку з великим землетрусом у Східній Японії і внаслідок існуючої недобросовісної дослідницької практики тощо</p>
<p>1.2. Позиціонування Базового плану</p>	<p>Четвертий Базовий план позиціонується як основна політика системного та комплексного сприяння розвитку науки та техніки Японії, як національна стратегія на наступні п'ять років, даючи велику глибину та конкретну форму Стратегії Нового Зростання від широкого спектра точок зору і координації з іншими важливими політиками</p>			<p>1.2. Тренди іноземних НТПП</p>	<p>У зарубіжних країнах НТПП позиціонується як важливі заходи розвитку країни, а також як ініціативи посилення планування і розширення витрат тощо.</p> <p>США: «Стратегія американських інновацій» встановлює за мету 3 % ВВП для загальних витрат на науку та техніку (сукупність загальних приватних і державних витрат на науку та техніку). При цьому в американській політиці в останні роки спостерігається загальна тема акцентування на важливості послідовного фінансування фундаментальних досліджень з метою підтримки конкурентоспроможності;</p> <p>Європа: ЄС встановив за мету 3 % від ВВП для загальних витрат на науку та техніку. У Німеччині, на додаток до досягнення вказаного в 2012 фінансовому році, акцент був</p>

Продовження табл. А.31

1	2	3	4	5	6
	<p>1.3. Досягнення і проблеми Третього Базового плану</p>	<p>Слід відзначити численні успіхи, починаючи з Першого Базового плану, такі як збільшення досліджень і розробок (наукова реформа). З іншого боку, також виник цілий ряд питань, а саме:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ індивідуальні досягнення не дали можливості вирішити соціальні проблеми; ▪ зниження частки наукових праць Японії, а решта публікацій має низькі рейтинги у міжнародних рейтингах частоти цитування; ▪ слабке зростання державних інвестицій в останні роки, незважаючи на їх висхідний тренд; 		<p>1.3. Досягнення і проблеми Четвертого Базового плану</p>	<p>зроблений на просуванні інновацій через такі ініціативи, як «Індустрія 4.0» і «Нова Високотехнологічна стратегія». У Великобританії, незважаючи на бюджетні скорочення, фінансування наукових досліджень було збережено. Азія: Китай ставить за мету стати нацією з рушійною силою інновацій. Китайський бюджет був розширений за рахунок збільшення загальних витрат на розвиток пріоритетних областей науки та техніки. Корея створила ініціативи з розширення державних витрат на розвиток науки та техніки відповідно до 3-го науково-технічного основного плану (приблизно 140 % від попереднього плану)</p> <p>1. Через 20 років з моменту ініціювання Першого Базового плану, велика кількість дослідників і патентів, а також висока міжнародна конкурентоспроможність фундаментальних досліджень і науково-дослідницької інфраструктури зробили Японію сильною на світовій арені. У подальшому необхідні зміцнення і ефективні зусилля для продовження вказаних тенденцій.</p> <p>2. З іншого боку, японська НТП стикається з величезною кількістю проблем, зокрема:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ кар'єрні перспективи для молодих дослідників не ясні, і їхня зайнятість нестабільна. Крім того, через «розрив поколінь в мобільності» і т.д. людські ресурси не здатні повністю реалізувати свій потенціал і знайти потрібні запити на дослідників. Через це студенти не приймають рішення приступити до докторантури;

Продовження табл. А.31

1	2	3	4	5	6
II. Принципи наступного Четвертого Базового плану	2.1. Картина цілей Японії	<ul style="list-style-type: none"> зниження запитів для молодих дослідників в університетах. Перешкоди для технічного обслуговування і управління об'єктами; результати науково-технічних розробок не завжди повністю розуміються і підтримуються суспільством 	II. Принципи наступної науково-технічної політики	2.1. Картина цілей Японії — «Розбудова нації, заснованої на розвитку науки і технологій»	<ul style="list-style-type: none"> різноманітність фундаментальних досліджень в Японії скорочується. Крім того, щодо письмових тез, то існує тенденція до зниження міжнародних рейтингів як у якості, так і в обсягах; системи, які вилучають для реалізації інновацій, недостатньо добре розроблені, наприклад, системи з меншою кількістю підприємств, що беруть участь в реалізації інновацій, ніж в інших країнах. Однією з причин є те, що майже відсутня рухливість людських ресурсів через сектори промисловості, наукові кола і уряд; з Другого Основного плану урядові цілі щодо витрат на науку та технології не були виконані. Зниження витрат на основні засоби для університетів і науково-дослідних установ було однією з причин багатьох проблем, таких як зниження стабільних позицій дослідників.
		I) Нація, спрямована на досягнення стійкого зростання і розвитку суспільства в майбутньому, в той же час займається реконструкцією і відродженням після катастрофи; II) нація, яка робить життя безпечним, повним і якісним для громадян; III) нація, яка є провідною у вирішенні глобальних проблем, таких як великомасштабні стихійні лиха;			<p>Нація, яка реалізує сталий розвиток Японії і в усьому світі, з високим рівнем НТП навичок, яка за допомогою інноваційної діяльності знаходить вирішення проблем всередині країни і за її межами.</p> <p>«Наука, технології та інноваційна політика (НТП): Створення інтелектуальної і культурної вартості, заснованої на нових знаннях, отриманих від наукових відкриттів і винаходів, а також, через розвиток цих знань, проведення реформ, які ведуть до створення фінансової, соціальної і суспільної вартості.</p>

Продовження табл. А.31

1	2	3	4	5	6
		<p>IV) нація, що підтримує науку та технології, які формують основу її існування; V) нація, яка продовжує створення інтелектуальної власності та формування культури науки і технологій</p>		<p>2.2. Зміна форми НТПП та підняття важливості створення інноваційної основи</p>	<p>Як конкретні приклади цільової картини Японії, а саме «Нація, яка реалізує сталий розвиток Японії і в усьому світі», слід навести такі 3 ідеали, які будуть формувати цей напрям.</p> <p>Ідеал 1: Жити разом із Землею і сприяти прогресу людства; Ідеал 2: Забезпечення безпеки країни і її народу, а також реалізація зручного і щасливого життя; Ідеал 3: Збереження Японією першокласної економічної потужності і присутності у світових рангах</p> <p>Якщо вносяться такі зміни в формі НТПП, то важливість інноваційної основи збільшується:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ відхід від старої «лінійної» моделі, яка просуває фундаментальні і прикладні дослідження по прямій лінії, до дослідницької моделі, яка рухається вперед у «спіральній» і інтерактивній манері; ▪ перехід від так званої моделі «самодостатності» до цінностей «відкритих інновацій»; ▪ збільшення значення інтеграції та співробітництва між усіма сферами гуманітарних, соціальних і природничих наук <p>Урядові ініціативи, спрямовані на реалізацію цільової картини Японії, будуть розміщуватися відповідно до важливості на таких 2 пунктах:</p> <p>1) Зміцнення основи створення інновацій</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ для того щоб бути готовими відповідати на різноманітні питання, необхідне зміцнення інноваційного потенціалу як
				<p>2.3. Роль держави у НТПП – найважливіші ініціативи для майбутнього</p>	

Продовження табл. Д.31

1	2	3	4	5	6
	<p>2.2. Базові принципи майбутньої науково-технічної політики</p>	<p>I) Інтегроване просування НТП; II) Збільшення пріоритетності «Ролі людських ресурсів і організацій, що їх підтримують»; III) Здійснення політики «Створення НТП спільно із суспільством»</p>		<p>2.4. Базові принципи майбутньої НТП</p>	<p>основи для НТП (Реформа системи людських ресурсів, зміцнення і реформа в академічній сфері і фундаментальних дослідженнях які основи для інновацій і реформи науково-дослідницької інфраструктури, створення нової інноваційні системи і т. д.);</p> <p>2) Провідне суспільство через здійснення НТП</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ розробка різнобічних знань, які створюють інноваційні основи для вирішення різноманітних внутрішніх і зовнішніх проблем, а також проведення соціальних реформ (вирішення політичних проблем, які нададуть можливість реалізувати бажане «розширене кіберсуспільство», розробити «Національні критичні технології», вести науково-технічну дипломатію і відновити довіру з боку суспільства тощо)
					<p>б основних позицій, які, зокрема, приймаються зацікавленими сторонами, і повинні бути чітко зрозумілі при просуванні політики в області НТП</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Активізація наукових досліджень, які досліджують кордони знань; 2) Просування ініціатив в глобальному суспільстві; 3) Основні ролі університетів, державних науково-дослідних установ і промисловості; 4) Основи розгляду розподілу бюджету; 5) Єдиний процес просування за допомогою узгодження між відповідними політиками; 6) Співробітництво і спільне розуміння з усіма зацікавленими сторонами

Продовження табл. А.31

1	2	3	4	5	6
<p>III. Реалізація сталого зростання і розвитку суспільства в майбутньому</p>	<p>3.1. Основний принцип</p>	<p>НТП буде стратегічно сприятливо спрямована на відновлення і відродження від наслідків стихійного лиха та забезпечення стійкого зростання і розвитку суспільства в майбутньому</p>	<p>III. Зміцнення основ створення інновацій</p>	<p>3.1. Реформи системи людських ресурсів</p>	<p>1) Реформування кар'єрних систем для молодих людських ресурсів, а саме:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ з метою уточнення кар'єри: введення системи власного треку у працевлаштуванні молодих дослідників університету; розширення числа стабільних посад, на які молоді люди можуть претендувати шляхом сприяння впровадженню щорічної системи оплати праці та змін до термінових систем зайнятості для старших наукових співробітників; а також встановити «Систему Шановних дослідників» (попередня назва); ▪ диверсифікація кар'єри, що надає повною мірою скористатися відповідними можливостями, наданими через стажування, у середній та довгостроковій перспективі тощо; ▪ покращення фінансової підтримки для докторантів, а також створення умов, за яких молоді дослідники можуть працювати і процвітати, тощо <p>2) Сприяння розвитку людських ресурсів для НТІ, а саме: закінчити реформи шкільної освіти шляхом підвищення докторського курсу навчання шляхом співпраці з промисловістю; сприяння розвитку людських ресурсів, пов'язаних з НТІ, які будуть нести відповідальність за майбутнє шляхом комплексних реформ у ВНЗ, вищу освіту, а також у системі відбору до вступу в університет і т. д.; і до того ж, прийомні і безпечної технології експертів і т. д.</p>

Продовження табл. Д.31

1	2	3	4	5	6
	<p>3.2. Реконструкція і відродження від наслідків стихійного лиха</p>	<p>I) Відновлення та відродження промисловості в постраждалих районах; II) Відновлення та оновлення соціальної інфраструктури; III) Реалізація безпечних умов життя в постраждалих районах</p>		<p>3.2. Укріплення бази для інновацій</p>	<p>3) Сприяння активній участі в НТІ різноманітних людських ресурсів, а саме: стимулювання призначення жінок як лідерів, створення умов для прийому іноземних дослідників, а також підтримка валютних студентів і т. д.</p> <p>4) Підвищення мобільності людських ресурсів за межами організаційних, галузевих і національних кордонів, для чого:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ випереджаюче вести нові зарплати та системи зайнятості, такі як річна система оплати праці та схем крос-призначення, а також поліпшити підтримку молодих людей, що працюють за кордоном
					<p>1) Сприяння академічним і фундаментальним дослідженням в якості основи для інновацій, а саме:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ урядове і місцеве фінансування академічних і фундаментальних досліджень, які виконуються не за принципом ринку; ▪ реформування і зміцнення грантів для допомоги науковим дослідженням (КАКЕНН) з метою задоволення потреб суспільства; реформування і зміцнення спільного використання науково-дослідницької системи; ▪ ефективне сприяння проведенню стратегічних фундаментальних програм досліджень шляхом встановлення стратегічних цілей заземленими як доказ; ▪ створення науково-дослідних центрів світового рівня і т. д.

Продовження табл. А.31

1	2	3	4	5	6
	<p>3.3. Сприяння «зеленим» інноваціям</p>	<p>I) Реалізація стабільного енергопостачання і використання низьковуглецевих джерел енергії; II) Поліпшення використання енергії з точки зору ефективності і розумності; III) Розвиток низьковуглецевих технологій для соціальної інфраструктури</p>			<p>2) Стратегічне зміцнення загальної базової технології, інститутів / об'єктів та інформаційної інфраструктури, яка підтримує науково-дослідницьку діяльність, а саме: просування наукових досліджень у загальних базових технологіях, таких як нанотехнології, фотонні та квантові технології, телекомунікації і математичні науки; становлення системи колективного користування і розвиток науково-технологічних платформ інститутів і об'єктів, які будуть доступні для промисловості, наукових кіл і уряду; інститутів і підрозділів університетів, а також зміцнення інформаційної інфраструктури тощо</p>
	<p>3.4. Сприяння інноваціям задля життя</p>	<p>I) Розробка революційних методів профілактики захворювань; II) Розробка нових методів ранньої діагностики; III) Реалізація безпечної і високоєфективної медичної допомоги; IV) Поліпшення якості життя (ЯЖ) для хворих, людей похилого віку й інвалідів</p>		<p>3. Створення інноваційних систем, які дозволяють досягти сталого розвитку відкритих інновацій</p>	<p>1) Реформування співробітництва галузей індустрія-наукові кола-держава, а саме: сприяння передачі людей, речей, грошей та інформації між промисловістю, науковими колами та урядом (підвищення мобільності трудових ресурсів за межі кордонів сектора, уточнення результатів досліджень і потреб і т. д.); створення нових інноваційних систем, які сприяли б швидкому розвитку R & D та їхньої соціальної реалізації шляхом, наприклад, створення «платформи для спільної роботи», де є можливість для обміну знаннями, поглядами та ідеями між промисловістю, науковими колами й урядом, з метою стимулювати один одного та працювати на стратегічні результати разом; а також сприяння регіональному розвитку через НТП і т. д.;</p>

Продовження табл. А.31

1	2	3	4	5	6
	<p>3.5. Сиг- стемні реформи, спрямовані на сприяння НПІ</p>	<p>I) Посилення стратегічних систем для просування НПІ, а саме: а) створення «НПІ Стратегічної Ради» (попередня назва); б) розширення мереж знань серед промислового сектора, наукових кіл і уряду; в) створення нових робочих місць з метою сприяння співробітництву між промисловим сектором, академічним сектором і урядом (формування центрів відкритих інновацій тощо) II) Будівництво нових систем для НПІ, а саме: а) поліпшення умов для зміцнення основ комерціалізації; б) використання нормативів і установа з ісприяння інноваціям; в) створення регіональних інноваційних систем; г) заохочення створення і реалізації стратегій в області інтелектуальної власності та міжнародних стратегій в галузі стандартизації</p>			<p>2) Посилення підтримки комерціалізації і просування НПІ-діяльності приватного бізнесу, в тому числі: посилення підтримки створення університетських венчурних підприємств; посилення підтримки малих і середніх підприємств; надання сприятливого податкового режиму приватним фірмам, які працюють у сфері реалізації і створення обладнання для науково-технологічних досліджень тощо; 3) Зміцнення і забезпечення розвитку людських ресурсів, які підтримують інноваційні системи («інновації сприяння розвитку людських ресурсів»), в тому числі: швидкі та безпечні інновації задля сприяння розвитку людських ресурсів, таких як керівників програм, наукових адміністраторів і технічного персоналу тощо</p>
IV. Основні проблеми з пріоритетів	4.1. Основні проблеми з пріоритетів	Пріоритетні питання, які будуть розглянуті для становлення нації, а також прийняття заходів сприяння, спрямованих на вирішення цих питань	IV. Провідне суспільство через НПІ	4.1. НПІ через узгоджену політику	1) У відповідь на важливі соціальні проблеми: сприяння проведеному досліджень з питань п'яти політик (реалізація чистої і економічної енергетичної системи, реалізація здорового, та такого, що довго живе ,суспільства

Продовження табл. А.31

1	2	3	4	5	6
<p>тетних питань, які стоять перед Японією</p>	<p>4.2. Вжиття заходів, що сприятимуть вирішенню пріоритетних питань</p>	<p>1) Реалізація життя безпечного, багатого і високої якості, а саме: а) підвищення безпеки та зручності життя громадян; б) стабільна закупівля продовольства, води, природних ресурсів та енергії; в) покращення достатку життя громадян</p> <p>2) Підвищення конкурентоспроможності промисловості Японії, а саме: а) посилення технічних основ зміцнення виробничої конкурентоспроможності; б) створення нової промислової інфраструктури, що підвищить капіталізацію сильних сторін Японії</p> <p>3) Внесок у вирішення глобальних проблем: а) Прискорення реагування на виклики, що створюють проблеми глобального масштабу</p>			<p>як рушійної сили міжнародної спільноти і т. д.) в рамках Комплексної стратегії НТІ-ефективності як «Стратегії світового лідерства», що визначає сильні та слабкі сторони Японії, а також спрямована на зміцнення сильних сторін і подолання слабкості</p> <p>2) Реформи в напрямку реалізації бажаного «просунутого кіберсуспільства»: а) важливо знайти відповідь на швидкий розвиток кіберсуспільства як нового питання політики; б) просування науково-технічних досліджень, спрямованих на створення нових послуг у кіберпросторі; реагування на вплив кіберпросторової діяльності на реальне суспільство, такий як кібербезпека; методи просування реформ НТІ, такі як: наука про дані; виплекання і забезпечення людських ресурсів тощо</p>

Продовження табл. А.31

1	2	3	4	5	6
I	4.3. Системні реформи, спрямовані на вирішення пріоритетних проблем	<p>4) Сприяння розвитку фундаментальних науково-технічних досліджень, що забезпечують існування нації:</p> <p>а) зміцнення національної безпеки та розвиток ключових технологій;</p> <p>б) побудова науково-технологічного базису для розширення меж перспективних досліджень</p> <p>5) Збагачення і зміцнення загальних основ розвитку науки та техніки;</p> <p>а) зміцнення міждисциплінарних науково-технічних досліджень;</p> <p>б) поліпшення і створення мереж загально-го користування і базової науково-технічної інфраструктур</p>		4.2. Стратегічне розгортання науково-технічної дипломатії	<p>3) Просування «Національних критичних технологій», які можуть забезпечити лідерство нації:</p> <p>а) необхідно врахувати зміни в середовищі безпеки за участю Японії, починаючи з її позиції у геополітиці; придбавати, підтримувати та розвивати технології як основу існування нації («Національні Критичні Технології»); забезпечити незалежність і самостійність Японії як продукт безпеки Японії та її народу, а також забезпечити рушійну силу зростання країни.</p> <p>б) необхідно розглянути питання щодо конкретії технологій і просування стратегій. Прикладами «національних критичних технологій» є: система спостереження, прогнозування та заходи протидії в разі виникнення стихійних лих; високопродуктивні обчислення; дослідження космосу; авіатехніка нового покоління; ресурси з океану; створення матеріалів із керованими властивостями; науки про системи динамічного життя; штучний інтелект; робототехніка; кібербезпека; сучасні лазери</p>
	4.3. Системні реформи, спрямовані на вирішення пріоритетних проблем	Сприяння діяльності, заснованої на заходах заохочення, перерахованих в п. 4.2 (5)		4.2. Стратегічне розгортання науково-технічної дипломатії	<p>а) розробка міжнародної стратегії, заснованої на програмах співпраці для кожної окремої країни; проєктів, пов'язаних з реструктуризацією, що дозволять гнучко реагувати на міжнародні стратегії;</p> <p>б) побудова центрів інновацій в рамках міжнародного співробітництва, як всередині, так і за межами Японії; сприяння широкомасштабній міжнародній кооперації в галузі науки і техніки тощо</p>

Продовження табл. А.31

1	2	3	4	5	6
		<p>1) Просування науково-технічних досліджень, спрямованих на вирішення загальних проблем в Азії («Ініціатива розвитку Східно-Азійської сфери науки і інновацій (e-ASIA)» та ін.);</p> <p>2) Новітні розробки в області науково-технічної дипломатії:</p> <p>4.4. Стратегічний розвиток міжнародної діяльності на основі капіталізації сильних сторін Японії;</p> <p>б) сприяння міжнародній діяльності у сфері передових науково-технологічних розробок;</p> <p>в) сприяння координації та співпраці з країнами, що розвиваються, заради вирішення проблем глобального масштабу;</p> <p>г) зміцнення основ для розвитку міжнародної діяльності у сфері науки та технологій</p>		<p>4.3. Зміцнення взаємозв'язку між НТІ та суспільством</p>	<p>1) Відновлюючи довіру з боку суспільства: відповідь на про-рахунки у наукових дослідженнях; швидкодія у вирішенні етичних, правових і соціальних проблем, що виникають у зв'язку з науково-технічною діяльністю; сприяння поширенню інформації про ризики тощо</p> <p>2) Розвиток науково-технічних досліджень спільно з суспільством: сприяння залученню різноманітного кола зацікавлених сторін у планування НТІ політики проведення заходів з розвитку науково-технічних досліджень; сприяння діяльності в області комунікації; просування спільних ініціатив між гуманітарними, соціальними та природними науками тощо</p>
<p>V. Сприяння розвитку фундаментальних досліджень і людських ресурсів</p>	<p>5.1. Основний принцип</p>	<p>На додаток до вирішення пріоритетних питань також необхідно розширити ініціативи щодо сприяння проведенню фундаментальних досліджень і розвитку людських ресурсів</p>		<p>5.1. Зміцнення функцій університетів</p>	<p>а) стосовно національних університетів необхідно розглянути, наскільки важливі цілі фінансування, які ними приймаються, а також взяти до уваги максимізацію можливостей університетів на основі поширення досвіду та визначення управлінських витрат грантів на середньостроковий період починаючи з 2016 фінансового року;</p>

Продовження табл. А.31

1	2	3	4	5	6
	5.2. Радикальне посилення фундаментальних досліджень	1) Зміцнення творчих і різнопланових фундаментальних досліджень (подавляюче розширення грантів у допомігу проведенню наукових досліджень тощо); 2) Підвищення світового класу фундаментальних досліджень (формування науково-дослідних університетів визначених орієнтованих груп, формування науково-дослідних центрів світового класу тощо)	V. Оптимізація можливостей для створення нових НТП		б) впровадження форми «Відмінна аспірантура (умовна назва)» вищого класу із здобуттям освітніх і дослідницьких навичок світового рівня; в) просування ініціатив на посилення функції міжнародних досліджень в університетах
5.3. Розвиток науково-технічних досліджень, поведень, позначень у людських рекурсами	1) Розвиток людських ресурсів, які можуть брати активну участь у різних сферах суспільного розвитку: а) радикальне підвищення рівня випускників шкільної освіти (створення нових місць для діалогу між промисловим сектором і академічним сектором, створення «керівництва зі сприяння Вищій шкільній освіті» і т. д.; б) підтримка докторантів і диверсифікація кар'єри; 2) Розвиток і професійна підготовка інженерів; 3) Виховання творчих особистостей і видатних дослідників; а) створення справедливих і прозорих систем високого оцінювання;			5.2. Зміцнення функцій Національного Агентства з досліджень і розробок як «інноваційного хаба»	а) з урахуванням власної унікальної якості посилити функції Національного агентства з досліджень і розробок як «інноваційного хаба», який виступає як рушійна сила для нових інноваційних систем; б) щодо таких ініціатив, як створення унікальної системи оцінки дослідників; проведення реформи в системах розвитку людських ресурсів; посилення створення і використання об'єктів інтелектуальної власності; утворення місця для зближення людей, речей, грошей та інформації, отриманої від промисловості, наукових кіл і уряду; необхідно сприяти таким ініціативам через встановлення середньо-довгострокових цілей і оцінку діяльності агентства через формування бюджету, розподіл фінансування і реалізацію проектів тощо

Продовження табл. А.31

1	2	3	4	5	6
	<p>б) поліпшення кар'єри дослідників; в) сприяння активній участі жінок-учених; 4) Розвиток нового покоління для майбутньої науково-технічної діяльності</p>	<p>б) поліпшення умов науково-технічних досліджень в університетах і державних науково-дослідних інститутах; а) вдосконалення університетських лабораторій і обладнання; б) сприяння розвитку і спільному використанню передових науково-дослідних установ і обладнання; (2) Поліпшення інтелектуальної інфраструктури; (3) Поліпшення інформаційної інфраструктури наукових досліджень</p>			
<p>5.4. Формування міжнародного стандарту досліджень навколишнього середовища та фундаментальних основ</p>				<p>5.3. Реформування розподілу бюджету</p>	<p>а) розподіл урядом бюджету базується на ідеї подвійної підтримки з боку основних фондів і дослідних фондів конкурентоспроможності. План буде розроблено для реформування та зміцнення обох напрямків; б) тверде встановлення непрямих витрат на рівні 30 % порівняно з загальним фінансуванням дослідних фондів конкурентоспроможності; б) реформа дослідних фондів конкурентоспроможності з точки зору заохочення молодих людських ресурсів (заохочення витрат на оплату праці головного дослідника, а також поліпшення перспективи вирощування молодих людських ресурсів на основі іспитів і оцінок тощо)</p>
<p>VI. Робота політики створення разом із суспільством</p>	<p>6.1. Основний принцип 6.2. Поліпшення відносин</p>	<p>Для того щоб досягнути «політики заради суспільства і громадськості», повинні бути зроблені ініціативи для отримання суспільного розуміння, довіри та підтримки 1) Просування політики НТІ з урахуванням точок зору звичайних громадян.</p>	<p>VI. Зміцнення структур, які сприяють політиці в області НТІ</p>	<p>6.1. Зміцнення потенціалу планування НТІ політики та її впровадження</p>	<p>а) Рада з науки, технологій та інновацій буде виконувати свою провідну роль при управлінні НТІ політикою у відповідних галузях; б) врахування розвитку науки під час повторного проєктування НТІ політики, а також розгляд питань розвитку структури для надання наукових консультацій тощо</p>

Продовження табл. Д.31

1	2	3	4	5	6
	між суспільством та НТІ	<p>а) заохочення участі громадськості в процесі планування НТП та просування у релігійне життя;</p> <p>б) вирішення етичних, правових і соціальних проблем (ЕПП);</p> <p>в) розробка і забезпечення людських ресурсів, які пов'язують політику НТП і суспільство;</p> <p>(2) Просування комунікаційної діяльності в рамках науково-технічної діяльності</p>			
	<p>б.3. Просування ефективної науково-технічної політики</p>	<p>1) Зміцнення планування політики та функцій її просування (створення «Штаб-квартири Науково-Технічної Стратегії (попередня назва)» і т. д.;</p> <p>2) Посилення моніторингу і розподілу функцій в програмах фінансування досліджень:</p> <p>а) структурна реформа дослідницьких фондів для ефективного та дієвого моніторингу та фінансування;</p> <p>б) вдосконалення і збагачення дослідних фондів конкурентоспроможності;</p> <p>3) Створення ПВПП (планування – виконання – перевірка – прийняття) циклу в науково-технічній політиці</p>		<p>6.2. Практичне застосування ПВПП циклів в області НТП політики</p>	<p>а) Проведення стійкої модернізації і максимізації систем оцінки науково-технічних досліджень;</p> <p>б) впровадження і створення науково-технічних досліджень в області оцінки програм нових систем, що сприяють оцінці людських ресурсів, і забезпечення їхньої кар'єри тощо</p>

Закінчення табл. А.31

1	2	3	4	5	6
	6.4. Розширення інвестування науково-технічних досліджень	а) забезпечення ефективності ППП циклу; б) вдосконалення і розширення систем оцінки науково-технічних досліджень		6.3. Розширення державних витрат на науково-технічні дослідження	а) цілі урядових витрат на науково-технічні дослідження не були виконані, починаючи з Другого Базового плану розвитку науки та техніки Японії; б) під час виконання П'ятого Базового плану урядові витрати на науково-технічні дослідження повинні бути на рівні 1% від ВВП, а загальна сума витрат повинна бути чітко опублікована

* НТІ – наука, технології та інновації

**НТП – наукова, технологічна та інноваційна політика

Джерело: сформовано автором на основі [85–89]

Таблиця А.32

Наскрісні (конвергентні) технології для підвищення конкурентоспроможності промисловості та реалізації адресної політики (Всеохоплююча стратегія з питань науки, технологій та інновацій «Міст інновацій для створення майбутнього» на період до 2030 р., (рішення Кабінету Міністрів Японії від 24.06.2014 р.)

Наскрісні технології	Перспективи змін адресної політики з розвитку основних технологій				
	Основні технології, над якими будуть працювати	Приклади ключових технологій	Заходи, які будуть запропоновані для просування ключових технологій	Заходи щодо зміцнення конкурентоспроможності промисловості для змін адресної політики (цілі, що повинні бути досягнуті до 2030 р.)	Пов'язані наслідки від політики змін
1	2	3	4	5	6
<p>I. Інформаційно-комунікаційні технології (в тому числі штучний інтелект)</p>	<p>1.1. Створення знань, що сприятимуть соціально-економічному розвитку</p>	<p>1.1.1. «Технологія інформаційної безпеки», яка реалізує процес безпечного управління інформацією і точної перевірки автентичності; 1.1.2. «Складні мережеві технології», які реалізують високоефективний, із низьким енергоспоживанням та великої місткості зв'язок, а також стійкі до впливу стихійних лих, гнучкі інноваційні пристрої, обладнання та методи комунікації, що автоматично вибирають відповідний маршрут передачі даних; 1.1.3. «Технології аналізу великих масивів даних», які включають в себе використання високоефективних обчислювальних систем типу HPC16 (необхідних для проведення фундаментальних досліджень і аналізу геному) для аналізу даних і для з'ясування складних явищ;</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ розробка демонстраційного середовища; ▪ міжнародна стандартизація та міжнародна експансія зі стадії розвитку технології; ▪ поліпшення суспільного визнання, в тому числі захисту персональної інформації; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ становлення нейромаркетингу, який допомагає представити продукцію, що відповідає смаку споживача або надає певні переваги; ▪ створення профілактичної медичної допомоги, яка також охоплює психічні розлади, як оцінювальної частини людського розуміння інформації, що надходить від мозку; ▪ поліпшення здатності переносити фізичне навантаження і збільшення розумової здатності шляхом нейронного зворотного зв'язку 	<p>покращення здоров'я і довголіття</p>
				<ul style="list-style-type: none"> ▪ створення до 2020 р. добре продуманої технології захисту інформації, яка здатна належним чином реагувати на ситуації, що швидко змінюються; 	<p>покращення здоров'я і тривалості життя, а також інфраструктури</p>

Продовження табл. А.32

1	2	3	4	5	6
	<p>1.2. Підтримка з боку навколишнього середовища людей, що беруть участь у соціальній діяльності</p>	<p>1.1.4. «Технологія обробки інформації мозком», яка спроможна глибоко читати психіку людини від її підсвідомої пізнавальної інформації та посиляє зворотний зв'язок до її поверхневої свідомості</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ встановлення правил і систем із заохочення використання цих технологій; ▪ розвиток людської спільноти, що знаходить значення в різних видах даних, та ви користання їх для прийняття рішень у реальному суспільстві 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ створення мережі забезпечення функціональними можливостями, здатної встановити термін дії для існування інформації таким чином, щоб інформація, яка не потрібна більше окремії особі, зникала; ▪ реалізація всіх видів послуг, що відповідають за переваги і бажання індивідуума, за допомогою точної персональної системи аугментифікації; ▪ здійснення швидкого реагування на ситуації на місці катастрофи шляхом обробки та передачі інформації в реальному масштабі часу 	<p>наступного покоління</p>
	<p>1.2. Підтримка з боку навколишнього середовища людей, що беруть участь у соціальній діяльності</p>	<p>1.2.1. «Технологія підтримки комунікацій», яка включає в себе багатомовне розпізнавання голосу і переклад (щоб допомогти людям подолати мовний і культурний бар'єр), обробку знань, розуміння сенсу в природній мові, мові жестів, рухів і стану здоров'я, людський інтерфейс (для представлення інформації в зручній для розуміння манері), а також робототехніку для забезпечення фізичної допомоги;</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ міжнародна стандартизація та міжнародна експансія зі стадії розвитку технологій; ▪ поліпшення суспільного визнання, в тому числі захисту персональної інформації; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ створення управління пристроями, яке можуть бути легко здійснено за допомогою голосу або головного мозку; ▪ створення управління медичними даними на основі хмарних обчислень, використовуючи пристрої, що носяться в тілі, і які дозволяють завжди стежити за станом здоров'я зсередини тіла; ▪ створення постійної підтримки зв'язку для надання медичної допомоги та послуг людям із різними культурами, різними мовами, і / або різних типів неявиких знань 	<p>покращення здоров'я і тривалості життя, а також інфраструктури наступного покоління</p>

Продовження табл. А-32

1	2	3	4	5	6
		<p>1.2.2. «Віртуальна комунікаційна технологія», яка включає в себе високу точність, запис високої чутливості, аналіз і передачу кількох сенсорних послань для подолання бар'єра відстані, візуалізацію і відтворення сенсорних стимулів на рівні, який змушує людей відчувати їх практично в реальному масштабі, а також застосування усього вказаного для дистанційної охорони здоров'я, освіти та роботи;</p> <p>1.2.3. «Технологія невеликих пристроїв», що зменшує розміри датчиків і батарей, сприяє бездротовому зв'язку, а також підвищує ефективність енергоспоживання, щоб реалізувати пристрої, які носяться в тілі, заради підтримки окремих осіб в будь-якому живому середовищі і реалізації високого рівня безпеки</p>	<ul style="list-style-type: none"> встановлення правил і систем для заохочення використання 	<ul style="list-style-type: none"> використання місцевої технології виробництва і реалізація нового досвіду освіти в умовах спілкування з реальними відчуттями, яка ламає бар'єр відстані 	розвиток місцевих ресурсів
1.3. Більш складні інфраструктури та мережі для надання нового значення		1.3.1. «Технологія пристроїв зондування», яка реалізує інноваційну інтегральну схему, що не вимагає живлення в режимі очікування, а також автономний вузол датчиків у сенсорній мережі низької вартості, пасивні високоєфективні пристрої з обома функціями зондування і комунікації;	міжнародна стандартизація та міжнародна експансія зі стадії розвитку технології	<ul style="list-style-type: none"> реалізація проекту «розумне місто» шляхом розробки системи хмарних обчислень для регіонального управління енергоспоживанням 	розвиток енергетики й інфраструктури наступного покоління

Продовження табл. А-32

1	2	3	4	5	6
II. Нанотехнології	2.1. Розробка систем і пристроїв наступного покоління для реагування на нові соціальні потреби	1.3.2. «Технологія моделювання реального світу», яка реалізується в реальному часі й у віртуальному просторі за допомогою системи позиціонування високої точності, а також пристрій для зберігання і обробки великих обсягів даних на високій швидкості, складне програмне забезпечення для надійної та енергоефективної роботи різноманітних і складних систем, системної архітектури для просування найбільш підходящої комбінації з них; 1.3.3. «Технологія зондування і розпізнавання» для створення можливостей щодо розпізнавання і дій, що перевищують можливості людини в реальному світі високої швидкості і ефективного зондування, обробки та високошвидкісної передачі даних з використанням ієрархічної паралельної розподіленої обробки, а також складної обробки інформації, такої як динамічна обробка, та прогнозного аналізу широкого спектра інформації		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Підвищення ефективності соціальної системи, створення нових галузей промисловості, а також реалізація «кіберфізичної системи», яка робить свій внесок у підтримку громадянського життя в багатьох аспектах; <ul style="list-style-type: none"> ▪ створення точкової інформаційної служби передачі шляхом досягнення покриття позиціонування з точністю до декількох десятків сантиметрів; ▪ створення різних прикладних систем, в яких функціональні можливості пізнання і функціональність злігті 	<p>розвиток інфраструктури наступного покоління</p> <p>покращення здоров'я і довголіття</p>
	2.1. Розробка систем і пристроїв наступного покоління для реагування на нові соціальні потреби	2.2.1. «Конструкційні матеріали», в тому числі метали, смола, композиційні матеріали та вуглецеві матеріали, які відповідають жорстким вимогам забезпечення високої міцності, малої ваги і теплостійкості;		<p>просування і розповсюдження систем доставки лікарських засобів при різних захворюваннях</p>	<p>розвиток енергетики, інфраструктури наступного покоління та місцевих ресурсів</p>

Продовження табл. А-32

1	2	3	4	5	6
	<p>2.2. Розробка матеріалів, що реалізують нові функціональні можливості</p>	<p>2.2.2. «Інноваційні каталізатори», які забезпечують революцію зі сланцевим газом і дають змогу вирішувати екологічні й енергетичні проблеми; 2.2.3. «Нановуглецеві матеріали» як посилення технологічного розвитку для практичного використання і розгортання виробництва розроблених матеріалів; 2.2.4. Заходи з просування базових технологій, необхідних для розробки матеріалів. Зокрема, «базові технології», що підтримують нанотехнології, такі як наномодельовання та створення баз даних, вимірювання, аналіз, оцінка; механічна обробка, інформатика з питань створення матеріалів; 2.2.5. Нові підходи, які одержали увагу в останні роки, включають в себе «технології інтеграції» між різними областями знань, технології молекулярного дизайну, гібридних сполук, простору й управління структурою прогалін і самовідновлення функціональності. Технологічний розвиток, що використовує ці інноваційні підходи для створення матеріалів і застосовує їх на практиці, може створити масивний мультимілікардний ефект наскрізного характеру;</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ забезпечення соціальної прийнятності (системи оцінки та контролю безпеки матеріалів, розробка стандартів); ▪ розбудова платформи у складі Центру досліджень і розвитку і Загального центру для розвитку людських ресурсів, підбору персоналу, просування безперервних досліджень; ▪ створення систем для передових великомасштабних науково-дослідних установ, таких 	<p>розробка високо біосумісних конструкційних матеріалів для живих організмів</p> <p>усвідомлене звільнення від обмеження ресурсів шляхом заохочення використання технологій, пов'язаних із заміною рідкісних елементів і утилізації</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ створення інноваційних конструкційних матеріалів, що сприяють зміцненню літальних апаратів і генераторів у різних галузях; ▪ створення високошвидкісних, з низьким енергоспоживанням транспортних засобів наступного покоління із використанням легких, високоміцних конструкційних матеріалів; ▪ сприяння використанню інноваційних каталізаторів, які допомагають ефективно виробляти енергію і хімічні продукти зі сланцевого газу; ▪ комерціалізація нановуглецевих матеріалів; ▪ розробка технологій для створення матеріалів із новими функціональними можливостями на основі з'ясування механізму вираження властивостей 	<p>покращення здоров'я і довголіття</p> <p>розвиток енергетики</p> <p>розвиток енергетики й інфраструктури наступного покоління</p>

Продовження табл. А-32

1	2	3	4	5	6
<p>III. Технології навколишнього середовища</p>	<p>3.1. Моніторинг внеску в реалізацію сталого суспільства і його застосування</p>	<p>2.2.6. Розвиток технології збору й обробки шкідливих відходів (фабрики стічних вод, викидів вихлопних газів і викидів під час виробництва нових матеріалів)</p> <p>3.1.1. «Технології прогнозування і моніторингу навколишнього середовища і зміни клімату на Землі», які включають в себе базу технологію одержання екологічної інформації про Землю і розробляються на основі таких технологій, як технологія спостереження з використанням супутників, а також прогнозних технологій на основі аналізу даних спостережень і їх результатів.</p> <p>3.1.2. Повинні бути поліпшені такі технології, як технології датчиків для спостереження Землі та зміни клімату, технології моделювання і прогнозування, технології вимірювання та оцінки інформації про навколишнє середовище Землі з високою точністю і високою роздільною здатністю.</p> <p>Орієнтовані на користувача операції з даними повинні виконуватися дослідниками в кожній області і компаніями шляхом інтеграції даних спостереження Землі з різними даними вимірювання</p>	<p>як супер-ЕОМ «К-комп'ютер» і «Spring-8»</p> <p>Уряд повинен допомогти компаніям:</p> <ul style="list-style-type: none"> у плануванні безперервності бізнесу, пов'язаному з природними ризиками; у скороченні і поглибленні викидів парникових газів і оцінки їх впливу на здоров'я людини й екосистеми; у розвитку громад з урахуванням стану та захисту навколишнього середовища; у контролі за виробництвом продуктів харчування 	<p>матеріалів, а також комерціалізація матеріалів з новими функціональними можливостями</p> <p>створення чистої і економічної енергетичної системи за рахунок розширення використання поновлюваних джерел енергії</p> <p>створення здорового суспільства із активним способом життя літніх людей шляхом зниження ризиків для здоров'я</p> <p>реалізація розвитку суспільства з урахуванням навколишнього середовища</p> <p>створення належного контролю за виробництвом продуктів харчування і належного захисту місцевих ресурсів, таких як охорона лісів</p>	<p>розвиток енергетики</p> <p>покращення здоров'я і довголіття</p> <p>розвиток інфра-структури наступного покоління</p> <p>розвиток місцевих ресурсів</p>

Закінчення табл. А.32

1	2	3	4	5	6
	<p>3.2. Переробка ресурсів, що сприяє сталому зростанню</p>	<p>3.2.1. «Технології переробки ресурсів», які виробляють товари з високою доданою вартістю з обмежених ресурсів, такі як технологія оцінки властивостей матеріалів і технології відбору і поділу матеріалів для вторинної переробки;</p> <p>3.2.2. Повинні одержати подальший розвиток системи управління і збору використаних продуктів і відходів, які містять придатні для вторинної переробки і дуже шкідливі речовини, такі як електричне й електронне обладнання; технології для ефективної обробки відходів, що утворюються в процесі розвитку ресурсів і обробки матеріалів; а також оцінка та методи контролю на основі наукових знань за хімічними речовинами, які мають ризик для навколишнього середовища.</p> <p>3.2.3. Повинно забезпечуватися комплексне управління водними ресурсами з використанням ІКТ, технології мембран для очищення води, а також ефективне використання водних ресурсів в районах, де є серйозне забруднення навколишнього середовища</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ створення пражової системи передачі технології у практику або заохочення їх використання; ▪ створення міжнародної основи на стадії розробки технологій, а також проведення міжнародної стандартизації і міжнародної експансії 	<p>створення інфраструктури суспільства, що базується на вторинному використанні та переробці</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ сприяння заходам із підвищення продуктивності ресурсів; ▪ розвиток регіональних галузей за рахунок використання місцевих ресурсів 	<p>розвиток інфраструктури наступного покоління</p>

Джерело: сформовано автором на основі [91, с. 67–84]

Таблиця А-33

Напрями досліджень конвергенції технологій в рамках Об'єднаних інститутів конвергенції технологій Південної Кореї (AIST) та афілійованих науково-технологічних центрів

Інститути, що складають AIST		Науково-технологічні центри, що афілійовані з Інститутами	
Назва інституту	Напрями досліджень конвергентних технологій	Назва центру	Напрями досліджень конвергентних технологій
1	2	3	4
1. Інститут Наноконвергенції (Institute of Nano Convergence, INC)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ дослідження світлодіодів, які можуть забезпечити максимальну ефективність використання енергії; ▪ вивчення органічних сонячних батарей; ▪ секвенування генома наступного покоління; ▪ дослідження наноматеріалів, які можуть мати біомедичні застосування 	<p>НТЦ енергетичних напівпровідників (Energy Semiconductor Research Center, ESRC)</p> <p>НТЦ нанобіоконвергенції (Nano-Bio Convergence Research Center, NBCRC)</p> <p>НТЦ переробки CO₂ (CO₂ Recycling Research Center, CRRC)</p> <p>НТЦ інновацій для екологічно чистих батарей (Green Battery Innovation Research Center, GBIRC)</p> <p>НТЦ конвергенції медичних імплантів (Biomedical Implant Convergence Research Center, BICRC)</p>	<p>Розробка різноманітних пристроїв, пов'язаних з енергетикою (наприклад, світлодіодів, сонячних елементів, пієзоелектричних пристроїв і вторинних елементів), а також технологій зі створення умов для ефективної генерації, використання та зберігання енергії</p> <p>Дослідження з діагностики та лікування з використанням нано- і біотехнологій, таких як біоелектроніка, нанооптика, MEMS, наноматеріали для введення ліків, високочутливі діагностичні молекулярні сенсори</p> <p>Вивчення шляхів зменшення CO₂ з використанням морських організмів, дослідження з підбором оптимальних і надійних видів харчового ланцюга морських мікроводоростей і найпростіших, а також створення і застосування системи без викидів CO₂ з використанням морських організмів та їх біомаси</p> <p>Розробка промислової електричної технології майбутнього; передових екологічно чистих технологій для електричних батарей на основі конвергентних нанотехнологій; зберігання енергії і електричних технологій, а також екологічних інженерних технологій</p> <p>Розробка нових біомедичних матеріалів / пристроїв з розширеними функціями за допомогою комбінації мультидисциплінарних підходів; поліпшення якості життя і сприяння національній конкурентоспроможності</p>

Продовження табл. А.33

1	2	3	4
<p>2. Інститут Біоконвергенції (Institute of Bio Convergence, IBC)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ виявлення біомаркерів для діагностики нових захворювань; ▪ використання технології нанозображень як джерела нового розвитку фармакології; ▪ персоналізована терапія за допомогою систем харчової медицини; 	<p>НТЦ нановізуалізації терапії (Nano Imaging and Therapy Research Center, NITRC)</p> <p>НТЦ інновацій наночастинок (Nanoparticle Innovation Research Center, NIRC)</p> <p>Центр конвергенції для багатомасштабних досліджень (Convergence Center for Multiscale, CCM)</p>	<p>в т біомедичних технологіях охорони здоров'я шляхом сприяння своєчасному впровадженню недавно розроблених біомедичних матеріалів / пристроїв у промисловість</p> <p>Проведення багатомасштабних досліджень процесів по візуалізації захворювань з використанням нанотехнологій і наночастинок, а також для лікування від піпертермії, наркотиків і доставка генів</p> <p>Синтез нових наноматеріалів для медико-біологічних досліджень, пов'язаних з екологічними і енергетичними застосуваннями</p> <p>Центр передового досвіду в області розробки інноваційних матеріалів і пристроїв на основі аналізу багатомасштабного моделювання</p>
		<p>НТЦ біомолекулярної обробки зображень та інноваційного розвитку лікарських засобів (Center for Nanomolecular Imaging and Innovative Drug Development, CNIIDD)</p> <p>НТЦ Нано Примо (Nano Primo Research Center, NPRC)</p> <p>Центр швидкої персоналізованої медицини харчових терапевтичних систем (Emergence Center for Personalized Food-Medicine Therapy System, ECFPMTS)</p>	<p>Розробка та впровадження наномолекулярної технології візуалізації з метою допомоги розробникам наркотичних препаратів підвищити якість і ефективність досліджень і розробки лікарських засобів</p> <p>Створення карти третьої системи кровообігу, Ргіто судинної системи (ПВС). Для цього необхідне вивчення впливу на них стовбурових клітин і гормонів, їх ставлення до таких захворювань, як рак і ожиріння, і таких їх застосувань, як доставка ліків або корейська медицина</p> <p>Вивчення процесів збільшення очікуваної тривалості життя до 100 років шляхом створення індивідуалізованих систем оздоровчого догляду на основі передових конвергентних технологій, поряд з розвитком добавок для загального здоров'я, косметичних продуктів і лікарських препаратів на основі традиційної східної медицини</p>

Продовження табл. А-33

1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ медико-інформаційні конвергентні технології 	<p>НТЦ конвергенції медицини і ІТ (Center for Medical-IT Convergence Technology Research, CMITCTR)</p>	<p>Створення науково-дослідної платформи для інтеграції інформації багатомасштабного зображення в діапазоні від клітинного, гістологічного, на рівні органу або всього тіла, а також даних зображень населення. Така інтеграція необхідна для забезпечення всебічного розуміння складних взаємодій між різними верствами біологічних систем. Завдяки недавню введенню цифрової системи визначення патології дані мультиспектрального зображення патології з усього слайда в кількісному цифровому форматі можна буде ефективно порівнювати або інтегрувати з інформацією зображення уже представленої медичної візуалізації. Використання такої сучасної інтегрованої цифрової технології визначення патології, а також платформи рентгенологія-ІТ дозволить розширити конвергенцією наших можливостей для забезпечення кращої діагностики та / або лікування</p>
		<p>НТЦ конвергенції для функціональних продуктів рослинного походження (Convergence Research Center for Functional Plant Products, CRCPPP)</p>	<p>Застосування конвергенції технологій рослинних ресурсів; виведення біології рослин і біотехнології на абсолютно новий рівень. Спеціалізуючись на виробництві функціональних натуральних продуктів для використання в медицині, біоенергетиці, функціональних харчових продуктах і косметичних засобах, НТЦ прагне стати провідною групою і зразком успіху для спільних досліджень між науково-дослідними інститутами та підприємствами</p>
<p>3. Інститут інтелектуальних систем (Institute)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ розробка нового покоління інтелектуальних автомобілів 	<p>НТЦ платформа інтелектуальних транспортних засобів (The Intelligent Vehicle Platform Center, IVPC)</p>	<p>Через поєднання промисловості, університетів та АІСТ зосередження на розробці ІКТ та автономної технології навігації для перебудовування персональної smart-платформи мобільності на основі модуля</p>

Продовження табл. А.33

1	2	3	4
for Smart System, ISS)	<p>і електричних транспортних засобів;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ створення хірургічних роботів і реабілітаційних роботів для людей похилого віку й інвалідів; ▪ дослідження в області оцифрування рухів людського тіла 	<p>НТЦ конвергенції досліджень з робототехніки (Center for Convergence Research on Robotics, CCR)</p> <p>НТЦ цифрових досліджень людини (Digital Human Research Center, DHRC)</p> <p>Інтелектуальний центр даних (Intelligent Datacenter Research Center, IDRC)</p>	<p>Розвиток медичної реабілітації, створення помічника і оплюднених роботів, що сприяє сталому розвитку людського суспільства через різні дослідження конвергенції, а отже, сприяє придбанню прав інтелектуальної власності та комерціалізації результатів наукових досліджень</p> <p>Для створення першокласних послуг людині DHRC розробляє технології відтворення руху, зокрема, це стосується біоімітації, інформатики, анімації, медицини, робототехніки, індивідуальної ідентифікації, біоінформації і природних рухів роботів</p> <p>Проведення досліджень і розробок на високопродуктивній і високопродуктивної комп'ютерної техніки та програмного забезпечення, які дозволяють використовувати середовище хмарних обчислень і обробляти великі масиви даних</p> <p>Глобальне потепління і дефіцит енергії штовхають промисловість до впровадження чистих і інноваційних технологій. Існуюча енергосистема потребує еволюціонування до нової Smart Grid з конвергенцією ІКТ-інфраструктури. SGRC проводить різні заходи, науково-дослідницькі й освітні програми в області екологічно чистої енергії та впровадження глобальної ініціативи Smart Grid з передовими та інноваційними ідеями в області технологічної конвергенції</p> <p>Вивчення шляхів, як збагатити зміст освіти та кінетичних / медіа-технологій із застосуванням інтерактивних медіа-арт технологій для виставок, вистав і громадських проєктів, а також розробка стандартної відкритої платформи типізованого апаратного та програмного забезпечення</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ дослідження з об'єднання технологій з різних дисциплін, які включають в себе інтерактивні технології медіа- 	<p>НТЦ розумний грид (Smart Grid Research Center, SGRC)</p> <p>Центр інтерактивних медіа-мистецтв і технологій (Center for Interactive Media Art and Technology, CIMAT)</p>	

Продовження табл. А.33

1	2	3	4
<p>4. Інститут трансдисциплінарних досліджень (Institute of Transdisciplinary Studies, ITS)</p>	<p>мистецтва, освітніх і медичних ігор;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ конвергенція змісту та зближення гуманітарних і соціальних наук; ▪ дослідження і аналіз загальнодоступних даних; ▪ розуміння методів, які призводять до конвергенції ІКТ-людина 	<p>HTЦ конвергенція ігор і ЗМІ (Game Convergence Media Research Center, GCMRC)</p> <p>Центр людства і технологій (Humanity and Technology Center, HTC)</p> <p>HTЦ суспільних даних (Public Data Research Center, PDRC)</p> <p>HTЦ пов'язаних даних (Linked Data Research Center, LDRC)</p> <p>HTЦ технології управлінських рішень (Technology Management Solution Center, TMSC)</p> <p>Центр конвергентних технологій національної безпеки (Convergence Technology Center for National Security, CTCNS)</p>	<p>Вивчення різних умов впровадження ігор, сконфігурованих із використанням активності руху, окремих датчиків і смарт-медіа; дослідження по конвергентному ігровому контенту, що може бути функціонально застосований до різних областей, наприклад, до освіти та медицини</p> <p>Виступає як центр конвергенції досліджень на гуманітарно-соціальній основі; відеоігри провідну роль в організації конференцій для національних дослідників конвергенції; допомагає поширювати дослідження конвергенції шляхом розробки цифрового контенту досліджень конвергенції та їх завантаження на веб-сайті (http://hat.re.kr)</p> <p>Вивчення можливостей узагальнюючих вилучень знань з даних з використанням методів і теорій з багатьох областей, в тому числі баз даних, інтелектуального аналізу даних, машинного навчання, штучного інтелекту, веб-науки і паралельних обчислень</p> <p>Оптимізація значення даних: знаходження менш точних даних, а не пошук за ключовими словами, інтеграція пов'язаних даних і рекомендаційних систем сприяють і збільшення повторного використання існуючих даних</p> <p>Використання як загального постачальника рішення для підвищення конкурентоспроможності малих і середніх підприємств; фокусування на вирішенні проблем на основі програм навчання для керівників, а також розвитку процесів на основі технології бізнес-стартапів, а також розробки інструментів для наукових досліджень і розвитку бізнесу і комерціалізації науково-технічних досліджень</p> <p>Створення Кореї з сильною національною безпекою шляхом розширеного моніторингу лих та управління системою конвергенції сучасних технологій і соціальних наук</p>

Зпкінчення табл.Д.33

1	2	3	4
		НТЦ мистецтва / науки конвергенції (Art/Sci Convergence Research Center, Art/Sci CRC)	На основі художньої творчості, гуманістичної уяви та наукового розуміння Art/Sci CRC проводить міждисциплінарні дослідження з таких предметів, як емоційний дизайн, творче навчання і т.д.; дослідження у різномірних академічних областях, таких як філософія, образотворче мистецтво, когнітивна неврологія, інформаційні та медіа-технології і т. д.

НТЦ – науково-технологічний центр.

Джерело: сформовано автором на основі [95]

Таблиця А.34

Пріоритетні тематики фундаментальних досліджень у 15 ключових напрямках Національної програми фундаментальних досліджень Китаю (National Basic Research Program (973 Programs), NBSR) на період 2006–2020 рр.

Глобальна проблема	Ключовий напрямок	Пріоритетна тематика досліджень
1 Депопуляція і старіння населення	2	3 <ul style="list-style-type: none"> ▪ фундаментальні дослідження імунної відповіді, імунної регуляції та пов'язаних імунних захворювань; ▪ патофізіологічний механізм метаболізму жирів і ожиріння; ▪ біологічні основи старіння органів і захворювання, пов'язані з віком; ▪ фундаментальні дослідження про патогенез старечого недоумства та клініки; ▪ патогенез і лікування серцевої недостатності або аритмії; ▪ мітохондріальна дисфункція та її патогенетичні механізми та стратегії втручання; ▪ екологічний і генетичний механізм раку; ▪ нейробиологія депресії; ▪ теми теорії китайської медицини; ▪ важливі основні теми досліджень інфекціоністів
Нестача продовольства, вичерпання сировини та палива	2. Сільське господарство	<ul style="list-style-type: none"> ▪ дослідження молекулярного механізму відтворення, розвитку та підвищення ефективності використання гетерозису основних сільськогосподарських культур; ▪ дослідження молекулярного механізму формування та регулювання відтворення жирних кислот і спеціальних поживних речовин; ▪ дослідження культур, молекулярної основи процесу старіння, регулювання врожайності і покращення якості ознак; ▪ генетичні механізми відтворення сільськогосподарських тварин і покращення виробничих характеристик; ▪ фундаментальні дослідження безпечного й ефективного вирощування сільськогосподарських тварин; ▪ фундаментальні дослідження з підвищення продуктивності пасовищ, сільськогосподарських водних ресурсів та ефективного використання поживних речовин; ▪ механізм комплексного управління сільським і лісовим господарством, біологічні засоби боротьби зі шкідниками; ▪ дослідження біологічної утилізації грибка, профілактика та боротьба з патогенними грибами

Продовження табл. А-34

1	2	3
	<p>3. Ресурси та навколишнє середовище</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ типові ознаки гідротермальної активності та механізми мінералізації; ▪ дослідження на Північному Китаї орогенного поясу структурного композиту та великомасштабної мінералізації; ▪ екологічні та гідрологічні процеси, механізми і регулювання життя та стабілізування піску; ▪ характеристики, наслідки та контроль за забрудненням навколишнього середовища важкими металами; ▪ моніторинг, еволюційний механізм і методи прогнозування жорстких конвективних метеорологічних систем; ▪ зміна структури, механізм, наслідки та заходи протидії посухам і повеням в Китаї в контексті глобального потепління; ▪ регулювання, механізм швидкого регулювання і модель прогнозування верхнього шару океану; ▪ вплив меліорації морів / озер на водно-болотні угіддя і прибережне екологічне середовище та ресурси, а також пов'язані з ними заходи
<p>Нова енергетика екологічні проблеми</p>	<p>4. Енергетика</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ попередження геологічних лих у видобутку вугілля, екології та охороні навколишнього середовища; ▪ фундаментальні дослідження щодо ефективного розвитку видобутку сланцевого газу; ▪ виробництво рідкого палива з високоякісної біомаси; ▪ управління енергоспоживанням і оперативне управління інтелектуальною мережею; ▪ дослідження з основних питань, пов'язаних з ефективною утилізацією тепла промислових відходів; ▪ ефективне й екологічно чисте перетворення теплової енергії в енергетичному машинобудуванні; ▪ формування і контроль ультратонких частинок шкідливих речовин, що утворюються при спалюванні вихлопного палива; ▪ основи теорії, пов'язаної з геофізикою глибоких нафтових і газових пластів
	<p>5. Інформаційні технології</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ дослідження нових оригінальних інформаційних пристроїв з важливими перспективами застосування; ▪ дослідження фотонного й електронних приладів і технології для економії енергії та захисту навколишнього середовища; ▪ теоретичне дослідження й узгодження співпраці елементів інтелектуальної мережі; ▪ теорія передачі та методи багатомірних ресурсів і нового прикладного середовища; ▪ основи теорії і методи обробки інформації китайською мовою, а також при роботі в інтернет-середовищі ▪ нові теорії розрахунку та методи сприйняття і пізнання; ▪ дослідження з безпеки паролів в мережевому середовищі; ▪ фундаментальні дослідження з аналізу соціальних мереж і поширення інформаційної мережі

Продовження табл. А.34

1	2	3
<p>Уповільнення науково-технічного прогресу</p>	<p>6. Нанотехнології</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ основні наукові питання створення наноматеріалів; ▪ точна підготовка, контрольована збірка та функціональна інтеграція наноматеріалів; ▪ нові методи обробки та визначення характеристик наноматеріалів і структур; ▪ нове покоління виготовлення нанопристроїв, їх інтеграції та підвищення продуктивності; ▪ біомедичні наноматеріали з технологією виявлення значущих захворювань; ▪ нові препарати на основі нанотехнологій; ▪ енергетичні нанотехнології, матеріали та технології застосування; ▪ екологічні наноматеріали та технології; ▪ нанорозмірні матеріали та пристрої для нових стратегічних галузей промисловості; ▪ наноматеріали та технології для просування у традиційну промисловість оптимізації, модернізації та енергозбереження; ▪ масштабована підготовка та оцінка наноматеріалів і пристроїв
	<p>7. Дослідження квантового управління</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ квантові обчислення на основі твердотільного кубіта; ▪ характер і регулювання холодних атомів і дипольних квантових газів; ▪ поперечно замовлені квантові явища та їх сфера регулювання; ▪ регулювання спина електрону, долини та інших внутрішніх ступенів свободи в нових квантових матеріалах; ▪ твердотільні квантові пристрої та схеми; ▪ регулювання електронного заряду і спина в молекулярній системі; ▪ регулювання молекул, атомів, електронів за надшвидким оптичним полем; ▪ фотонно-електронний стан зв'язку і регулювання як фактор високої якості мікрорезонатора
	<p>8. Білки (протеїни)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ структурно-функціональні взаємодії важливих білкових комплексів; ▪ структура та функції мембранного білка; ▪ фізіологічна та патологічна діяльність протеому; ▪ нові технології та нові методи вивчення білків; ▪ регулювання білкового перетворення і модифікації;

Продовження табл. А.34

1	2	3
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ регулюючі механізми важливих білків, пов'язаних із розвитком пухлини; ▪ функції та механізм важливого білка метаболічного процесу регулювання; ▪ мережі взаємодії білка та функціональні дослідження
	<p>9. Розвиток і відтворення</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ клітинні та молекулярні основи розвитку тканин; ▪ молекулярні механізми розвитку органів літніх людей або регенерації; ▪ молекулярні механізми розвитку тканини ненормального органу; ▪ молекулярні мережі, контролюючі механізми розвитку рослин життєво важливих органів, запліднення; запліднення; ▪ регулюючий механізм початкового визначення клітинних доль паростку і гонад розвитку; ▪ складні генетичні й епігенетичні регулювання сперматогенезу ▪ молекулярні механізми дозрівання ооцитів і раннього ембріонального розвитку; ▪ молекулярна асоціація гормональних, метаболічних порушень із факторами навколишнього середовища та порушенням репродуктивної функції
	<p>10. Дослідження стовбурових клітин</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ розвиток імунології стовбурових клітин; ▪ основна біологія ракових стовбурових клітин; ▪ спрямоване диференціювання плюрипотентних стовбурових клітин і його механізм; ▪ молекулярний механізм перепрограмування клітин; ▪ молекулярна ідентифікація стовбурових клітин на основі сквища маркерів стовбурових клітин; ▪ стовбурові клітини та механізм взаємодії з мікросередовищем; ▪ методи та механізми клітинної терапії основних хвороб; ▪ основа стовбурових клітин, які лікують захворювань зорової системи, а також клінічні трансляційні дослідження
	<p>11. Комплексні міждисциплінарні науки</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ багатопрофільні дослідження по темах, пов'язаних з розробкою повітряних суден; ▪ раннє попередження, запобігання та контроль великих катастроф і загроз громадській безпеці; ▪ спостереження за поверхнею Землі, навігація і позиціонування; ▪ інжиніринг міського та міжміського мережевого трафіку; ▪ важливі наукові проблеми в галузі енергозбереження;

Продовження табл. А.34

1	2	3
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ синтетична біологія; ▪ інжиніринг «зелених» хімічних і біологічних хімічних процесів; ▪ міждисциплінарні дослідження в галузі біологічних наук і біотехнології
	<p>12. Головні наукові прориви</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ передові наукові дослідження, проведені в рамках великих національних наукових проєктів; ▪ передові наукові дослідження, проведені в рамках великих міжнародних проєктів співпраці; ▪ інші передові міждисциплінарні наукові дослідження, що дозволять, як очікується, досягти великих проривів
	<p>13. Матеріали</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ дослідження світловипромінюючих матеріалів і пристроїв для використання у оптичних сполучень кремнієвих чипів; ▪ низька вартість, висока пластичність легких і високоцінних матеріалів з магнієвого сплаву; ▪ наукові основи синтетичних мастильних матеріалів, зменшення тертя і економія енергії; ▪ дослідження нових ключових матеріалів для виробництва енергій; ▪ фундаментальні дослідження з чистого йі ефективного використання складних багатокомпонентних металевих мінеральних ресурсів і нетрадиційних ресурсів; ▪ оптико-функціональні матеріали на основі впорядкованої мікроструктури; ▪ корозія структур і захист матеріалів в морському середовищі; ▪ висока ефективність звукофункціональних матеріалів
	<p>14. Виробничі й інженерні науки</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ лідируючі конструкції обладнання, виробництво, експлуатація та управління; ▪ виготовлення високоєфективних деталей / компонент; ▪ багатомасштабні точні виготовлення і мікро-нано-виробництва; ▪ інтелектуальне обладнання та біонічне виробництво; ▪ основні питання, пов'язані з проектуванням, будівництвом і експлуатацією мегаінженерного проєкту поливної води, морської, транспортної інфраструктури; ▪ безпека всього життєвого циклу великих інженерних споруд та інженерних систем; ▪ екологічно чистий і сталий розвиток великих проєктів; ▪ моделювання та верифікація для виробництва й інженерних наук

Закінчення табл. Д.34

1	2	3
	<p>15. Дослідження глобальних змін</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ багатомасштабні зміни морських процесів, механізми та прогнозованість; ▪ розрахункові ефекти динаміки морського азоту й атмосферних матеріалів; ▪ розвиток Потепління і Системи азійських мусонів за останні 2000 років; ▪ кліматичні ефекти хмар і аерозолів; ▪ спільна еволюція наземних екосистем, клімату навколишнього середовища й ерозії ▪ дослідження континентального вивітрювання; ▪ ключові типи: «епіконтинентальні елементи» глобальних змін; ▪ вивчення взаємодії земля-море; ▪ модель вуглецевого циклу

Джерело: сформовано автором на основі [100]

Таблиця А-35

Передові (проривні) технології і перспективні фундаментальні дослідження, що підтримуються в рамках Національної середньо- і довготермінової програми розвитку науки і технологій Китаю на 2006–2020 рр.

Група технологій / досліджень	Основні напрями розробок	Передова технологія / дослідження	Зміст і спрямування розробки
1	2	3	4
<i>І. Передові технології</i>			
Біотехнології	1. Дослідження в галузі геноміки і протеоміки – це провідні досягнення в галузі біотехнології в напрямку систематизованих досліджень. Секвенування геному та генетичний аналіз структури проводилися в напрямку функціональних геномних досліджень, а також виявлення та застосування функціональних генів.	1. Технологія цільової ідентифікації	Цільова ідентифікація важлива для розробки нових ліків, біодіагностики і біообробки. Зусилля мають бути спрямовані на вивчення масштабу ідентифікації ключових генетичних функцій і їх регуляторних мереж у фізіологічних і патологічних процесах, що дозволяє зробити прориви в техніці ідентифікації функцій хвороботворних генів, маніпуляції експресії, цільовому скринінгу, а також перевірки та виробництва інноваційного нового препарату від «гена до препарату»
	2. Ліки та тваринні препарати на основі спрямованого молекулярного проектування і будівництва стали важливим напрямком для усіх видів досліджень, пов'язаних з ліками	2. Виведення нових сортів рослин-тварин і технологія молекулярного дизайну лікарських засобів	Виведення видів рослин-тварин і технологія молекулярної розробки ліків складається з молекулярного докінгу, молекулярного моделювання і молекулярного конструювання на основі 3D-структур біомакромолекул. Пріоритетами повинні бути дослідження з вивчення білка і динамічного клітинного процесу, а також пов'язаними з ним біоінформаційному аналізу, консолідації та моделюванню. Розробка віртуальних видів рослин-тварин і технології розробки лікарських препаратів, технології моделювання росту видів рослин і тварин, інженерія фармацевтичного метаболізму, системи автоматизованого проектування композитних банків, синтезу та скринінгу
	3. Розробка і застосування передових біотехнологій, в тому числі біочипів, стовбурових клітин та тканинної ін-	3. Технології генних маніпуляцій і білкова інженерія	Технологія генних маніпуляцій є ключовою ланкою у використанні генетичних ресурсів. Білкова інженерія являє собою важливий засіб ефективного використання генетичних продуктів. Зусилля будуть зосеред-

Продовження табл. А-35

1	2	3	4
	<p>женерії, породжує серйозні прориви в діагностиці, терапевтичному лікуванні та регенеративній медицині.</p> <p>4. Критичні прориви необхідні в області функціонального геному, протеоміки, стовбурових клітин і терапевтичному клонуванні, тканинної інженерії, біокаталізу і конверсійних технологій</p>	<p>4. Технології інженерії людської тканини на основі стовбурових клітин</p>	<p>жені на розробці технологій для високоєфективної експресії і регуляції, структурування хромосом і позиціонування, дизайну і закладуванні генів білка і технології трансформації, декоруванні білково-пептидного ланцюга і технології реструктуризації, технології аналізу білкової структури та технології ізоляції і очищення білка</p> <p>Технології стовбурових клітин є процесом, який може бути використаний для розробки in-vitro стовбурових клітин, збирання різних тканин або клітини клінічно необхідних шляхом спрямованого індукованого диференціювання або ізоляції. Крім того, можна побудувати в пробірці людські органи для заміни, «ремонтну» та лікування. Пріоритетами повинні бути: розробка терапевтичної технології клонування, екстракорпоральне будівництво стовбурових клітин і спрямованої індукційної технології, будівництво в пробірці людських тканин і пов'язані з цим технології масштабового виробництва, кілька клітинних технологій на основі будівництва складних тканин людини, відновлення після дисфункції, а також технології виробництва</p>
Інформаційні технології	Оскільки інформаційні технології будуть продовжувати розвиватися в напрямку високої продуктивності і низької	<p>5. Нове покоління про-мислових біотехнологій</p> <p>6. Інтелектуальна сенсор-на технологія</p>	<p>Біокатализ і біотрансформації складають основне русло нового покоління промислової біотехнології. Пріоритетами будуть: розробка масштабової технології скринінгу для функціональних штамів, спрямованої технології модернізації біокатализатора, системні технології біокаталізу для масштабового промислового виробництва, екологічно чисті технології виробництва</p> <p>Дослідження будуть зосереджені на інтелектуальних технологіях обробки інформації та управління на основі біологічних особливостей і способу і розуміння природної мови, і зосереджені на людях,</p>

Продовження табл. А.35

1	2	3	4
	<p>вартості, то будуть поширюватися обчислення і інтелектуальний процес пошуку новаторських підходів до обчислювань і обробки інформації. Перетин і інтеграція з нанотехнологіями, біотехнологіями і когнітивною наукою (тобто конвергенція NBIC-технологій) буде стимулювати дослідження в області інформаційних технологій, які є орієнтованими на людину, на основі розуміння образів і природної мови, а також спроможності відрізняти біологічні характеристики, що в свою чергу буде заохочувати інноваційну діяльність у різних областях. Пріоритетами будуть: розробка недорогих однорангових мереж, індивідуалізованих інтелектуальних робіт і інтерактивні системи «людина-машина», вільних мереж передачі даних високої гнучкості та захищеності до атак, а також сучасні системи забезпечення інформаційної безпеки</p>	<p>7. Спеціальна технологія мережі</p> <p>8. Технології віртуальної реальності</p> <p>9. Інтелектуальні матеріали і конструкційні технології</p>	<p>на розробках систем обробки інформації для китайської мови, систематичних технологіях, пов'язаних з біологічною ідентифікацією характеристик, а також інтелектуальних транспортних систем</p> <p>Пріоритетами будуть: розробка технологій для спеціальних мобільних мереж, спеціальні обчислювальні мережі, спеціальні мережі зберігання і спеціальні сенсорні мережі, недорогі системи обробки інформації у реальному часі, інформаційна інтеграція з декількома датчиками, індивідуалізований інтерактивний інтерфейс, високошвидкісні до атаки мережі безкоштовних даних, передові системи інформаційної безпеки, а також спеціальна інтелектуальна система та персональні інтелектуальні системи</p> <p>Дослідження будуть зосереджені на технології інтеграції різних дисциплін, в тому числі електроніки, психології, кібернетики, комп'ютерної графіки, проектування баз даних, систем розподілу в режимі реального часу і мультимедійних технологій на додаток до вивчення технологій віртуальної реальності і пов'язаних з ними систем у суміжних областях, включаючи медицину, розваги, мистецтво, освіту, військову справу, а також управління виробництвом</p>
	<p>Технологія удосконалених матеріалів буде розвиватися у напрямку створення складових структурних функцій, інтелектуальних функціональних матеріалів, інтеграції матеріалів і компонентів, а також екологічно чистою</p>		<p>Інтелектуальні матеріали й інтелектуальні структури є інтелектуальними системами, які інтегрують датчики, управління і приводи (виконавчі засоби) та інші функції. Пріоритетами будуть: розробка технологій виробництва інтелектуальних матеріалів і їхньої обробки, інтелектуально-го проектування конструкції і виготовлення, ключового обладнання для моніторингу та контролю відмов</p>

Продовження табл. А-35

1	2	3	4
Технології удосконаленого виробництва	виробництва та застосування. Будуть зроблені зусилля в пошуках проривів у проектуванні, оцінці і характеристиці матеріалів для передових виробничих і переробних технологій. На основі досліджень в області нанонауки будуть розроблені наноматеріали і наноконпоненти, а також спеціальні функціональні матеріали, такі як надпровідникові матеріали, інтелектуальні матеріали, енергетичні матеріали, конструкційні матеріали із супервластивостями, а також нове покоління оптикоелектронних інформаційних матеріалів	10. Технології високо-температурної надпродуктивності 11. Технологія ефективних енергетичних матеріалів	Дослідження будуть зосереджені на нових високотемпературних надпровідних матеріалах і пов'язаних з ними технологіях виробництва, надпровідних кабелях, надпровідних двигунах, а також на підвищенні продуктивності надпровідних електричних пристроїв при вивченні ряду чутливих детекторних пристроїв, таких як надпровідні біомедичні елементи, високотемпературні надпровідні фільтри, високо- і надпровідні детектори і скануючі магнітні мікроскопи Дослідження будуть зосереджені на критичних технологіях, пов'язаних із матеріалами для елементів сонячних батарей і пов'язаних з ними ключових технологіях, на критичних технологіях матеріалів для паливних елементів, на високооб'ємній технології матеріалів для зберігання водню, на ефективних клітинних матеріалах. що перезаряджаються, і пов'язаних з ними ключових технологіях, на ключових матеріалах для суперконденсаторів і пов'язаних з ними технологіях виробництва, а також на матеріальних системах ефективного перетворення і зберігання енергії
	Передові технології виробництва будуть все більше базуватися на інформатії, екстремальних параметрах і екологічності. Така тенденція створить фундамент, на якому в майбутньому обробна промисловість зможе вижити та стати ключовою ланкою сталого розвитку. Зусилля будуть спрямовані на подолання труднощів у екстремальних виробничих технологіях, системній інтеграції, координації, технології інтелектуального	12. Екстремальні технології виробництва 13. Інтелектуальні обслуговуючі роботи	Екстремальне виробництво відноситься до компонентів виробничих або функціональних систем в екстремальних масштабах (дуже великих або дуже маленьких), або з дуже потужними функціями в екстремальних умовах навколишнього середовища. Дослідження будуть зосереджені на проектуванні, виробництві та тестових технологіях для мікро- і нанометрових електромеханічних систем (MEMS і NEMS) і технологіях для мікро- і нанометрового виробництва, суперточного виготовлення, виготовлення гігантських систем, а також інтенсивного виробництва Інтелектуальні обслуговуючі роботи – це інтелектуальне обладнання, яке інтегровано з цілою низкою високоточної техніки, здатної надавати різноманітні послуги, необхідні людям, в неструктурованому середо-

Продовження табл. А.35

1	2	3	4
	виробництва та застосування технологій, системах проектування і перевірки встановленого обладнання, технології проектування і устаткування для високонатійних великих складних систем		випадку. Увага буде зосереджена на сервісних роботах і небезпечній експлуатації роботів з метою вивчення загальних базових технологій, в тому числі підходів до проектування, технології виробництва, інтелектуального управління та системної інтеграції застосувань
		14. Технологія прогнозування життєвого стану для основних видів продукції і об'єктів є однією з ключових технологій підвищення експлуатаційної надійності, безпеки та ремонтпридатності. Будуть зроблені зусилля для прогнозування та оптимізації технології проектування елементів для компонентів і процесу створення прототипів, заснованої на знаннях технології прототипування і моделювання, технології оцінки на місці випробування виробничого процесу, технології прогнозування терміну служби компонентів та їх надійності і безпеки, а також технології прогнозування терміну служби для основних продуктів складних систем і великих об'єктів	Технологія прогнозування життєвого стану для основних видів продукції і об'єктів є однією з ключових технологій підвищення експлуатаційної надійності, безпеки та ремонтпридатності. Будуть зроблені зусилля для прогнозування та оптимізації технології проектування елементів для компонентів і процесу створення прототипів, заснованої на знаннях технології прототипування і моделювання, технології оцінки на місці випробування виробничого процесу, технології прогнозування терміну служби компонентів та їх надійності і безпеки, а також технології прогнозування терміну служби для основних продуктів складних систем і великих об'єктів
Технології удосконаленої (нетрадиційної) енергетики	Прогрес в області технологій енергетики майбутнього буде характеризуватися економічною ефективністю, екологічно чистим використанням на додаток до нових джерел енергії. Підвищена увага буде приділятися розвитку технологій системи ядерної енергетики четвертого покоління, передовому ядерному паливному циклу та термоядерній енергетиці. Водень, ідеальний носій енергії, який може бути отриманий за допомогою різних підходів, призведе до появи	15. Водень і технологія водневих паливних елементів	Дослідницькі зусилля будуть зосереджені на технологіях виробництва водню за рахунок використання дешевої енергії викопного палива та відновлюваних джерел енергії, які економічно ефективні для зберігання водню і його транспортування, технологіях виробництва основних ключових компонентів паливних елементів, інтеграції термопар, паливних елементів для вироблення електроенергії і автомобільних рухових системи. Будуть також розроблені технічні стандарти для водневої енергетики та технології паливних елементів
		16. Технології розподіленого енергопостачання	Технології розподіленого енергопостачання є важливим засобом надання комплексних послуг в області енергетики, головними ознаками якої є гнучкість і ефективність використання енергії. Увага буде зосереджена на освоєнні технологій для викопних видів палива на основі міні-газових

Продовження табл. А-35

1	2	3	4
	<p>нових змін у використанні екологічно чистої енергії. Паливний елемент і дистрибутивні технології енергопостачання, які характеризуються чистотою і гнучкістю, в кінцевому рахунку стануть важливою формою термінальних енергетичних застосувань. Дослідницькі зусилля будуть зосереджені на використанні водню та розподільних енергетичних системах, розвиненій ядерній енергетиці та технологіях паливного циклу на додаток до розробки технологій для використання енергії викопного палива, головними ознаками яких є ефективність, чистота і майже нульовий рівень викидів і низька вартість, а також ефективні нові застосування відновлюваних джерел енергії</p>	<p>17. Технологія реакторів на швидких нейтронах</p> <p>18. Термоядерні технології</p>	<p>турбін, а також засобах перетворення енергії, таких як інноваційний термічний цикл, технології третього покоління для зберігання енергії, з метою створення розподільних систем енергопостачання з використанням поновлюваних джерел енергії на основі міні-газових турбін і паливних елементів, на доповнення до енергії викопного палива</p> <p>Реактор на швидких нейтронах є ядерним реактором, в якому ланцюгова реакція поділу ініціюється під дією швидких нейтронів для реалізації відтворення ядерного палива. Вона здатна забезпечити повне використання ресурсів урану на додаток до обробки радіоактивних відходів тривалою терміну служби. Необхідно проводити наукові дослідження і освоїти конструкції реактора на швидких нейтронах, а також основні технології ядерного палива та конструкційних матеріалів. В той же час, реалізуючи прагнення до великих технологічних проривів, необхідно продовжити розробку експериментального реактора на швидких нейтронах в циклі натрію потужністю 65 МВт для критичного та мережевого вироблення електроенергії</p> <p>Користуючись участю в проєкті з досліджень і будівництва Міжнародного термоядерного експериментального реактора, необхідно зосередити дослідження на технологіях, що стосуються великих надпровідних магнітів, НВЧ-нагрівання, нейтрального пучку для нагріву й уприскування, ізоляції-тритію, чисельному моделюванні, контролі і діагностиці плазми, а також ключових матеріалів для експериментального реактора. Поглиблення вивчення фізики високотемпературної плазми з використанням інших підходів (не на принципах Токамаку) для деяких енергетичних застосувань</p>

Закінчення табл. А.35

1	2	3	4
<p>Технології розробки морських ресурсів</p>	<p>Більше уваги буде приділятися розробці всеохоплюючої технології розробки морських ресурсів з ознаками багатofункціональної, багатопараметричної і тривалої експлуатації з метою підвищення технологічного рівня нації за рахунок глибоководних операцій. Дослідження будуть зосереджені на розробці технологій, пов'язаних з експлуатацією природних газових гідратів, металів і мінеральних ресурсів морського дна, їх зборі та транспортуванні, видобутку на місці, а також на великих морських інженерних проектах</p>	<p>19. Технології 3D-моніторингу морського середовища</p> <p>20. Багатопараметрична технологія швидкого зондування дна океану</p> <p>21. Експлуатаційні технології видобутку природного газу з гідратів</p> <p>22. Технологія глибоководної експлуатації</p>	<p>Технології 3D-моніторингу морського середовища – це технології, розроблені для синхронізованого моніторингу морських елементів навколишнього середовища з космосу, морських станцій, поверхневих вод, а також у воді. Дослідження будуть зосереджені на технології дистанційного зондування, морській технології акустичного зондування, технології буйів, берегові технології РІС дальнього радіусу дії, а також обробці інформації про морське середовище</p> <p>Багатопараметрична технологія швидкого зондування дна океану – це технологія синхронізованого збору різних параметрів, в тому числі геофізики, геохімії і біохімії морського дна, здатних передавати інформацію та дані в режимі реального часу. Пріоритетами досліджень будуть: сенсорної технології, технології автоматичного позиціонування, датчики та технології передачі інформації з морського дна за аномальних умов навколишнього середовища</p> <p>Гідрат природного газу є нітрат вуглецю, що знаходиться на значних морських глибинах або під землею. Дослідження будуть зосереджені на теорії розв'язування і технології експлуатації такої сполуки, геофізиці і геохімії газових гідратів для розвідки й оцінки технологій. Необхідно забезпечити прорив у технології буріння і безпечного видобутку газових гідратів</p> <p>Технологія глибоководної експлуатації передбачає глибоководні операції інженерних і гірських робіт на морському дні. Дослідження буде зосереджено на технологічних системах підтримки життя, технології динамічних пристроїв високої потужності, технології глибоководної станції</p>

Джерело: сформовано автором на основі [102, с. 33–39]

Прогноз передових конвергентних технологій на ринку ІКТ країн світу та Індії до 2020 року
(за прогнозом компанії KPMG, 2015 р.)

Конвергентні технології	Основні напрями розробок
1	2
Великі масиви даних	Щороку компанії і приватні особи генерують мільярди гігабайт даних. Дані, якими можна користатись заданим порядком в реальному часі, можуть надати неперевершену конкурентну перевагу. Таким чином, підприємства повинні визнати перспективу представлення встановленим порядком великих масивів даних і повинні адаптувати свою ІТ-стратегію, щоб захопити такі можливості. Великі дані можуть допомогти: урядам надавати послуги безпосередньо своїм громадянам, а компаніям – передбачити рішення щодо роздрібних покупок своїх споживачів, банкам – відсіяти шахрайські операції і т. д.
Хмарні технології	Незаперечне провідне місце хмарних обчислень у сприянні інноваціям та підвищенні продуктивності сьогодні прийнято як постачальниками ІТ, так і їхніми клієнтами. Водночас їх застосування утруднене у сфері фінансових послуг та державному секторі, оскільки перехід до приватної хмарної моделі поки ризикований через проблеми в області інформаційної безпеки. Але в інших галузях промисловості, а також охороні здоров'я та роздрібній торгівлі хмарні технології одержали суспільне визнання. Крім того, існуюча інфраструктура хмарних технологій допомогла телекомунікаційним компаніям стати постачальниками хмарних обчислень, що призводить до ерозії між ІТ-сферою і постачальниками телекомунікаційних послуг
Соціальні медіа	Стратегія використання соціальних засобів масової інформації стала обов'язковою для всіх підприємств, будь то банки, роздрібні торговці або уряд. Сьогодні більш ніж один мільярд осіб увійшли в різні соціальні мережі, люди звертаються до соціальних медіа за порадою про те, які продукти купувати, де робити покупки і навіть про те, в яких фірмах вони хочуть працювати. У той час як більшість підприємств поки використовують соціальні медіа тільки для функції обслуговування клієнтів, деякі фірми з перспективним баченням вже почали використовувати соціальні медіа в тандемі продажів і маркетингових функцій. Це, у свою чергу, дозволяє фірмам використовувати дані, отримані від клієнтів, для швидкого обслуговування своїх великих масивів клієнтів
Мобільність	Мобільні пристрої змінили спосіб доступу людей до цифрового контенту. Смартфони та планшети принесли багатий цифровий контент до кінчиків пальців споживачів. Мобільний банкінг став одним з найбільш інноваційних продуктів у галузі фінансових послуг. Покупці все частіше використовують свої мобільні пристрої для всього: від перегляду для порівняння до купівлі продуктів. Уряди також зацікавлені в охопленні своїх громадян за допомогою мобільних пристроїв як ефективного каналу взаємозв'язку. Компанії також повинні максимально враховувати у своїй продукції вимоги мобільності, а також забезпечити їх застосування у готових виробах
Вбудовані системи	Зниження вартості вбудованих систем зробило їх присутність всюдишурою для бізнесу. Вбудовані системи, такі як RFID-чипи зробили революцію у ланцюжку поставок для підприємств роздрібної торгівлі. Вбудовані системи також використовуються в галузі

Закінчення табл. Д.36

1	2
	охорони здоров'я, де лікарні надають смарт-чипи пацієнтам, щоб стежити за виконанням їх медичного режиму
Доповнена реальність	З початку 2013 року доповнена реальність перемістилася зі світу наукової фантастики у повсякденне життя. Поширення смартфонів і планшетів привело до поширення додатків доповненої реальності на основі визначення місця розташування, і тепер кожен з роздрібних провайдерів медичних послуг охоплений доповненою реальністю. Доповнена реальність підвищує якість обслуговування клієнтів, а також дозволяє підприємствам додати четвертий вимір до своєї продукції

Джерело: сформовано автором на основі [103, с. 3]

Глобальні тренди, що істотно впливають на формування нових ринків для інноваційних видів продукції (Довгостроковий прогноз найважливіших напрямів науково-технологічного розвитку Росії на період до 2030 року)

Пріоритетний напрям	Глобальні тренди
1	2
Науки про життя	<ol style="list-style-type: none"> Зростання онкологічної захворюваності та підвищення рівня смертності при онкологічних захворюваннях (2019)*; Зростання смертності населення внаслідок серцево-судинних захворювань (ІХС, інсульт) (2018); Зростання захворювань, пов'язаних з порушенням метаболічних процесів (діабет, ожиріння та ін.) (2020); Зростання захворювань, пов'язаних зі збільшенням тривалості життя (хвороби старіння) (2025); Зростання потреб у технологіях для персоналізованої медицини (2021); Зростання попиту на органи та тканини для заміщення (2021); Зростання потреб у матеріалах з новими властивостями (2021); Розвиток досліджень в області регуляції експресії геному (2021); Розвиток спрямованої регуляції клітинного диференціювання (2021); Зміна основних гравців (учасників) на світових ринках розробки, виробництва та дистрибуції (ослаблення США, країн Європейського Союзу, посилення Китаю, Індії) (2022)
Інформаційно-телекомунікаційні системи	<ol style="list-style-type: none"> Повсюдний високошвидкісний доступ (2019); Дослідження в області створення єдиного керуючого середовища і єдиного інформаційного простору транспортної інфраструктури (середовище обміну уніфікованою інформацією між транспортними засобами) (2020); Дослідження в області нових принципів організації обчислень, створення обчислювальних архітектур, побудованих на нових парадигмах, в тому числі: нейро-, біо-, оптичних, квантових, самосинхронізації, рекурентності (2022); Дослідження в області систем машинного навчання, заснованих на нових методах і алгоритмах (2020); Дослідження в області комунікаційних інфраструктур з терабітовими швидкостями передачі інформації (2025); Перехід до економіки, заснованої на знаннях (2034); Зміна характеру та способу зайнятості працівників (з 2014 року); Виробництво та підтримка функціонування суперкомп'ютерів, суперкомп'ютерні обчислення (2016); Хмарні інфраструктури, мережі персональних комп'ютерів і мобільних пристроїв (2017); Дослідження в області нових інтерфейсів (тактильні сенсори, 3D-принтери, включаючи bioprinting, вбудовані інтелектуальні системи, інтерфейси «мозок - комп'ютер», апаратні засоби цілодобового моніторингу найважливіших фізіологічних параметрів людини) (2018)

1	2
Нові матеріали та нанотехнології	<ol style="list-style-type: none"> 1. Поширення технологій виробництва на основі молекулярної самозбірки (2022); 2. Зростання попиту на нові матеріали для виробництва товарів із принципово новими властивостями (2022); 3. Розвиток превентивної медицини (2020); 4. Необхідність використання та обробки промислових і побутових відходів (2019); 5. Розробка перспективних перетворювачів сонячної енергії в електричну, що використовують повний спектр сонячного випромінювання і забезпечують високий ККД і тривалий ресурс роботи (2021); 6. Виснаження запасів прісної води (2024); 7. Зростання попиту на нові матеріали у зв'язку з виснаженням ресурсів сировини (2023); 8. Зростання потреби в зберіганні, обробці та передачі великих обсягів даних, в тому числі під дією закону Мура (2019); 9. Зростання потреби в збільшенні терміну активного життя людини (2024); 10. Інтелектуалізація виробництва (2021)
Раціональне природокористування	<ol style="list-style-type: none"> 1. Скорочення доступності прісної води і збільшення конкуренції за воду в транскордонних річкових басейнах (2022); 2. Зростання нафтогазовидобутку на шельфі, прискорене освоєння Арктики (2027); 3. Збільшення витрат на охорону навколишнього середовища (2028); 4. Зростання світового попиту на продукти харчування (2022); 5. Зміни клімату, в тому числі збільшення інтенсивності небезпечних і екстремальних гідрометеорологічних процесів (2023); 6. Розвиток методів оцінки природного й антропогенного ризику (2019); 7. Виснаження запасів деяких стратегічних мінеральних ресурсів (нафта, фосфорити, рідкісні метали та ін.) (2024); 8. Екологізація економіки та «зелене зростання» в розвинених країнах світу (2020); 9. Збільшення частки міського населення (зростання споживання енергії, води й інших ресурсів, виробництва відходів) (2023); 10. Розвиток технологій екологічно безпечної утилізації відходів і знешкодження токсикантів (2019)
Енергетика й енергоефективність	<ol style="list-style-type: none"> 1. Зростання світового енергоспоживання (2023); 2. Підвищення параметрів теплоенергетичних установок і зростання їх ККД (2020); 3. Виснаження дешевих запасів традиційних вуглеводнів (2026); 4. Збільшення витрат на захист навколишнього середовища (2022); 5. Масове впровадження енергозберігаючих технологій (2020); 6. Зростання собівартості видобутку палив (2023); 7. Жорсткість екологічних вимог до енергетики (2021); 8. Збільшення обсягів використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) і поліпшення техніко-економічних показників відповідних технологій (2024); 9. Формування і розвиток світового ринку скрапленого природного газу (СПГ) (2020); 10. Зміна клімату (зростання концентрації парникових газів в атмосфері, збільшення середньорічної температури на планеті і ін.) (2024)

1	2
Транспортні та космічні системи	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ракетно-космічні засоби з вантажопідйомністю, що дозволяє здійснювати виведення космічних апаратів на орбіту та доставку на землю вантажів (2032); 2. Формування систем доставки та заправки космічних корисних вантажів (2020); 3. Ракетні двигуни володіють підвищеним імпульсом тяги (2027); 4. Електромобілі з моторколесом (2025); 5. Розробка схем двигунів на нових принципах отримання тяги (2031); 6. Дослідження технологій бездротової передачі енергії (2042); 7. Ефективні конструкції транспортних засобів з традиційними двигунами внутрішнього згорання (екологічна безпека, експлуатаційна надійність, паливна економічність) (2016); 8. Теорія нових автономних енергетичних систем і ресурсів для запровадження орбітальних і міжпланетних пілотованих і автоматичних польотів (2032); 9. Автомобілі зі спеціалізованим газовим двигуном (2018); 10. Розробка конфігурацій роторних і крилатих літальних апаратів (2020)

* В дужках наведена експертна оцінка строку надходження максимального ефекту від дії тренду.

Джерело: сформовано автором на основі [108, с. 15–17]

Таблиця Д.38

Еволюція підходів до довгострокового науково-технологічного прогнозування в Росії в частині науково-технологічного та галузевого напрямків досліджень

Напрямок	I Цикл (2007–2008 рр.)	II Цикл (2008–2010 рр.)	III Цикл (2011–2013 рр.)
Науково-технологічний	<p>Виявлення глобальних тенденцій розвитку науки і технологій, оцінка позиції Росії в світовому науковому просторі.</p> <p>Оцінка технологічного потенціалу порівняно з зарубіжними країнами, виявлення ключових проблем науково-технологічного характеру.</p> <p>Опитування Дельфі, перелік з 900 перспективних технологій і продуктів по 10 напрямам науки та технологій (HiT)</p>	<p>Перелік і характеристика основних глобальних тенденцій науково-технологічного розвитку.</p> <p>Перелік ключових технологічних груп для 6 найважливіших напрямків розвитку науки та технологій і 24 тематичних груп, що відповідають пріоритетам модернізації і технологічного розвитку російської економіки.</p> <p>Перелік і опис перспективних напрямків глобального науково-технологічного розвитку та відповідних їм ринків.</p> <p>Перелік найбільш перспективних інноваційних проектів для реалізації в середньо- і довгостроковій перспективі з найважливіших науково-технологічних напрямків.</p> <p>Перелік найбільш перспективних міжнародних досліджень з найважливіших науково-технологічних напрямків</p>	<p>Для 6 пріоритетних напрямків розвитку HiT уточнення переліку перспективних па-кетів технологій, виявлення про-ривних інноваційних продуктів.</p> <p>Виявлення глобальних і російських трендів і викликів, а також вікон можливостей в технологічній сфері.</p> <p>Виявлення зовнішніх і внутрішніх чинників формування ринків інноваційної продукції та послуг.</p> <p>Прогнозні оцінки ринків інноваційної продукції і послуг.</p> <p>Виділення перспективних для Росії інноваційних продуктів і послуг і сегментів глобального ринку.</p> <p>Підготовка дорожніх карт інноваційного розвитку з ключових тематичних областей</p>
Галузевий	<p>Аналіз поточного рівня і тенденцій технологічного розвитку ключових секторів економіки.</p> <p>Аналіз основних проблем розвитку та технологічної модернізації російської економіки.</p> <p>Обґрунтування переліку національних пріоритетів науково-технологічного розвитку</p>	<p>Варіантний прогноз розвитку 8 ключових секторів економіки (чорна та кольорова металургія, сільське господарство, хімічний комплекс, медицина та фармацевтика, авіаційна промисловість, громадянське суднобудування, сектор ІКТ), включаючи визначення їх майбутнього економічного та технологічного вигляду</p>	<p>Дорожні карти (ДК) інноваційного розвитку для низки секторів російської економіки</p>

Джерело: сформовано автором на основі [107, с. 7–8; 108, с. 18]

Таблиця А.39

Порівняння пріоритетних напрямів розвитку науки, технологій і техніки (НТТ) та критичних технологій (КТ) Російської Федерації у 2006, 2011 і 2014 рр.

Пріоритетні напрями розвитку науки, технологій і техніки (НТТ)	Пріоритетні напрями розвитку НТТ і критичні технології, затверджені Указами Президента РФ від 21.05.2006 № Пр-842 і № Пр-843	Пріоритетні напрями розвитку науки, технологій і техніки (НТТ)	Пріоритетні напрями розвитку НТТ і критичні технології, затверджені Указом Президента РФ від 07.07.2011 № 899	Пріоритетні напрями розвитку науки, технологій і техніки (НТТ)	Проект переліку пріоритетних напрямів розвитку НТТ і критичних технологій, підготовлені Міністерствами РФ у жовтні 2014 р.
1	2	3	4	5	6
Науки про життя	<ul style="list-style-type: none"> ▪ біоінформаційні технології; ▪ біокаталітичні, біосинтетичні та біосенсорні технології; ▪ біомедичні та ветеринарні технології життєзабезпечення і захисту людини та ссавців; ▪ геномні та постгеномні технології створення лікарських препаратів; ▪ клітинні технології; ▪ технології біоінженерії; ▪ технології створення біосумісних матеріалів 	Науки про життя (біотехнології; медицина та охорона здоров'я)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ біокаталітичні, біосинтетичні і біосенсорні технології; ▪ біомедичні і ветеринарні технології; ▪ геномні, протеомні та постгеномні технології; ▪ клітинні технології; ▪ технології біоінженерії; ▪ технології зниження втрат від соціально значущих захворювань 	<p>Біомедицина та якість життя</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ технологія діагностики, персоналізованої медицини і створення високотехнологічних медичних виробів; ▪ технологія експериментального моделювання і створення нових лікарських засобів ▪ біоінженерні, клітинні і тканинні технології; ▪ біокаталітичні та біосинтетичні технології; ▪ біотехнології поновлюваних ресурсів; ▪ геномні та постгеномні технології

Продовження табл.Д.39

1	2	3	4	5	6
<p>Індустрія наносистем і матеріалів</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ нанотехнології і наноматеріали; ▪ технології мехатроніки і створення мікросистемної техніки; ▪ технології створення і обробки композиційних і керамічних матеріалів; ▪ технології створення і обробки кристалічних матеріалів; ▪ технології створення і обробки полімерів і еластомерів; ▪ технології створення мембран і каталітичних систем 	<p>Індустрія наносистем</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ нано-, біо-, інформаційні, когнітивні (NBIC) - технології; ▪ комп'ютерне моделювання наноматеріалів, нанопристроїв і нанотехнологій; ▪ технології діагностики наноматеріалів і нанопристроїв; ▪ технології нанопристроїв і мікросистемної техніки; ▪ технології одержання і обробки конструкційних наноматеріалів; ▪ технології одержання і обробки функціональних наноматеріалів 	<p>Матеріали та виробничі технології нового покоління</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ технології інтелектуальних виробничих систем, мехатроніки та робототехніки й адитивного виробництва; ▪ технології мікроелектроніки, НВЧ-електроніки, фотоніки, мікро- і наносистемної техніки, стійких до впливу зовнішніх факторів; ▪ технології одержання, обробки та діагностики функціональних і конструкційних матеріалів; ▪ технології управління виробничими процесами
<p>Інформаційно-телекомунікаційні системи</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ технології обробки, зберігання, передачі та захисту інформації; ▪ технології виробництва програмного забезпечення; ▪ технології розподілених обчислень; 	<p>Інформаційно-телекомунікаційні системи</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ технології доступу до широкосмугових мультимедійних послуг; ▪ технології інформаційних, керуючих, навігаційних систем; 	<p>Інформаційно-телекомунікаційні технології і системи</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ комп'ютерні технології проектування, математичного моделювання, інженерного аналізу, оптимізації і візуалізації матеріалів, конструкцій і процесів;

Продовження табл. А.39

1	2	3	4	5	6
<p>Рациональне природо-користування</p>	<ul style="list-style-type: none"> технології створення електронної компонентної бази 		<ul style="list-style-type: none"> технології і програмне забезпечення розподілених і високопродуктивних обчислювальних систем; технології створення електронної компонентної бази 		<ul style="list-style-type: none"> технології високошвидкісних послуг зв'язку і волоконно-оптичних засобів передачі інформації; технології високопродуктивних обчислювальних систем, телекомунікаційних мереж та інформаційної безпеки
<p>Рациональне природо-користування</p>	<ul style="list-style-type: none"> технології моніторингу та прогнозування стану атмосфери та гідросфери; технології оцінки ресурсів та прогнозування стану літосфери та біосфери; технології переробки й утилізації техногенних утворень і відходів; технології екологічно безпечного ресурсозберігального виробництва та переробки сільськогосподарської сировини та продуктів харчування; 	<p>Рациональне природо-користування</p>	<ul style="list-style-type: none"> технології моніторингу та прогнозування стану навколишнього середовища, запобігання забрудненню і ліквідація його; технології пошуку, розвідки, розробки родовищ корисних копалин і їх видобутку 	<p>Рациональне природо-користування і екологічна безпека</p>	<ul style="list-style-type: none"> технології глибокої і комплексної переробки мінеральної і техногенної сировини; технології моніторингу навколишнього середовища, зниження негативних антропогенних впливів, посприяття і ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій; технології пошуку, розвідки та видобування корисних копалин

Продовження табл. А.39

1	2	3	4	5	6
Енергетика і енергозбереження	<ul style="list-style-type: none"> ▪ технології екологічно безпечної розробки родовищ і видобування корисних копалин ▪ технології атомної енергетики, ядерного паливного циклу, безпечного поводження з радіоактивними відходами та відпрацьованим ядерним паливом; ▪ технології водневої енергетики; ▪ технології нових і поновлюваних джерел енергії; ▪ технології виробництва палив і енергії з органічної сировини; ▪ технології створення енергозберігаючих систем транспортування, розподілу та користування теплою й електроенергією; ▪ технології створення енергоефективних двигунів і приводів для транспортних систем 	<p>Енергоефективність, енергозбереження, ядерна енергетика</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ технології атомної енергетики, ядерного паливного циклу, безпечного поводження з радіоактивними відходами та відпрацьованим ядерним паливом; ▪ базові технології силової електротехніки; ▪ технології нових і поновлюваних джерел енергії, включаючи водневу енергетику; ▪ технології енергоефективних світлових пристроїв; ▪ технології створення енергозберігаючих систем транспортування, розподілу та користування енергією; ▪ технології енергоефективного виробництва та перетворення енергії на органічному паливі 	<p>Безпечна і ефективна енергетика</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ технології атомної енергетики, ядерного паливного циклу, безпечного поводження з радіоактивними відходами та відпрацьованим ядерним паливом; ▪ технології створення інтелектуальних енергетичних систем, базові технології силової електротехніки; ▪ технології створення енергозберігаючих і безпечних систем транспортування, зберігання, розподілу та використання енергії; ▪ технології енергетики вуглеводневої сировини та поновлюваних джерел
1	2	3	4	5	6

Додатки

Продовження табл. А.39

<p>Транспортні, авіаційні і космічні системи</p>	<ul style="list-style-type: none"> технології створення нових поколінь ракетно-космічної, авіаційної і морської техніки; технології створення і управління новими видами транспортних систем; технології створення інтелектуальних систем навігації і управління 	<p>Транспортні і космічні системи</p>	<ul style="list-style-type: none"> технології створення високошвидкісних транспортних засобів і інтелектуальних систем управління новими видами транспорту; технології створення ракетно-космічної і транспортної техніки нового покоління 	<p>Транспортні засоби і системи</p>	<ul style="list-style-type: none"> технології високошвидкісного транспортування пасажирів і вантажів та забезпечення безпеки на транспорті; технології інтелектуального управління транспортними засобами та потоками; технології створення екологічно чистого й енергоефективного транспорту
<p>Безпека та протидія тероризму</p>	<ul style="list-style-type: none"> технології забезпечення захисту та життєдіяльності населення і безпеки при загрозах терористичних проявів; технології зниження ризику та зменшення на- 	<p>Безпека та протидія тероризму</p>	<ul style="list-style-type: none"> технології попередження і ліквідації надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру 	<p>Космічні засоби та системи</p>	<ul style="list-style-type: none"> технології використання результатів космічної діяльності; технології створення ракетно-космічної техніки нового покоління
				<p>Безпека та протидія тероризму</p>	<ul style="list-style-type: none"> технології забезпечення захисту та життєдіяльності населення і безпеки при загрозах терористичних проявів

Закінчення табл. А.39

1	2	3	4	5	6
Перспективні озброєння, військова та спеціальна техніка	слідків природних і техногенних катастроф Базові та критичні військові, спеціальні і промислові технології	Перспективні види озброєнь, військової та спеціальної техніки	Базові та критичні військові та промислові технології для створення перспективних видів озброєнь, військової та спеціальної техніки	Перспективні види озброєнь, військової та спеціальної техніки	Базові та критичні військові, спеціальні і промислові технології

Джерело: сформовано автором на основі [111–114]

Таблиця Д.40

Десять технологій, які за прогнозами компанії Cisco змінять світ у 2010–2020 рр.

Техногенд	Перспективні зміни
1	2
Інтернет речей	Стрімке розповсюдження смартфонів і планшетних комп'ютерів привело до того, що у 2010 р. на кожну людину планети вже приходиться більше, ніж по одному пристрою, що підключений до Інтернету (12,5 млрд гаджетів у 7 млрд населення). До 2020 р. кількість інтернет-пристр-роїв досягне 50 млрд – по шість на кожного землянина. Розвиток Всесвітньої мережі значно розширює можливості збору, аналізу та розподілу даних. Так, молода нідерландська компанія Сракет вживлює сенсори у вуха корів, щоб слідкувати за їхнім здоров'ям і переміщеннями
Зета-наводнення	У 2008 р. було створено близько 5 екзабайтів унікальної інформації. Щоб розмістити такий обсяг даних, необхідно 1 млрд DVD-дисків. Через три роки, тобто у 2011 р., розмір унікальної інформації збільшиться до 1,2 зеттабайта. Захоплення людей мультимедіа, особливо відео, привело до того, що у 2015 р. більше 90 % даних в Інтернеті буде приходиться на відеоконтент. Це потребує оптимізації архітектури безпеки та підвищення якості послуг із передачі інформації
«Мудрі хмари»	До 2020 р. третина всіх даних буде зберігатись або передаватись за допомогою хмарового обчислювального середовища. Середньорічне зростання загальносвітового доходу від хмарних серверів складе 20 %, а витрати на інновації і хмарні обчислення до 2014 р. можуть досягти 1 трлн дол. США. Хмарні сервіси вже спроможні перекладати з однієї мови на іншу в реальному часі, забезпечувати доступ до потужних суперкомп'ютерів і слідкувати за станом здоров'я людини
Мережі нового покоління	З 1990 р. швидкість передачі даних у домашніх мережах зросла у 170 тисяч разів. Наприклад, у будинку, де пропускна полоса мережі складає 50 Мб/с, забезпечується одночасна робота домашньої системи телеприсутності (розповсюджена технологія для дистанційного спілкування, проведення телеконференцій тощо), потокової передачі фільмів і онлайн-ігор. У наступні 10 років швидкість домашнього з'єднання збільшиться у 3 млн разів. Мережі майбутнього стануть у десятки разів швидше за сьогоднішні і будуть добре масштабуватись, щоб задовольнити зростаючий попит користувачів
Земля «пласка»... як технології, що використовують	Швидкість і рівень проникнення комунікацій збільшується. Наприклад, у «Твіттері» повідомлення про землетрус від жителів Японії з'явилося ще до того, як сейсмічна служба США попередила про можливе цунамі населення штатів Аляска, Вашингтон, Орегон і Каліфорнія. Збір, розповсюдження і споживання інформації про події тижня починається не у «практично реальному» часі, а у дійсно реальному часі. Такі зміни стануть можливими завдяки трьом технічним досягненням: мобільному Інтернету, веб-телебаченню і генеруванню контенту будь-де і у будь-який час

Закінчення табл. А.40

1	2
Енергія – це життя	Зростання чисельності населення планети й урбанізації на протязі наступних 20 років приведе до появи щомісячно міста-мільйонника. Енергетичну кризу можуть вирішити сонячні станції. Тільки сонячна енергія дає змогу задовольнити сьогодинній попит на енергію у світі – достатньо побудувати 25 сонячних суперелектростанцій площею біля 100 км ² кожна. «Друкуювання» сонячних елементів значно подешевшало. Так, у червні 2011 р. дослідники зі штату Орегон повідомили про розробку технології виробництва сонячних батарей за допомогою струмінних принтерів
Усе на користь людини	До сього часу людство пристосовувалося до технологій. В майбутньому технології стануть пристосовуватись до людей. Вже сьогодні машинний зір дозволяє зняти камерую смартфон головоломку і миттєво вирішити її. Додана реальність і управління комп'ютерами за допомогою жестів дадуть змогу перетворювати сфери освіти, охорони здоров'я, комунікацій, а також поєднати віртуальний і реальний світи. Можливо, буде створено інтерфейс «людський мозок – машина». А це, наприклад, дозволить людям з травмами хребта жити повноцінним життям
Нова реальність	Перехід від фізичної реальності до віртуальної продовжується. Колись люди купували книжки, CD і DVD-диски, а сьогодні є можливість завантажувати цю інформацію на персональні гаджети. Подібне буде відбуватись і з іншими предметами завдяки застосуванню 3D-друку і «адаптивного виробництва» (процесу об'єднання матеріалів для створення предметів шар за шаром на основі 3D-моделювання). Зараз так вже «друкують» іграшки та машини. Скоро людство навчиться друкувати і людські органи. У березні 2011 р. на одній з конференцій представник Інституту регенеративної медицини Уейк-Фореста (США) прямо на сцені надрукував модель людської нирки. Це надає впевненості, що друкування живих тканин – питання часу
Альтернативна гілка еволюції	Анімовані персонажі вже перетворюють текст на мову, розпізнають її і засвоюють знання, одержані під час спілкування. Робототехніка розвивається швидкими темпами. До 2020 р. роботи стануть досконалишими за людей за фізичними можливостями. До 2025 р. популяція робітників перевищить за чисельністю населення розвинених країн, до 2032 р. інтелект таких машин перевищить людський, а до 2035 р. вони повністю замінять людей як робочу силу
Така ж людина, але краще	Людство подолало поріг пізнання і стає власителем власної еволюції. Так, наприклад, у жовтні 2009 р. італійські і шведські вчені розробили штучну руку з передачею тактильних відчуттів; у березні 2010 р. імплантати сітківки ока дозволили відновити зір сліпим пацієнтам; у червні 2011 р. Інститут серця в Техасі (США) розробив «серце, що обертається» без пульсу, тромбів і поломок

Джерело: сформовано автором на основі [117; 118]

Таблиця Д.41

Десять наукових проблем і відкриттів, зроблених у 2000–2010 рр. при широкому використанні ІКТ

Відкриття	Перспективні зміни
1	2
Геном людини	У 2001 р. дослідники за допомогою суперкомп'ютерів повністю розшифрували геном людини. Використовуючи цю інформацію, вчені зможуть уточнити еволюційну історію живих істот і знайти гени, що відповідають за різні хвороби
Стовбурові клітини	Ембріональні стовбурові клітини здатні перетворюватись на будь-які клітини людського організму. Цю властивість медики активно використовують при лікуванні безлічі захворювань (наприклад, хвороби Паркінсона). Крім того, теоретично з них можна вирощувати будь-які органи, однак експерименти з ембріонами у багатьох країнах заборонені. У 2006 р. розроблено нову методику одержання аналогів ембріональних стовбурових клітин із з'єднувальної тканини дорослої людини. У 2009 р. доведено, що одержані із з'єднувальної тканини клітини повністю ідентичні ембріональним
Вакцина проти СНІДу	Вперше комбінація вакцин проти СНІДу підтвердила свою ефективність. Ризик зараження смертельною хворобою знизився на третину в ході тестування, яке проходило у Таїланді у 2006–2009 рр. і охопило 16 тис. добровольців. Комбінація складена з двох, розроблених у США, вакцин – ALVAC (виробництва sanofi-aventis), що стимулює імунну відповідь на вірус, а також вакцини AIDSVAX (VaxGen), що посилює реакцію. Моделювання цієї комбінованої вакцини проведено на потужному комп'ютері
Силою думки	У 2004 р. були розроблені у США спеціальні пристрої, які зчитують думки і дозволяють керувати комп'ютером. У 2009 р. з'явилось повідомлення про людину, яка за допомогою цієї технології оволоділа управлінням протезом, поєднаним з нервами плеча
Глобальне потепління	Клімат Землі стає теплішим (середня температура на планеті піднялась на 0,7 °С порівняно з початком промислової революції – з другої половини XVIII століття), але чи пов'язаний цей процес з діяльністю людини, поки довести не вдалося. Одні вчені стверджують, що такий взаємозв'язок існує, інші їх спростовують. Зміни клімату регулярно обговорюються керівниками провідних країн світу, а остаточна відповідь буде надана після реалізації комплексних розрахунків для створених моделей прогнозування кліматичних змін за допомогою мережі суперкомп'ютерів
Уточнюємо предків	У 2001 р. в пустелі Чад знайдено череп істоти, які вчені віднесли до виду <i>Sahelanthropus tchadensis</i> – можливо, одного з предків людини. Вік останків – сім мільйонів років. Раніше вважалося, що еволюційні лінії людини і мапів розійшлися п'ять мільйонів років тому
Практично як Земля	У 2009 р. відкрита планета GJ1214, яка знаходиться від Землі на відстані 40 світлових років, має атмосферу у 200 км (яка погано пропускає світло), добу – 38 годин, масу – у 6 разів більше за земну, радіус – 2,7 від земного. Температура на поверхні – 200 °С. Всього з 1992 р.

Закінчення табл. Д.41

1	2
	астрономи за допомогою комп'ютерної техніки виявили більше трьох сотень планет поза Сонячною системою – усі за непрямыми ознаками і в результаті об'ємних розрахунків. Перші фотографії таких космічних об'єктів з'явилися у 2008 р.
Життя на Марсі	У 2002 р. під час досліджень поверхні Марсу космічний апарат Mars Odyssey виявив наявність води, а у 2004 р. апарат Mars Express виявив метан, що є непрямим підтвердженням існування життя на цій планеті. У 2008 р. зонд Phoenix знайшов перхлорати – речовину, яка може бути похідною деяких органічних молекул. Остаточний висновок щодо існування життя на Марсі припускають зробити у 2016 р., коли на планету відправиться марсохід ExoMars
Більше не планета	У 2008 р. астрономи скоротили список планет Сонячної системи до восьми. Плутон одержав статус плутоїда – нової категорії небесних тіл
Темна матерія	У 2006 р. при вивченні галактичного скупчення Пулі одержано переконливі докази існування темної матерії – загадкової речовини, яка бере участь у гравітаційній взаємодії, але не бере участі у електромагнітній. На частку темної матерії приходить до 20 % усієї маси Всесвіту

Джерело: сформовано автором на основі [119; 120]

Таблиця Д.42

Відповідність глобальних проблем людства і десяти найбільших наукових проблем, відкриттів та технологій, що з'явилися у період 2000–2010 рр. і які матимуть вплив на суспільство в найближчі десятиліття

Глобальна проблема	10 наукових відкриттів десятиріччя (2000–2010 рр.)			10 провідних технологій світу, МП	
	Назва	Опис	Назва	Опис	
1	2	3	4	5	
1. Депопуляція і старіння населення	Геном людини	У 2001 р. дослідники повністю розшифрували геном людини. Використовуючи цю ін формуляцію, вчені можуть уточнити еволюційну історію живих істот і знайти гени, що відповідають за різноманітні хвороби	Епігенетика	Можливість за допомогою генетичних тестів виявляти онкологічні й інші небезпечні захворювання на ранніх стадіях	
	Стовбурові клітини	Ембріональні стовбурові клітини спроможні перетворюватись на будь-які клітини організму людини. Цю властивість медики активно використовують при лікуванні великої кількості захворювань (наприклад, хвороби Паркінсона). Крім того, теоретично з них можна вирощувати будь-які органи, однак експерименти з ембріонами у багатьох країнах заборонені. У 2006 р. розроблена нова методика одержання аналогів ембріональних стовбурових клітин із з'єднувальної тканини дорослої людини. У 2009 р. доведено, що одержані зі з'єднувальної тканини клітини повністю тотожні ембріональним	Ядерне перепрограмування	Оновлення організму шляхом заміни хворих клітин на здорові, отримані клонуванням	
	Вакцина проти СНІДу	Вперше комбінація вакцин проти СНІДу підтвердила свою ефективність. Ризик зараження смертельною хворобою знизився на третину в ході тестування, яке проходило у Таїланді в 2006–2009 рр. і охопило 16 тис. добровольців. Комбінація складена з двох вакцин, що були розроблені в США: ALVAC (виробництва Sanofi-aventis), яка стимулює імунну відповідь на вірус, та AIDSVAX, яка підсилює реакцію (VaxGen)	–	–	
	–	–	–	Наномедицина	Дозволить транспортувати лікарські засоби безпосередньо у хворі клітини

Продовження табл. А.42

1	2	3	4	5
	–	–	Технологія порівняльної взаємодії	Досконально вивчаючи, яким чином різні складові клітин взаємодіють між собою, можна попереджувати «смертельні поломки» організму, тим самим продовжувати життя
	Силою думки	Спеціальні пристрої, що дозволяють зчитувати думки та керувати комп'ютером, винайдені в США у 2004 р. У 2009 р. з'явилося повідомлення про людину, яка за допомогою цієї технології освоїла керування протезом, який був поєднаний з нервами плеча	Дифузійне зображення	Використовуючи технології сканування головного мозку, можна буде діагностувати та виліковувати такі тяжкі захворювання, як шизофренія, хвороба Альцгеймера та ін.
2. Екологічні проблеми	Глобальне потепління	Клімат Землі стає теплішим (середня температура на планеті піднялася на 0,7 °С порівняно з початком промислової революції – з другої половини XVIII сторіччя), та чи пов'язаний цей процес з діяльністю людини, поки ще довести не вдалося. Одні вчені стверджують, що такий взаємозв'язок існує, інші це заперечують. Проте зміни клімату регулярно обговорюються керівниками провідних країн світу, а Україна тим часом заробляє на продажі квот на викиди вуглецевого газу	–	–
3. Відставання від шостого технологічного укладу	Нанофізика, нанобіологія наноматеріалознавство, нанохімія, нанотехнології	–	Нанобіомеханіка	Дозволить проаналізувати процеси механічної взаємодії клітин, створити біохімічні комплекси, які здатні виконувати роботу на мікрорівні

Продовження табл. Д.42

1	2	3	4	5
			Бездровий Всесвіт	Дасть змогу навчити електронні пристрої «спілкуватись» між собою
	Інформаційні технології	-	Безпечний Інтернет	Дасть можливість захистити користувачів Інтернету від розголошення особистої інформації
			Когнітивне радіо	З розвитком бездротового зв'язку виникає нова проблема – перешкоди. Навчити мобільні телефони, комп'ютери, що підключені до бездротового Інтернету, радіостанції т. ін. працювати злагоджено, не заважаючи один одному
	Мікроелектроніка, наноелектроніка	-	Кремній, що розтягується	Кремній є основним матеріалом сучасної електроніки. Створюючи нові форми цієї речовини, можна одержати новітні технологічні можливості
	Темна матерія	В 2006 р. при вивченні галактичного скупчення Пулі одержані переконливі докази існування темної матерії – загадкової речовини, яка бере участь у гравітаційній взаємодії, але не бере участі в електромагнітній взаємодії. Частка темної матерії складає до 20 % від всієї маси Всесвіту	-	-
	Практично як Земля	Відкрита наприкінці 2009 р. планета GJ1214, що знаходиться від Землі на відстані всього 40 світлових років має добу тривалістю 38 годин; масу шестеро більшу від маси Землі; радіус – 2,7 від земного; атмосферу товщиною 200 км, що погано пропускає світло. Температура на поверхні	-	-

Закінчення табл. А.42

1	2	3	4	5
4.Фундаментальні дослідження	-	планети близько 200 °С. За земними уявленнями така планета не може мати життя. Всього з 1992 р. астрономи відкрили біля 300 планет зовні Сонячної системи – усі за непрямыми ознаками. А перші фотографії таких космічних об'єктів були одержані у 2008 р.	-	-
	Життя на Марсі	Непрямим підтвердженням життя на Червоній планеті є наявність води (її виявив у 2002 р. космічний апарат <i>Mars Odyssey</i>) і метану (2004 р., <i>Mars Express</i>). У 2009 р. зонд <i>Phoenix</i> знайшов перхлорати – речовину, яка може бути похідною деяких органічних молекул. Остаточний висновок щодо існування життя на Марсі припускають зробити до 2020 р., коли на планету відправиться марсохід <i>ExoMars</i>	-	-
	Науки про життя: виникнення, еволюція, людина	В 2001 р. в пустелі Чад знайдено череп істоти, яку вчені віднесли до виду <i>Sahelanthropus tchadensis</i> – за припущенням, одного з предків людини. Вік останків – сім мільйонів років. Раніше вважалося, що еволюційні шляхи людини і мавп розійшлися п'ять мільйонів років тому	-	-

Джерело: сформовано автором на основі [119; 121]

Таблиця Д.43

Перелік і характеристики 10 провідних технологій світу, які за прогнозами Массачусетського технологічного інституту (MIT) матимуть найбільший вплив на суспільство на наступні п'ять років (до 2020 р.)

		Рік розробки технологічного прогнозу MIT				
№ з/п	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1		3	4	5	6	7
1	Геноміка раку – розшифровка генетики за хворобю	Яйцеклітини зі стовбурових клітин – нещодавне відкриття може збільшити шанси літніх жінок мати дітей	Імпланти пам'яті – нейрофізіологи обіцяють розшифрувати код, за допомогою якого мозок формує довгострокові спогади	Картування мозку – новітня карта (як результат десяти років роботи), на якій показані структури головного мозку набагато більш докладно, ніж будь-коли раніше, забезпечуючи неврологів відповідною інструкцією величезної складності	Рідина біопсія – швидкодійні апарати ДНК-секвенування приводять до спрощення процедури аналізів крові для хворих на рак	Імунна інженерія – генетично сконструйовані імунні клітини рятують життя хворих на рак. Це може бути тільки початок
2	Розділення хромосом – більш точний спосіб читання ДНК буде змінюватися залежно від того, як ми ставимося до хвороби	Нанопорове секвенування – простий і прямий аналіз ДНК буде робити генетичне тестування рутинною роботою у більшій кількості ситуацій	Пренатальне секвенування ДНК – зчитування ДНК плоду є наступним рубіжем революції геному. Це надає можливість знати генетичну долю майбутньої дитини	Редагування геному – здатність створювати приматів з навмисними мутаціями може дати нові потужні способи вивчення складних і генетично спричинених захворювань мозку	Інтернет-ДНК – глобальна мережа мільйонів геномів може бути наступним великим кроком уперед у розвитку	ДНК-сховище/магазин – інтернет-магазин для отримання інформації щодо власних генів, який робитиме це дешево та легко, щоб дізнатися більше про ризики для здоров'я і схильності
3	Синтетичні клітини – розробка нових геномів може прискорити створення вакцин і біопа-	Сонячні мікромережі – DC-мережі на рівні окремого поселення сітки забезпечують	Супермережі – автوماتичний вимикач високої потужності може збити живлення	Сільськогосподарські дрони – відносно дешеві безпілотні літаки з удосконаленими датчиками	Перезавантажений фотосинтез – розширені генетичні інструменти могли б допомогти	Точне редагування генів у рослинах (CRISPR) – пропонує простий і точний спосіб змінюва-

Продовження табл. А.43

1	2	3	4	5	6	7
	ливних бактерій, які продукують	живлення для освітлення і стільникових телефонів	мережі постійним струмом практикою	і можливість візуалізації надають фермерам нові способи підвищення врожайності і зменшення пошкодження рослин	форсуванню врожайності та нагодувати мільярди людей	ти гени для створення таких рис, як стійкість до хвороб і посухостійкість
4	<i>Жестові інтерфейси</i> – управління комп'ютерами з наших тіл	<i>Перетворення Фур'є</i> – трансформує швидке математичне оновлення, обіцяє більш швидкий цифровий світ	<i>Глибоке вивчення</i> – завдяки величезній обчислювальній потужності машини тепер можуть розпізнавати об'єкти і перекладати мови в реальному масштабі часу. Штучний інтелект нарешті розумний	<i>Нейроморфні чипи</i> – мікропроцесори налаштовані і більше схожі на мозок, ніж традиційні чипи, які забаром можуть зробити комп'ютери набагато більш проникливими у те, що відбувається навколо них	<i>Органойди мозку</i> – запропоновано новий метод вирощування клітин мозку людини, який може розкрити таємниці недомовства, психічних захворювань та інших неврологічних розладів	<i>Роботи, які вчать один одного</i> – роботи зможуть зрозуміти більше речей самі по собі і ділитися цими знаннями між собою
5	<i>Твердотільні акумулятори</i> – високоенергетичні елементи для більш дешевих електромобілів	<i>Надефективні сонячні елементи</i> – за прайвильних обставин сонячні елементи від Semprigus можуть виробляти електроенергію дешевше за викопне паливо	<i>Надефективна сонячна енергія</i> – подвоєння ефективності сонячних пристроїв зможе повністю змінити економіку поновлюваних джерел енергії. Розроблення конструкцій, які можуть зробити це можливим	<i>Розумні вітрова та сонячна енергія</i> – хмарні обчислення і штучний інтелект будуть виробляти ультраточні прогнози, які уможливають інтегрування набагато більшої кількості виробників із поновлюваних джерел енергії в мережу	<i>Великомасштабне опріснення</i> – найбільший і найдешевший у світі завод з опріснення води з використанням зворотного осмосу, наприклад такий, як працює в Ізраїлі	<i>Гігантська фабрика з виробництва сонячної енергії для міста</i> – сонячна установка в Буффало буде виробляти 1,0 ігват на рік за допомогою високоефективних сонячних панелей, що зробить цю технологію набагато привабливою для домовласників

Продовження табл. Д.43

1	2	3	4	5	6	7
6	Хмарні потоки – розробка програмного забезпечення високої продуктивності для мобільних пристроїв	Високошвидкісний пошук матеріалів – новий спосіб ідентифікації матеріалів, придатних для батарей масового виробництва, може революціонізувати зберігання енергії	Тимчасові соціальні мегадія – повідомлення, які швидко самознищуються, можуть підвищити конфіденційність онлайн-спілкування і змусити людей відчувати себе вільними та бути спонтанними	Розціплюючі окуляри – через тридцять років після того, як дебютували окуляри віртуальної реальності і віртуальні світи, технологія готова до широкого використання	Магічний стрибок – стартап (обіцяє більше півмільярда доларів) надає новий підхід до створення 3D-зображення	Розмовні Інтерфейси – потужна мовна технологія від провідних інтернет-компаній Китаю робить користування смартфоном набагато простішим
7	Розумні трансформатори – контроль витрат електроенергії для стабілізації сітки	3D-транзистори – Intel створює більш швидкі і більш енергоефективні процесори	Розумний годинник – розробники Pebble-годинника зрозуміли, що мобільний телефон є більш корисним, якщо ви не повинні виймати його зі своєї кишені	Надзахищені смартфони – нові моделі, побудовані з максимальною безпекою і конфіденційністю як реакція на Zeitgeist епохи Snowdena	Apple-кутіля – продумана комбінація технологій, яка робить купівлю речей по мобільному телефону більш безпечною і швидкою	Слабина – послуга, побудована для епохи мобільних телефонів і коротких текстових повідомлень, докорінно змінює робоче місце
8	Соціальна індексація – Facebook перерозподіляє ресурси Web, щоб персоналізувати онлайн-сервіси	Хронологія Facebook – компанія соціальних мереж займається збором і аналізом даних споживачів у безпрецедентних масштабах	Великі дані з дешевих телефонів – збір і аналіз інформації від протистих мобільних телефонів може забезпечити дивовижне розуміння того, як люди рухаються і ведуть себе, а також допомогти зрозуміти поширення хвороб	Мобільна співпраця – епоха смартфонів, нарешті, отримала програмне забезпечення тієї продуктивності, якої вона потребує	Проект Балон – теплові повітряні кулі дозволили мільярдам людей отримати доступ до онлайну в перший раз / Google найближчим часом відправляє їх до багатьох місць, куди стільниковий зв'язок з веж не доходить	Потужність з повітря – інтернет-пристрої під управлінням Wi-Fi і інших телекомунікаційних сигналів зроблять невеликі комп'ютери та датчики більш поширеними

Закінчення табл. Д.43

1	2	3	4	5	6	7
9	Сстійкий до влиту код — створення необхідної безпеки програмного забезпечення	Просвітлена фотографія — Lutro заново відкрив камеру таким чином, щоб вона могла розвиватися швидше	Вахтер: The Blue-Collar Robot — нове творіння ReThink Robotics нового покоління, але інновації, які стоять за цим роботом, показують, як важко взаємодіяти з людьми	Моторні роботи — комп'ютери, які мають баланс і спритність, щоб ходити та бігати по пересіченій і нерівній місцевості, що робить їх набагато більш корисними в навігації людини у середовищі	Комунікація автомобіля з автомобілем — проста бездротова технологія обіцяє зробити водіння більш безпечним	Тесла Автопілот — виробник електричних транспортних засобів встановив на електромобілі оновлене програмне забезпечення, яке зробило автономне водіння реальністю
10	Гомоморфне шифрування — створення більш безпечних хмарних обчислень	Стомбфіндінг — Kickstarter фінансує комерціалізацію нових технологій	Передове виробництво — Belegat Electric як найбільший у світі виробник знаходиться на межі використання 3D-друку, щоб виробляти комплектуючі за допомогою струйних мікроінжекторів	Мікромасштабний 3D-друк — чорнило, виготовлене з різних матеріалів, які точно застосовуються, що значно розширює різновиди речей, які можуть бути надруковані	Нанорухітектура — вчені Каліфорнійського технологічного інституту створюють нанорешітки з величезним потенціалом	Багаторазові ракети — ракети, як правило, знищуються під час першого польоту, але тепер вони можуть робити вертикальну посадку та заправлятися для повторного використання, готуючи підґрунтя для нової ери в космічних польотах

Джерело: сформовано автором на основі [121–126]

Таблиця Д.44
Передові (проривні) технології, найбільш перспективні до 2020 року (Массачусетський технологічний інститут (MIT), 2013 р.)

Основний напрямок	Приклади технологій
1	2
Біомедицина та фармація	<ul style="list-style-type: none"> ▪ прогностична медицина — геноміка сполучається з фармацією (зростання ринку персоналізованої медицини); ▪ наступне покоління геноміки і збір даних (приборкання великих обсягів даних для обчислення послідовності ДНК); ▪ нанотехнології і мозок (3D-анатомія мозку); ▪ нові протоколи на молекулярному рівні (контрольовані системи доставки лікарських засобів, а також молекулярні маркери — важливий крок до персоналізованої медицини); ▪ тканинна інженерія і регенеративна медицина (відновлення пошкоджених тканин, запобігання вродженим дефектам, підвищення біомеханічних функцій тканин, управління процесами росту тканин); ▪ біопрінтинг (друк тканин людини); ▪ об'єднання міжнародних зусиль у фармацевтиці, біомедицині та нейробиології з метою прийняття великомасштабних і систематичних підходів до управління хворобами. <p>Перспективи: P4-медицина (прогностична, персоналізована, профілактична і діалогова — тобто перехід від реактивної медицини до проактивного медицини, орієнтовану на догляд, частково на основі ДНК); розташовані на тілі нові засоби діагностики; можливість перезавантаження мозку людини, що веде до безсмертя; зміни у глобальній географії</p>
Медичні прилади оцифровання здоров'я	<ul style="list-style-type: none"> ▪ цифрове здоров'я і доставка (телемедицина, що зробить медицину більш ефективною; становлення електронних медичних записів); ▪ великі дані («мої дані — це моє життя») — рух кількісного самообслуговування; компанія Qualcomm пропонує платформу 2Net); ▪ M-здоров'я (мобільне здоров'я: доведення живлення й інформації до пацієнта і лікаря; програми дозволяють проводити медогляди за допомогою смартфонів); ▪ сенсорні технології і пристрої, що носяться (самострахованість, постійний моніторинг і вимірювання з плином часу; Scanadu Scout: медичний моніторинг в один дотик; DuoFertility: датчики температури, що носяться на тілі, з метою допомоги у зачатті); ▪ стартовий запуск програми «Цифрове здоров'я». <p>Перспективи: нова ера в охороні здоров'я: відповідно до того, як тенденція до децентралізації охорони здоров'я сходиться з досягненнями в області технологій, що полегшують самоведення пацієнта, по всьому світу відбувається різке зростання кількості роздрібних клінік, телемедицини і моделей дистанційного надання медичної допомоги</p>

Продовження табл. Д.44

1	2
<p>Цифрова економіка та мобільний світ</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ приборкання великих обсягів даних із метою великого прибутку (високоякісні, високошвидкісні та великого обсягу дані вимагають інноваційної та економічно вигідної форми обробки інформації для більш широкого розуміння і прийняття рішень; зберігання та аналіз даних з відкритим вихідним кодом); ▪ орієнтовані на конкретного клієнта магазини (персоналізовані пропозиції); ▪ цифрові технології (перетворення традиційних галузей промисловості); ▪ нові ринки для мобільних технологій (стільниковий телефон у кожній кишені); ▪ електронна комерція (мобільні пристрої перетворюють роздрібних торговців і брокерів; користувачі смартфонів платять за перегляд реклами); ▪ зростання мобільних додатків (самообслуговування у режимі реального часу); ▪ кібербезпека (захист активів у цифрову епоху); ▪ інтернет речей (підключення машин до інтернету робить їх більш корисними); ▪ освіта без стін (мобільний доступ робить освіту більш дешевою і більш доступною). <p>Перспективи: індустрія на основі наскрізних технологій і індивідуалізації споживачів</p>
<p>Нова глобальна енергетична карта</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ бум сланцевого газу (революційні розробки в галузі видобутку сланцевого газу); ▪ стиснутий газ для доріг (перехід автотранспорту на природний газ йде повним ходом); ▪ нові технології видобутку нафти (зростання світового ринку глибоководного видобування; плаваючі бурові установки, що включаються за допомогою GPS); ▪ розумні грід-мережі і мікромережі (технології розумних грід-мереж спрямовані на комп'ютеризацію електромереж і докорінну зміну оплати й управління споживанням електроенергії); ▪ акумулювання енергії (важлива частина енергетичного рівняння; найкращою наявною технологією залишається літій-іонна, яка використовується у всьому; від мобільних телефонів до високопродуктивних електричних транспортних засобів); ▪ уловлювання для більш чистого вугілля (хімічне перетворення вугілля); ▪ відновлювальна енергія (потенціал природних ресурсів). <p>Перспективи: технічно й економічно доцільно зробити перехід на поновлювані джерела енергії до 2030 року</p>
<p>Передове виробництво</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 3D-друк (нові можливості для створення інновацій серед інженерів-проектувальників для персонально орієнтованого виробництва; 3D-друк; Esolodg розробляє Urbee 2, перший позадорожній паливозберігаючий автомобіль, який буде побудований з використанням 3D-друку; технологічний рух «do-it-yourself (DIY)» працює над створенням доморощеного, локального стилю виготовлення);

Продовження табл. Д.44

1	<p style="text-align: center;">2</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ робототехніка (виробництва повинні підвищити продуктивність і стати більш гнучкими, щоб мати змогу швидко адаптуватися до мінливих потреб клієнтів; гуманоїдні промислові роботи, хоча й не настільки сильні, як традиційні промислові роботи, але цей новий клас машин є більш безпечним для взаємодії з людьми; роботи тепер можуть відчувати вплив об'єктів, а не просто обчислювати їхнє розташування); ▪ масове виготовлення на замовлення (масова кастомізація дозволяє клієнтам вибирати зі стандартизованих варіантів, наприклад в області побутової електроніки (комп'ютери з різними варіантами екранів і розміру пам'яті), в автомобільній та швейній промисловості); ▪ створення нових матеріалів (інновації в області нано- та біотехнологій дозволять створити проривні продукти); ▪ локалізація (процес локалізації важливий не тільки з точки зору зниження вартості компонентів, але і для технологічної незалежності країни, а також оптимізує загальний економічний результат). <p>Перспективи: інновації в автоматизованому виробництві з використанням датчиків, робототехніки та більш швидких способів 3D-друку можуть замінити традиційні трудомісткі виробництва</p>
<p>Нанотехнології і нові матеріали</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ нано- і енергетика (нанотехнології на передньому краї досліджень в області енергетики; використання нано у сонячних батареях обіцяє багато ефективніші способи виробництва електроенергії; нанорозмірні «кардіостимулятори» допомагають регулювати електричні процеси сигналізації в будь-якій частині тіла, від серця до мозку); ▪ нано- і електроніка (від сонячних батарей до стільникових телефонів, квантових точок, графену (дешевий і легкий друк різних наноелектронних пристроїв разом на одному й тому ж чіпі призводить до можливості одержання нових оптичних властивостей і підвищеної ефективності використання енергії); ▪ нано- та мікророботи (використання мікророботів для проникнення через кровоносні судини людини для відновлення пошкоджених судин або клітин, для створення замку безпеки навколо чіпів, для швидкого з'єднання розірваних тканин серця, для побудови біологічних тканин, для хімічного зондування на заводах або для військового спостереження, а також для створення великих структур, у якій група мікророботів може збиратися за командою з центрального пульта); ▪ ринок масових продуктів на основі нано (наночастинки сьогодні присутні всюди); ▪ нано- та біомедицина (вибуховими темпами розвиваються області регенеративної медицини; нано відображає людський мозок). <p>Перспективи: активні складні наносистеми; масштабне застосування сучасних матеріалів, наноструктурованих хімікатів, наноелектроніки та фармацевтичних препаратів; нові області застосування, такі як енергетика, наукові дослідження, у галузі харчування і сільського господарства, наномедицини й інженерного моделювання; розуміння нанорозмірних принципів і явищ; прискорений розвиток знань і підвищена швидкість відкриттів; поява офіційних програм і об'єктів для нанотехнологічних досліджень, освіти, процесів виробництва, інструментів і стандартів</p>

Закінчення табл. Д.44

1	2
<p>Розумні міста</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ бездротові сенсорні мережі (інтеграція інфраструктур і послуг як єдиного цілого – датчики, встановлені на складових міської інфраструктурі, передають дані щодо витоку води, трафіку та громадського транспорту, забруднення повітря, парковок, освітлення тощо задля підвищення ефективності, зменшення споживання енергії, а також виявлення значних тенденцій з плином часу з метою удосконалення); ▪ електронний уряд, відкритий доступ і App рух (місцеві органи влади використовують електронні послуги для більш легкої і швидкої доставки та обміну інформацією; Code4America і Code4Europe – дві ініціативи, які спрямовані на розробку мережевих і мобільних додатків для міст); ▪ розумна енергія (гнучка, інтегрована й ефективна; фотоелементи мігрують з дахів будинків до стін і панелей будівель); ▪ транспортна мобільність (завершення епохи заторів у різних містах світу; краудсорсінг для того, щоб розбити трафік); ▪ інноваційні будівельні матеріали (нове покоління матеріалів і технологій; теплопоглинальні стіни; скло, яке дихає); ▪ віртуальні гроші (розумне місто – це розумний бізнес; IT-компанії не просто постачають технології, а також забезпечують підтримку прийняття рішень за допомогою аналізу і прогнозного моделювання і пропонують заходи в галузі транспорту, енергетики та соціальних послуг); ▪ інтелектуальне управління містом (нові форми управління мають важливе значення для реагування на нові міські виклики; для того щоб бути більш стійкими, міське середовище повинне стати пружним, а міста повинні вжити заходів з відвернення екологічних, економічних і соціальних потрясінь, із якими вони стикаються щодня). <p>Перспективи: бездротова технологія датчиків і великих даних в даний час інтелектуальні будівлі, інтелектуальні лічильники парковок, а також засоби управління рухом вже підключені до мережі Інтернет за допомогою аналізу великих даних і бездротових додатків. Великі дані: покращена інтеграція даних залишатиметься викликом і метою</p>

Джерело: сформовано автором на основі [128]

Таблиця Д.45

Передові (проривні) наукові й інженерні розробки, що будуть визначати розвиток глобального виробництва у 2020–2030 рр. (UNIDO, University of Cambridge, 2013 р.)

Передові технології і розробки		Що включають
1	2	3
Група технологій	Основні підгрупи	Склад групи (підгрупи)
		Включає: сканування, зондування і обробку зображень; інформаційно-комунікаційні мережі та зберігання даних; екрани й дисплеї; розширення можливостей освітлення; фотонні енергетичні системи; лазерні системи. Фотоніка також відома як оптоелектроніка (OE), є технологією, у якій інформаційні сигнали переносяться електронами, перетворюються на фотони та навпаки. Застосування фотоніки охоплює широкий спектр областей, в тому числі промислові лазери, побутову електроніку, електровз'язок, зберігання даних, біотехнології, медицину, загальне освітлення і оборону. Фотоніка дозволяє здійснювати оптичну передачу інформації, має потенціал для розробки нових медичних і освітлювальних додатків, а також альтернативних джерел енергії
	Уся технологія разом	Включає: біофармацевтику; тканинну інженерію / регенеративну медицину; синтетичну біологію; біовиробництва з використанням самозбірки. Завдяки науковим досягненням у геноміці виробники вже працюють з біоматеріалами, створюючи біопродукти за допомогою біопроцесів. Промислові біотехнології, ймовірно, будуть мати найбільший вплив на харчову, хімічну, енергетичну, фармацевтичну та текстильну промисловості, що дозволить цим галузям випускати продукцію на економічно і екологічно стійкій основі
	Біофармацевтика	Біофармацевтика є найбільш активною областю застосування біотехнологій, яка все більш зміщується від виробництва традиційних метаболітів, антибіотиків, стероїдів і вітамінів до нових біотехнологічних концепцій, в тому числі рекомбінантних білків, моноклональних антитіл та генної терапії. Багато з нових продуктів розроблено в тому числі на основі протеїнів для застосування в таких областях, як онкологія, неврологія і запалення. Біофармацевтичні препарати імітують склад речовин, знайдених в організмі, і через свою специфічність мають потенціал для лікування захворювань, а не просто лікування симптомів, а також мають менше побічних ефектів. Зі збільшенням попиту на цей вид препаратів у всьому світі переваги підвищують попит на цей вид препаратів у всьому світі

Продовження табл. А.45

1	2	3
Біотехнології	2	<p>Проблеми глобального фармацевтичного виробництва в майбутньому включають таке: (1) оптимізацію систем експресії для зменшення варіабельності виробництва; (2) покращення продукту і процесу зняття характеристик; (3) впорядкування проектування і експлуатації заводів: капітальні вкладення у виробництва є значними і мають бути здійсненими на основі прогнозів попиту; (4) суворі і змінні нормативні вимоги з охорони навколишнього середовища для валідації процесів; (5) нестача робочої сили</p> <p>Синтетична біологія спрямована на проектування та інженерію компонентів на основі біологічних нових пристроїв і систем, а також перепроєктування існуючих, природних біологічних систем. Синтетична біологія намагається створити широкий набір інструментів з біологічних методів і технологій для розуміння біологічних систем, секвенування ДНК, а також пов'язаного з цим розуміння функцій генів і білків (в тому числі досягнень в галузі геноміки, протеоміки, системної біології та генної інженерії). Потенційні досягнення у виробництві з використанням інструментів синтетичної біології:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ до 2020 р.: нові інструменти – виготовлення синтетичних ферментів, нові інструменти для маніпулювання геномом, нові інструменти для конструювання білків; потенційні виходи – синтезування, хімічна і фармацевтична промисловість, виробництво біопалива; ▪ до 2025 – 2040 рр.: нові інструменти – ходова частина, узагальнені синтетичні платформи; потенційні виходи – синтез конструційних матеріалів, виробництво хімічної і фармацевтичної продукції та біопалива; ▪ понад 2040 р.: нові інструменти – різнобічно розвинені та міцні синтетичні організми як виробничі платформи; потенційні виходи – виробництво конструційних матеріалів
	Тканнна інженерія	<p>Тканнна інженерія – це використання фізичних, хімічних, біологічних і технологічних процесів з метою контролю та спрямовання сукупної поведінки клітин. Це область, яка частково збігається з регенеративною медициною, яка заснована на використанні стовбурових клітин. Тканнна інженерія, в основному, зосереджена на створенні складних біологічних матеріалів, в тому числі кісток і органів.</p> <p>Перспектива: існують можливості для виробництва клітин крові та продуктів, розробки матеріалів для доставки невеликих молекул лікарських засобів і біопрепаратів, біоактивних покриттів і хірургічних матеріалів (наприклад, герметиків тканини)</p>
Нанотехнології	Уся технологія разом	<p>Включають: вуглецеві нанотрубки; композиційні конструкційні матеріали; наноелектроніку; нанотехнологічні покриття; наночастинки; наномітки.</p> <p>Нові застосування нанотехнологій вже сьогодні революціонізують виробничу діяльність і залучають значні інвестиції в цю область як у приватному, так і в державному секторах у країнах всього світу. Нанотехнології можуть вплинути на виробництво практично</p>

Продовження табл. Д.45

1	2	3
Мікротехнології	Уся технологія разом	<p>кожного виготовленого товару – від автомобілів і електроніки до розширеної діагностики, хірургії, передових лікарських засобів і заміни тканин і кісток. Незлічену кількість нових наноматеріалів було розроблено в лабораторіях по всьому світу, оскільки вони мають багато потенційних застосувань. Останній патентний аналіз показує, що нанотехнології будуть особливо важливі для хімічної, фармацевтичної, металургійної галузей, машинобудування й електроніки.</p> <p>Наномасштабне виробництво є міждисциплінарним, в тому числі (але не обмежуючись ними) у галузі механіки, електротехніки, фізики, хімії, біології та біомедицині інженерії. Традиційні технології виробництва наноматеріалів включають: синтез; фазові процеси новітнього газу (наприклад, плазменного або з використанням мікрохвильових процесів) нові вологі процеси (наприклад, золь-гельні процеси), дисперсію і стабілізацію, місцеву функціоналізацію, інтеграцію візерункових і кінцевих систем.</p> <p>Перспектива розвитку: розробка нових наноматеріалів потребує поєднання нових та існуючих технологічних стадій. Передові технології виробництва включають в себе: самозбірку, самоорганізацію (високого порядку), нових поколінь наноструктурних матеріалів, розширення масштабів виробництва шляхом перенесення методів формування патерну з дрібних лабораторій у масове виробництво.</p> <p>Перспектива: серед фахівців існує консенсус, що інтеграція інженерії, науки та біології буде стимулювати прогрес у нановиробництві в майбутньому. Одним із ключових завдань буде досягнення не тільки доступного масштабового комерційного виробництва, але й інтеграція наноматеріалів у традиційні виробничі процеси</p>
Мікротехнології	Уся технологія разом	<p>Включають: мікроінструменти (для реплікації) виробництва і мікросистеми у верстатах і продуктах.</p> <p>Мікросистеми, зокрема мікроелектронні механічні системи (MEMS), такі як приводи із вбудованими датчиками і мікропроцесорами, як очікується, будуть використовуватися у всіх виробничих системах в середньостроковій перспективі, для того щоб зробити машини більш розумним й ефективними.</p> <p>Мікроелектроніка – це вже добре створена промисловість, яка має практичні застосування у електроніці, напівпровідниках, телекомунікації, автомобілях, аерокосмічній техніці. Мікрообробка (методи механічної обробки, які існують для виробництва приладів і механічних деталей в масштабі мікрона) дозволить одержати більшу точність, чутливість і гнучкість у мікробробних процесах. Це дозволить використовувати виробничі машини більш гнучко, а отже, дозволить фірмам адаптуватися до вимог окремих клієнтів. Це дозволить використовувати виробничі машини більш гнучко, а отже, дозволить фірмам адаптуватися до вимог окремих клієнтів</p>

Продовження табл. Д.45

1	2	3
<p>ІКТ у виробничих системах</p>	<p>Уся технологія разом</p>	<p>Включають: інтелектуальні мехатронні системи для автоматизації та робототехніки (наприклад, системи самоадаптації компонентів) і просування розподілених обчислень у виробництві.</p> <p>У найближчі 5–10 років нові додатки ІКТ будуть продовжувати революціонізувати виробничу діяльність, особливо в короткостроковій перспективі. ІКТ дозволить підвищити продуктивність за рахунок автоматизації (і пов'язаних з ними технологій управління та датчиків), нових машинних інтерфейсів, а також шляхом реорганізації бізнес-процесів. ІКТ будуть набувати все більшого значення в забезпеченні нових форм спілкування між виробниками та споживачами, забезпечуючи тим самим основу для виготовлення замовних ІКТ і включення нових бізнес-моделей (вони будуть мати вирішальне значення в розвитку продукції і послуг із більш високою доданою вартістю).</p> <p>Перспектива: деякі з пов'язаних з ІКТ рішень, які, як очікується, приведуть до змін у роботі і організації майбутніх виробничих систем, включають в себе: (1) технології контролю, в тому числі: модель на основі розробки програмного забезпечення управління верстатом; навчання контролерів; методи контролю, що дозволяють адаптацію як зворотного зв'язку, так і прямої подачі керуючих сигналів відповідно до постійно змінюваних умов; оптимальні методи контролю (з урахуванням обмежень із урахуванням альтернативних варіантів); технології спілкування в реальному часі; (2) розширені візуальні та фізичні інтерфейси людина-машина; (3) навігаційні і технології сприйняття, в тому числі: візуальні можливості (від макро- до мікро-); навігаційні технології; (4) моніторинг і діагностику, в тому числі: удосконалену обробку сигналу або віртуальний контроль; методи на основі моделей, сигналів і пошуку даних для широкого спектра застосувань в області моніторингу стану (наприклад, виявлення шаблону подій, діагностики, виявлення аномалій, прогностики і прогностичного технічного обслуговування); (5) розширені структурні системні архітектури; зокрема, реконфігуровані машинні архітектури; (6) актуаторні технології / кінцеві ефектори / локомоцію, в тому числі Гіргеґ системи для складних деталей, маніпуляцій або збірки; (7) енергетичні технології, в тому числі: компоненти системи зберігання енергії, такі як (супер) конденсатори, пневматичне зберігання, акумулятори тощо; збиральні енергетичні технології; (8) проектування інтегрованих продукт-процес-виробничих систем і методів моделювання</p>
<p>Передові матеріали</p>	<p>Уся технологія разом</p>	<p>Включають: передові композиційні матеріали та «метаматеріали».</p> <p>Переробна промисловість все частіше вдається до використання нових матеріалів, щоб скористатися поліпшеними характеристиками, включаючи підвищену функціональність, меншу вагу, підвищену ефективність використання енергії і т.д. Передові матеріали можуть включити нові можливості не тільки у вигляді нової готової продукції, а й у поліпшених виробничих процесах і операціях. При цьому деякі сучасні матеріали включають такі технології, як nano- і біотехнології.</p>

Продовження табл. Д.45

1	2	3
Адитивне виробництво	Уся технологія разом	<p>Вибір сучасних матеріалів, які будуть актуальними для виробництва в майбутньому, включає: (1) передові метали, у тому числі нержавіючу сталь, суперсплави й інтерметаліди; (2) передові полімери, у тому числі синтетичний інжиніринг неперівідних полімерів, спроектованих пластмас, провідних полімерів або органічних електронних матеріалів Орес, передових покриттів, а також передових нановолокон; (3) високоякісну кераміку та надпровідники, у тому числі нанокераміку, п'єзокераміку та нанокристали; (4) нові композиційні матеріали, у тому числі полімерні композиційні матеріали, керамічні композити з безперервним волокном, металеві матричні композиційні матеріали, нанокompозити, нанопорошки, металеві фулерени та нанотрубки; (5) передові біоматеріали, у тому числі біоінженерні матеріали, біосинтетичну, нановолокна і каталізатори</p> <p>Включає: адитивне виробництво (AB) та його методи, описані різними термінами із злегка різними значеннями, в тому числі: (а) автоматизоване виготовлення; (б) виготовлення у твердому вигляді у вільній формі; (в) пряме цифрове виробництво; (г) стереолітографія; (д) тривимірний, або 3D-друк; (ж) швидке макетування.</p> <p>AB контрастує з типовими виробничими процесами, в яких матеріал видалений або сформований. AB має деякі переваги щодо інших технологій, а саме: (1) AB скорочує кількість відходів, оскільки воно потребує тільки ту кількість матеріалу, яка необхідна для виготовлення деталі або компонента; (2) AB допускає нові типи конструкції (в тому числі комплексні 3-мірні частини), які не мають обмежень, що накладаються традиційною обробкою; (3) AB не вимагає витрат часу і грошей на освітлення, маски або іншу фіксувану оснастку; (4) AB зменшує потребу в великих товарно-матеріальних запасах, оскільки деталі можуть бути виготовлені тільки в певний термін або майже точно в строк; (5) AB дозволяє реалізувати розподілені виробничі концепції, оскільки компоненти не повинні бути виготовлені саме на заводі.</p> <p>Попередні області застосування AB включають до себе споживчі товари, медичні імплантати й інструменти, зубні імплантати та космонавтику. AB застосовується до таких областей, як тканинна інженерія і нанотехнології. Наприклад, у 2010 р. американські компанії побудували перший комерційний принтер для виробництва тканин і органів людини.</p> <p>Перспективні застосування до 2030 р.: в майбутньому розвиток технологій приведе до значного зниження цін, що буде вигідним як бізнесу, так і для кінцевих споживачів. Деякі очікувані події в найближчому майбутньому включають: (1) очікується, що до 2030 року AB-машини будуть покращені настільки, що вони зможуть прямо конкурувати з традиційними технологіями виробництва. Зокрема, передбачається, що методи AB будуть здатні забезпечити складання виробів за площею або за обсягом, а не ієрархічним поданням матеріалів (шарів матеріалів), як це відбувається сьогодні, створюючи швидко і при відносно високій точності безліч матеріальних продуктів; (2) коли AB буде повністю розроблена і масштабована, то вона приведе до економії масштабу,</p>

Закінчення табл. А.45

1	2	3
Енергетичні і технології на-вколишнього середовища	Уся техно-логія разом	<p>отже, є можливість зробити масову кастомізацію і полегшити зміни в проектуванні; (3) можливо, «найбільше зміною за 20 років для адитивної технології» буде біовиробництво. Наприклад, сьогодні вже існують тривимірні моделі раку і моделі тестування наркотиків, які можуть замінити існуючі моделі на тваринах майже повністю. Регенеративна медицина та виробництво функціональних тканин і органів для ремонту пошкоджень стане можливою через 20 років, а може й вся концепція живого друку органу; (4) патенти для багатьох встановлених адитивних технологій закінчаться протягом найближчих 5–10 років. При цьому Китай, який активно інвестує в цю технологію, майже напевно стане ключовим гравцем в декількох сегментах ринку після закінчення терміну дії патентів</p>
		<p>Виробничі системи жадають нових матеріалів, методів, процесів і технологій для вирішення екологічних проблем у майбутньому. Оскільки виробничі фірми продають технології та обладнання, які використовуються у інших енергетичних галузях, то вони мають каскадний вплив на національному та глобальному рівнях використання ресурсів.</p> <p>Приклади технологій чистої енергії включають в себе: (1) відновлення і повторне використання ресурсів; (2) відновлювану сировину; (3) зберігання електроенергії; (4) паливні елементи; (5) поновлювані джерела енергії (сонячну, вітрову, геотермальну, біо-енергетику, гідроенергетику); (6) ядерні поділ і злиття; (7) передові транспортні засоби.</p> <p>Наприклад, одним із застосування біотехнології буде розробка нових високоєфективних катализаторів, які мають сприяти досягненню безвідходних викидів та селективному використанню енергії в хімічних реакціях. Вони також дозволять використання нової / або відновлюваної сировини і повторне використання відходів, а також вирішення глобальних проблем, таких як викиди парникових газів, якість води та повітря</p>

Джерело: сформовано автором на основі [129, с. 39–50]

Таблиця Д.46

Десять проривних технологій, що за даними російських учених будуть мати першочергове значення до 2020 р.

Технологія	Перспективні зміни
Портативні електронні пристрої	Сполучають можливість персонального комп'ютера, доступу до Інтернет, отримання телевізійного зображення та телефонного зв'язку
Паливно-акумуляторні автомобілі	Автомобілі з гібридними двигунами, заснованими на застосуванні воднево-кисневого палива й електроенергії
Високоточне сільськогосподарське виробництво	Комп'ютеризоване управління виробництвом зернових культур із урахуванням земельних умов
Масова кастомізація продукції через Інтернет	Торгівля за допомогою Інтернет. За оцінками віртуальна торгівля у 2007 р. склала 30 % економіки США
Життя в телепросторі	Виникнення стилю життя, пов'язаного із використанням засобів інформатики та Інтернету в усіх його аспектах – роботі, навчанні, здійсненні купівель і т. ін.
Поява віртуальних секретарів	Поява інтелектуальних комп'ютерних програм високого рівня, що допомагають розв'язувати чисельні проблеми й орієнтуватись у морі інформації, а з часом і здійснювати низку рутинних операцій і виконувати їх за допомогою робототехнічних пристроїв
Генетичне конструювання	Генетично змінені організми
Нова медицина	Комп'ютеризоване медичне обслуговування
Альтернативні джерела енергії	При тому, що традиційні види палива – нафта, газ і вугілля – збережуть свою провідну роль у майбутньому, частка вітряної, геотермальної, водної, сонячної енергії, енергії біомаси та інших альтернативних джерел зросте від 10 % усієї споживаної енергії сьогодні до приблизно 30 % до 2015 р.
Інтелектуальні мобільні роботи	Наступне покоління промислових роботів буде спроможне сприймати оточуюче середовище, приймати складні рішення і самонавчатись

Джерело: сформовано автором на основі [120]

Таблиця Д.47

Основні «закриваючі» технології (wild cards), реалізація яких очікується у 2020–2030 рр.
(Центр макроекономічного аналізу та короткострокового прогнозування (ЦМАКП), 2009 р.)

1	2	3	4	5	6	7
Характер технології	Очікуваний час появи (розповсюдження)	Сегменти ринку, що «закриваються» або доповнюються	Критично необхідні додаткові умови	Значущість для Росії, ступінь розробленості	Ризики	Країни-розробники, приклади
I. Медицина						
Ліки точкового впливу	Близько 2020 р	Переворот на ринку ліків, особливо сильнодіючих	Значний обсяг венчурного фінансування; прорив у нанотехнологіях (наномембрани, нанокаталізатори для очищення речовин)	Не визначена (розрив у базових технологіях, немає заділів)	Високий ступінь ризику при створенні технологій і застосуванні препаратів	Країни-лідери у розробках – США, ЄС, Японія
Таргетні лікарські препарати з індивідуальним підбором для конкретного пацієнта	Впровадження – близько 2030 р.	Переворот на ринку ліків	Розвиток генних досліджень	Не визначена (розрив у базових областях, немає заділів)	Можливість створення генетично вибіркової біологічної зброї	Країни-лідери у розробках – США, ЄС, Японія
Виробництво генномодифікованих тварин для донорства людinin окремих органів і тканин (шкіри й ін.)	Близько 2030 р.	Скорочення сфери донорства людських органів	Розвиток генних досліджень	Не визначена (розрив у базових областях, немає заділів)	Гуманітарні ризики (біоетика)	Країни-лідери у розробках – США, ЄС, Японія

Продовження табл. Д.47

1	2	3	4	5	6	7
II. Паливно-енергетичний комплекс						
Екологічно й економічно прийнятні технології масового виробництва сонячних батарей	Покоління I – 2015 р., покоління II – 2025 р. (ККД до 50%)	Децентралізація енергопостачання у ЖК для країн з помірним кліматом	Розвиток нанотехнологій і хімічного виробництва	Помірна важливість, важливо тільки в рамках створення локальних енергосистем у південно-східних районах	Сегментація енергетичного і екологічного виробництва. Високий рівень ризиків	Країни-лідери у розробках – США, ЄС, Японія, незалежні роботи у Росії
Компактні акумулятори електроенергії з високими енергетичними параметрами	Близько 2020 р.	Розповсюдження комерційно прийнятних міських електромобілів	Дослідження в області фізики й електроніки	Помірний ступінь важливості	–	Країни-лідери у розробках – США і ЄС
Атомний реактор четвертого покоління; реактор із природною безпекою; реактор на швидких нейтронах (РШБ)	2020 – 2025 рр.	Повна зміна технологічної платформи у реакторобудуванні	Розвиток відповідних фізичних дисциплін (особливо для РШБ)	Високий ступінь важливості внаслідок позицій на ринку реакторів	Ризик розповсюдження ядерних технологій подвійного призначення	Активно ведуться роботи у всіх країнах-лідерах, наявні суттєві доробки у Росії
Термоемісійний ядерний реактор з високим ККД (не менше 50%)	Близько 2030 р.	Розвиток ринку реакторів малої потужності для децентралізованих енергосистем і суден	Розвиток відповідних фізичних дисциплін. Попит на наднадійні енергосистеми	Високий ступінь важливості внаслідок наявності значних територіальних (локальних) енергосистем	–	Суттєві доробки у США, Китаї і Росії
Розвиток водневої енергетики	Близько 2030 р.	Розвиток альтернативного міського транспорту	Розвиток атомної енергетики (використання АЕС для закачки енергії	–	Високий рівень технічних ризиків, висока аварійна небезпека подібних систем	Активно ведуться роботи у всіх країнах-лідерах

Продовження табл. А.47

1	2	3	4	5	6	7
Економічно й екологічно прийнятний спосіб одержання синтетичного палива з вугілля	Початок 2020-х рр.	Сировинна база комплексу нафтопереробки розширюється у кілька разів	Розвиток хімії катализаторів (перш за все нанокатализаторів), електрохімії, органічної хімії	Надзвичайно високий ступінь забезпеченості Росії запасами вугілля і водночас – залежність від ринку енергоносіїв	Можливість регіоналізації ринків енергоносіїв (значні поклади вугілля, наприклад, в Китаї), зниження цін на нафту	Існують суттєві доробки у Німеччині та Росії
Економічно ц екологічно оправдані технології видобутку «нетрадиційних енергоносіїв» (важкої нафти, бітумінозних пісків, сланцевого газу) і реабілітації виснажених родовищ	Залежно від світових цін на нафту 2020-ті рр.	Радикальні зміни у нафтовій географії світу. Перехід Північної Америки на самозабезпечення вуглеводнями	Розробка додаткових технологій впливу на пласт (для важкої нафти), що мають низьку енергоемність	Важливість задачі реабілітації сильно зневоднених родовищ Західного Сибіру. Наявні також суттєві запаси важкої нафти	Можливість зниження або стабілізації цін на нафту, а також локалізації енергетичних ринків	У Канаді наявні законсервовані потужності з переробки бітумінозних пісків
Розвиток МГД-генерації як додаткового контуру парогазових і паротурбінних установок	Близько 2030 р.	Стрибок у розвитку (ефективності) традиційної енергетики (парогазових установок)	Розвиток відповідних прикладних фізичних дисциплін та інженерної справи	Високий ступінь значущості, оскільки ККД російських паротурбінних установок значно нижче від розвинених країн	Високий рівень технологічних ризиків; тема не є частиною світового технологічного мейнстріму	Росія – один із лідерів у розробці МГД-генераторів
III. Матеріалознавство, виробничі технології						
Індивідуалізація виробництва на базі АСУ нового покоління	2020–2030 рр.	Переворот у сфері виробництва; перехід до виробництва на замовлення	Інтеграція традиційних виробничих та інформаційних (Smart) технологій	Досить значуще, в тому числі внаслідок кризи кваліфікованих кадрів	Криза традиційних галузей обробної промисловості	Активно ведуться роботи у США, ЄС, Японії, Китаї
Створення нових порід скота та сортів рослин за допомогою генної інжен-	Близько 2025 р.	Витискання традиційних порід скота та сортів рослин	Розвиток генетичних досліджень	–	Поява на сільськогосподарському ринку монополій «генних фабрик»;	Країни-лідери у розробках – США, ЄС, Китай

Додатки

Продовження табл. Д.47

1	2	3	4	5	6	7
нерії; створення штучних біогеоценозів					виникнення нових факторів захворюваності людини	
Наноматеріали, нанокон- позити, фуллерени	2015 – 2020 рр.	Широке застосування в обороні, авіації, тран- спорті; витискання тра- диційних конструкцій- них матеріалів більш легкими і міцними; зростання зносостій- кості на основі нових матеріалів	Розвиток нанотех- нологій	Надзвичайно високий ступінь важливості; осно- ва конкурентоспромож- ності низки складних технічних систем, вклю- чаючи озброєння, авіа- техніку, судна та легкові автомобілі	–	Активно ведуться роботи у всіх краї- нах-лідерах
Перехід до наноелектро- ніки з базою у 10 нм	30 нм – 2012 – 2015 рр.; 10 нм – 2020 – 2030 рр.	Переворот в електро- ніці	Розвиток дослі- джень у цій сфері	Не визначена	–	Країни-лідери у розробках – США і ЄС
Джерела світла на базі світлодіодів, а у подаль- шому – наносвітлодіодів	Світлоді- оди – 2012 р.; наносвітло- діоди – 2015 – 2025 рр.	Витискання традицій- них джерел світла; суттєве зростання енергоефективності у побути та виробни- цтві	Розвиток нанотех- нологій	Надзвичайно високий ступінь важливості; можливість знизити енергоємність росій- ської економіки до світових стандартів	–	Активно ведуться роботи у всіх краї- нах-лідерах, вклю- чаючи Росію
Створення надскладних обчислювальних систем на базі Gb/d-технологій	2015 – 2020 рр.	Розвиток надскладних систем управління у сфері транспорту	Здешевлення від- повідного програм- ного забезпечення	Надзвичайно високий ступінь важливості; можливість компен-	Посилення конкуренції у високотехнологічній сфері за рахунок під-	Національний пріо- ритет у США, а у май- бутньому – і для Росії

Продовження табл. Д.47

1	2	3	4	5	6	7
		і оборони; доступ до обчислювальних ресурсів великої потужності	і розвиток високошвидкісних оптичних волоконних ліній передачі даних	сувати відставання від розвинених країн в області комп'ютерів високої продуктивності	ключення нових країн; одержання країнами, що розвиваються, і терористичними організаціями доступу до необхідних обчислювальних потужностей	
IV. Транспорт						
Розвиток виробництва екологічно прийнятних гібридних двигунів (вугледодні + етанол)	2015 р.	Витискання традиційних двигунів внутрішнього згорання	Високі ціни на вугледодні і відносно низькі на сільськогосподарську сировину	Висока (екологічні проблеми у містах; можливість виробництва комерційного етанолу за рахунок сільськогосподарських потужностей)	Зростання цін на сільськогосподарську сировину для виробництва етанолу	Високий пріоритет у США і країнах Латинської Америки (перш за все Бразилії)
Економічно оправданій трансзвуковий пасажирський літак	Початок експлуатації – 2025 р.	Відчутний вплив на ринок далекомагістральних вузькофюзеляжних літаків	Низькі ціни на паливо; малопотужні енергоефективні двигуни. Аеродинаміка, що забезпечує трансзвукові польоти	Висока; можливість технологічних проривів на базі наявних заділів	Екологічні ризики застосування двигунів високої потужності; звуковий удар при переході на надзвук	Проекти та попередні розробки: США: Sonic Cruiser (Boeing); Росія: Ту-244; Японія: NEXST
V. Інше: оборона і безпека						
Використання озброєнь, заснованих на нових фізичних принципах (лазерна зброя)	2015 р.	Витискання низьких наземних засобів і систем тактичної ППО; нові вимоги до конструкції	Розвиток механіки, вдосконалення лазерів і електронної бази	Надзвичайно висока; ризик втрати ринків систем тактичної ППО; проблеми	Зниження порогу застосування сили внаслідок мінімальних людських	Активні дослідження в США і ЄС

Продовження табл. Д.47

1	2	3	4	5	6	7
		бойової авіатехніки і техніки сухопутних військ		на ринках військової авіатехніки	врат у більш технічно спорядженої сторони	
Радіочастотна мітка (RFID)	2012–2015 рр.	Переворот у сфері забезпечення безпеки та контролю доступу: можливість відслідковувати переміщення окремих товарів і людей	–	Не визначено	Гумантарні ризики (по-рушення приватності особистого життя)	Лідер – США
Квантова криптографія	2015 р.	Переворот у сфері криптографії і захисту інформації, а також у розшифруванні «закритих» текстів	Розвиток відповідних розділів математики та комп'ютерної техніки	Висока	«Гонитва криптосистем» на державному рівні; гумантарні ризики (по-рушення приватності звичайної і бізнес-ли-стування)	У США – це пріоритет національного рівня
Повністю автономні бойові засоби; розвиток АСУ бойового управління з мінімальним утручанням оператора	Близько 2020 р.	Застаріння низки видів бойової техніки і АСУ військового призначення	–	Висока (обмежені мож-ливості для ведення військових дій із значними людськими втратами)	Втрата контролю над військовим потенціалом у кризисній ситуації у випадку збою в роботі АСУ	Військова робото-техніка – США, Корея, Сінгапур; Безпілотні літальні апарати – США, Ізраїль
Перехід до «мереже-центричних» принципів управління – збір інфор-	2015–2020 рр.	Застаріння низки видів бойової техніки і АСУ військового призна-	Розвиток відповідних засобів обробки інформації (забезпе-	–	Невизначений ступінь стійкості в умовах засто-сування засобів радіо-	Абсолютний прі-оритет для США; елементи вже зна-

Заключення табл. Д.47

1	2	3	4	5	6	7
мації та її обробка децентралізовані, забезпечено доступ кінцевих користувачів до необхідного масиву інформації		чення; якісний відрив від країн, що ведуть традиційні бойові дії	чення між машинної обробки інформації в реальному масштабі часу, під час бойових дій		електронної боротьби; можливість перехвату противником контролю за окремими елементами командної системи	ходять застосованя у регіональних конфліктах
VI. Освіта						
Розширення освіти на «креативно-центричну» та «компетентісно-центричне»	2015–2025 рр.	Відмирання існуючої університетської моделі освіти	Розвиток технологій креативної освіти	Не визначена; це більше ризик, ніж можливість	Суттєва кількість людей не зможе брати участь у процесі креативної, науково-технічної і художньої творчості, вони перетворяться на чистих користувачів технологій, які створені іншими	Відбувається у низці країн, включаючи й Росію

Джерело: сформовано автором на основі [134, с. 22–24; 135, с. 13–14]

Таблиця Д.48
 Передбачення головних складових шостого технологічного укладу до 2025–2025 років (Форсайт економіки України: середньостроковий (2015–2020 роки) і довгостроковий (2020–2030 роки), 2015 р.)

Експертна група / технології 6-го укладу	ISCU, UNIDO, University of Oxford, NISTER, ICTAS HLG-KET	«The Global Technology Revolution, In-Depth Analyses», «20 forecasts for 2010–2025», «Scenarios for future scientific and technological development countries 2005–2015»	Експертна робота Статистичного управління США (U.S. Bureau of the Census)	Аналіз біржової діяльності
Наука про життя		Телемедицина, нанобіологія, біологічно імітуючі імплантати, стовбурові клітини	–	телемедицина
Біотехнології		Біотехнології, генетично модифіковані організми (ГМО), синтетичні речовини	–	ГМО
Нові енергетичні технології		Енергетика, альтернативна енергетика та ресурси, ядерні енергетичні системи, системи водневої енергетики	Атомні технології	–
Нанотехнології та нові матеріали		Функціональні наноструктури, нановимірювання і аналізування, композиційні матеріали	–	–
Інформаційно-комунікаційні технології		Хмарні технології, глобальний бездротовий Інтернет, пошукові сервіси, дистанційний контроль, промисловий контроль, бізнес-додатки, кабельні технології, супутникові технології	–	–
Радіоелектроніка	–	Кремнієва, біо-, молекулярна, органічна та фотонна радіоелектроніка, цифрова та аналогова електроніка	–	–
Робототехніка	–	Робототехніка та технології штучного інтелекту	–	–
Новітні промислові технології		Цифровий будинок, текстиль з унікальними характеристиками (інженерія багатofункціональних тканин), роботизовані безпілотні транспортні засоби, енергетичне обладнання для нетрадиційних джерел енергії, харчова промисловість на основі новітніх технологій	–	–
Аерокосмічні технології	–	Дослідження космосу, моніторинг Землі, безпілотні аерокосмічні технології	–	–
Транспортні та логістичні технології	–	Технологія нової транспортної системи та безпеки дорожнього руху, автоматичні (безпілотні) транспортні пристрої, логістичні термінали	–	–
Рециркуляційні технології		Системи рециркуляції води, повторне використання відходів	–	–
Технології поширення знань		Система управління та виробництва знань, резервування масивів даних, запобігання стихійним лихам та їх попередження	–	–
Соціокультурні технології		Передові виробничі технології для розвитку соціальної інфраструктури	–	–

Аджерело: [129; 138, с. 24; 139–155]

Таблиця Д.49

Співставлення пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки, затверджених в редакціях Закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки та техніки» 1992, 2001 та 2010 рр. та Постанові КМУ від 07.09.11 № 942

1992 р.	2001 р.	2010 р.	2011 р.
1	2	3	4
Відсутні	Фундаментальні дослідження з найбільш важливих проблем природничих, суспільних і гуманітарних наук	Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства та держави	Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України та сталого розвитку суспільства та держави: 1. <i>Найважливіші проблеми фізико-математичних і технічних наук*</i> ; 2. <i>Фундаментальні проблеми сучасного матеріалознавства</i> ; 3. <i>Найважливіші проблеми хімії та розвитку хімічних технологій</i> ; 4. <i>Фундаментальні проблеми наук про життя та розвиток біотехнологій</i> ; 5. <i>Фундаментальні дослідження з актуальних проблем суспільних і гуманітарних наук</i>
Перспективні інформаційні технології, прилади комплексної автоматизації, системи зв'язку	Нові комп'ютерні засоби та технології інформаційної суспільства	Інформаційні та комунікаційні технології	Інформаційні та комунікаційні технології: 1. <i>Нові апаратні рішення для перспективних засобів обчислювальної техніки, інформаційних і комунікаційних технологій</i> ; 2. <i>Інтелектуальні інформаційні й інформаційно-аналітичні технології. Інтегровані системи баз даних і знань. Національні інформаційні ресурси</i> ; 3. <i>Суперкомп'ютерні програмно-технічні засоби, телекомунікаційні мережі та системи. Грід- та клауд-технології</i> ; 4. <i>Технології та засоби розробки програмних продуктів і систем</i> ; 5. <i>Технології та засоби математичного моделювання, оптимізації та системного аналізу розв'язання надскладних завдань державного значення</i> ; 6. <i>Технології та інструментальні засоби електронного урядування. Інформаційно-аналітичні системи, системи підтримки прийняття рішень. Ситуаційні центри</i> ; 7. <i>Технології та засоби захисту інформації</i>

Продовження табл. Д.49

1	2	3	4
<p>Екологічно чиста енергетика та ресурсозберігаючі технології</p> <p>Виробництво, переробка та збереження сільськогосподарської продукції</p>	<p>Найновіші технології і ресурсозберігаючі технології в енергетиці, промисловості й агропромислового комплексу</p>	<p>Енергетика й енергоефективність</p>	<p>Енергетика та енергоефективність:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Технології ефективного енергозабезпечення будівель і споруд; 2. Технології електроенергетики; 3. Технології атомної енергетики; 4. Технології енергетичного машинобудування; 5. <i>Технології використання нових видів палива, сквидних енергоресурсів, відновлюваних та альтернативних джерел енергії. Теплонасосні технології;</i> 6. Нанотехнології створення нового покоління мастильних матеріалів для промисловості. Технології та засоби експертно-аналітичного контролю якості моторних палив (автомобільних бензинів і дизельного палива згідно з вимогами «Євро-4»; «Євро-5»; скрапленого нафтового газу і біопалива); 7. Способи застосування сучасного енергоменеджменту. Технології забезпечення енергобезпеки
<p>Охорона навколишнього природного середовища</p>	<p>Збереження навколишнього середовища, усталений розвиток</p>	<p>Рациональне природокористування</p>	<p>Рациональне природокористування:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Технології сталого використання, збереження і збагачення біоресурсів і покращення їх якості та безпечності, збереження біорізноманіття; 2. <i>Технології моделювання та прогнозування стану навколишнього природного середовища;</i> 3. <i>Технології утилізації та видалення побутових і промислових відходів;</i> 4. <i>Технології раціонального водокористування, підвищення ефективності очищення стічних вод і запобігання забрудненню водних об'єктів;</i> 5. <i>Технології очищення та запобігання забрудненню атмосферного повітря;</i> 6. Технології раціонального використання ґрунтів і збереження їх родючості; 7. Технології виявлення і оцінки корисних копалин, їх раціонального екологічно безпечно видобування; 8. Перспективні технології агропромислового комплексу та переробної промисловості

Закінчення табл. Д.49

1	2	3	4
Здоров'я людини	Найновіші біотехнології; діагностика та методи лікування найбільш розповсюджених захворювань	Науки про життя, нові технології профілактики та лікування найпоширеніших захворювань	<p>Науки про життя, нові технології профілактики та лікування найпоширеніших захворювань:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Цільові дослідження з питань гармонізації системи «людина-світ» і створення новітніх технологій покращення якості життя; 2. Створення стандартів і технології запровадження здорового способу життя, технології підвищення якості та безпеки продуктів харчування; 3. Проблеми розвитку особистості, суспільства, демографія та соціально-економічна політика; 4. <i>Геномні технології в біомедицині та сільському господарстві;</i> 5. <i>Молекулярні біотехнології створення нових організмів та продуктів для сільського господарства, фармацевтичної та харчової промисловості;</i> 6. <i>Конструювання та технології створення нових лікарських засобів на основі спрямованого дизайну біологічно активних речовин і використання наноматеріалів;</i> 7. <i>Технології створення молекулярно-діагностичних систем і терапевтичних засобів, ферментних і бактеріальних препаратів</i>
Нові речовини та матеріали	Нові речовини і матеріали	Нові речовини та матеріали	<p>Нові речовини та матеріали:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Цільові дослідження з отримання нових матеріалів, їх з'єднання і оброблення;</i> 2. Створення та застосування технологій отримання, зварювання, з'єднання та оброблення конструкційних, функціональних і композиційних матеріалів; 3. <i>Створення та застосування нанотехнологій і технологій наноматеріалів;</i> 4. Створення та застосування технологій отримання нових речовин хімічного виробництва

* Курсивом виділені перспективні розробки, що проводяться на основі конвергентних технологій

Джерело: сформувано автором на основі [166–169]

Таблиця А-50
Відповідність найважливіших напрямів наукових досліджень і розробок НАН України глобальним проблемам людства

Глобальна проблема людства	Напрямок наукових досліджень	Розробки
1	2	3
Депопуляція і старіння населення	<p>1. Новітні біотехнології для охорони здоров'я, фармакології та АПК</p>	<p>1.1. Клітинні та молекулярні технології для медицини та сільського господарства*; 1.2. Генноінженерні технології з використанням рекомбінантних білків для діагностики та лікування інфекційних та інших поширених захворювань; 1.3. Методи молекулярної діагностики спадкових і зловісних захворювань; 1.4. Нове покоління лікарських препаратів для профілактики та лікування серцево-судинних, неврологічних і інфекційних захворювань; 1.5. Створення системи виявлення та моніторингу генетично модифікованих організмів на ринку України; 1.6. Створення ефективної системи протидії біоагрозам різноманітного походження, а саме: біобезпека, пов'язана з ліками, епідеміями, проявами біотероризму</p>
Нестача продовольства	<p>2. Високопродуктивне сільське господарство</p>	<p>2.1. Генетика та селекція високопродуктивних сільськогосподарських культур і тварин; 2.2. Економіко-правові проблеми забезпечення ефективного агропромислового виробництва та розвитку сільських територій; 2.3. Якісна та безпечна продукція рослинництва та тваринництва для продуктів харчування і промислової сировини; 2.4. Системи дистанційного моніторингу стану ґрунтів і посівів сільськогосподарських культур</p>
Екологічні проблеми	<p>3. Рациональне використання природно-ресурсного потенціалу</p>	<p>3.1. Наукове забезпечення ефективних методів і технологій пошуку, суттєвого збільшення розвіданості запасів та екологічно-безпечного видобутку корисних копалин в Україні; 3.2. Розробка та впровадження засад екологічної політики держави на принципах сталого розвитку; 3.3. Збереження біотичного та ландшафтного різноманіття і подальша розбудова національної екологічної мережі; 3.4. Прогнозування змін клімату на системній основі та виконання Україною зобов'язань за Кіотським протоколом до Рамкової конвенції ООН про зміну клімату; 3.5. Проблеми поводження з відходами та розробка і впровадження засад екологічно чистого виробництва</p>

Продовження табл. А.50

1	2	3
<p>Енергетика та енергозбереження; Вичерпання запасів ряду видів сировини і палива</p>	<p>4.1. Паливно-енергетичний комплекс та енергозбереження</p>	<p>4.1.1. Економіко-правове забезпечення розвитку енергетики; 4.1.2. Проблеми інтеграції об'єднаної енергетичної системи України в трансєвропейську енергетичну систему; 4.1.3. Комплексна модернізація комунальної теплоенергетики; 4.1.4. Ефективне використання та подовження ресурсу газотранспортної системи; 4.1.5. <i>Енергоощадні твердотільні джерела світла</i>; 4.1.6. Підвищення надійності та подовження ресурсу енергетичного обладнання та систем; 4.1.7. <i>Непрадійливі та відновлювані джерела енергії</i></p> <p>4.2.1. Подовження ресурсу служби, модернізація, реконструкція ядерних енергоблоків з метою підвищення їх безпеки і ефективної експлуатації; 4.2.2. Створення елементів ядерно-паливного циклу України; 4.2.3. Повордження з відпрацьованим ядерним паливом і радіоактивними відходами; 4.2.4. <i>Нові ядерно-енергетичні джерела енергії з високою ефективністю і гарантованою керуваністю</i></p>
<p>Відставання від провідних країн світу в переході до нового технологічного укладу, уповільнення науково-технічного прогресу</p>	<p>5.1. Наноматеріали і нанотехнології</p> <p>5.2. Інформаційні технології та ресурси</p>	<p>5.1.1. Наноструктурні матеріали з заданими властивостями, технологічне обладнання; 5.1.2. Наноелектроніка; 5.1.3. Нанохімічні та нанобіологічні технології</p> <p>5.2.1. <i>Впровадження грид-технологій на базі інформаційно-обчислювальної мережі для потреб медицини, фармакології, генетичної інженерії, досліджень у галузі фізики високих енергій та астрофізики</i>; 5.2.2. <i>Теорія, моделі, методи та технічні засоби оптимізації та системного аналізу для вирішення задач трансобчислювальної складності (екологія, функціонування ринкової економіки, демографічні процеси)</i>; 5.2.3. <i>Розробка конкурентоспроможного програмного забезпечення для комп'ютерних технологій та систем; захист інформації у комп'ютерних системах</i>; 5.2.4. <i>Управління складними системами; методи та засоби підтримки інформаційно-аналітичної діяльності та прийняття рішень державними органами управління</i>; 5.2.5. <i>Розвиток національних інформаційних ресурсів та освоєння світових джерел наукової інформації</i></p>

Закінчення табл. Д.50

1	2	3
	<p>5.3. Нові матеріали, методи їх з'єднання та обробки</p>	<p>5.3.1. Конструкційні метали та композиційні матеріали для важкого, транспортного, хімічного й енергетичного машинобудування, авіаційної та космічної техніки; 5.3.2. Функціональні матеріали для електроніки, приладобудування та медицини; 5.3.3. Матеріали для породоруйнівного та ріжучого інструменту 5.3.4. Матеріали для джерел струму та водневої енергетики; 5.3.5. Ресурсо- та енергозберігаючі технології виробництва і з'єднання матеріалів; 5.3.6. Інженерія поверхні; 5.3.7. Методи і засоби технічної діагностики матеріалів і конструкцій тривалої експлуатації (мости, газотранспортні системи, ємності для нафто- та газозбереження); 5.3.8. Сорбційні матеріали широкого призначення; 5.3.9. Речовини та матеріали для побутової хімії та харчової промисловості</p>
<p>5.4. Машинобудування та приладобудування</p>		<p>5.4.1. Виробництво сучасної ракетно-космічної та авіаційної техніки, суден і електровозів нового покоління; 5.4.2. Диспетчерські системи, системи локації в різних середовищах; 5.4.3. Побутова та комунальна електронна техніка та технологічні процеси виготовлення її елементів; 5.4.4. Лазерна техніка та обладнання, технологічні процеси їх застосування; 5.4.5. Діагностичні та лікувальні програмно-технічні комплекси; 5.4.6. Бурове нафтогазове обладнання</p>

* Курсивом виділені перспективні розробки, що проводяться на основі конвергентних технологій

Джерело: сформовано автором на основі [18; 161; 162; 178]

Таблиця Д.51

Відповідність можливостей ефективної реалізації напрямів фундаментальних досліджень, які могли б мати велике значення в довгостроковій (15–20 років) перспективі для України, глобальних проблем людства

№ з/п	Глобальна проблема людства	Ранжування напрямів фундаментальних досліджень		Важливість для України (за 5-бальною системою)	Відповідність вітчизняних досліджень світовому рівню (% підтримки експертами)				Оцінка наявності (% підтримки експертами)			
		№ за прогнозом	Напрямок		вперед-жаємо	на рівні	відстаємо	наукового лідера	експериментально-технологічної бази	кваліфікованих кадрів	захисленої інтелектуальної власності	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Депопуляція і старіння населення	4	Фізико-хімічна біологія (біоорганічна хімія, молекулярна біологія та гена інженерія, генетика, біофізика)	3,8	8,1	31,1	45,9	39,2	35,1	52,7	28,4	
		8	Нейрофізіологія	3,2	8,1	29,7	32,4	39,2	31,1	43,2	24,3	
2	Нестача продовольства	9	Геноміка та біотехнологія рослин	3,0	4,0	23,0	31,1	29,7	29,7	39,2	24,3	
3	Екологічні проблеми, використання за-черпання пасів сировини і палива	10	Фізика та хімія води	3,0	6,8	31,08	20,27	36,49	32,43	37,84	22,97	
		12	Наукові засади розробки сучасних технологій очистки димових газів від сполук сірки та хлору	2,3	4,0	14,9	35,1	14,9	21,6	28,4	21,6	
4	Енергетика та енергозбереження	1	Енергозбереження, альтернативні джерела енергії, енергогенеруючі технології	4,7	2,7	18,9	66,2	39,2	40,5	67,6	31,1	

Продовження табл. Д.51

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		13	Створення ядерної реактивності торієвої енергетики	2,4	1,4	12,2	27,2	16,2	21,6	31,1	24,3
		2	Нанофізика, нанобіологія, наноматеріалознавство, нанохімія, нанотехнології	4,3	6,8	37,8	51,4	43,2	43,2	60,8	33,8
		3	Інформаційні технології (апаратне, математичне та програмне забезпечення), методи та технології обробки інформації, високпродуктивні обчислювальні системи та мережі	4,3	10,8	41,9	41,9	43,2	48,6	56,8	37,8
5	Відставання від провідних країн світу в переході до нового технологічного укладу, уповільнення науково-технічного прогресу	5	Мікроелектроніка, наноелектроніка, нові матеріали для сучасних систем телекомунікації і машинобудування	3,6	4,0	17,6	47,3	35,1	31,1	54,0	29,7
		6	Дослідження в забезпеченні розвитку ракетно-космічної техніки в Україні	3,4	14,9	37,8	14,8	36,5	43,2	56,8	32,4

Закінчення табл. Д.51

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		7	Ядерна фізика	3,2	2,7	36,5	29,7	31,1	39,2	45,9	29,7
		11	Каталіз і каталітичні процеси	2,6	4,0	28,4	33,8	25,7	29,7	36,5	20,3
		14	Космічна мінералогія та космохімія	1,8	4,0	12,2	28,4	16,2	17,6	27,0	16,2

Джерело: сформовано автором на основі [160; 168–170]

Таблиця Д.52

Співставлення інноваційного потенціалу розробок і напрямів інноваційної діяльності у середньостроковій (3–5 років) перспективі для України та глобальних проблем людства

№ з/п	Глобальна проблема людства	Ранжування розробок і напрямів інноваційної діяльності		Важливість для України (за 5-бальною системою)	Відповідність вітчизняних досліджень світовому рівню (% підтримки експертами)			Необхідні умови для ефективного промислового використання – наявність: (% підтримки експертами)							
		№ за про-гно-зом	Напря-м інноваційної діяльності		випереджаємо	на рівні	відстаємо	зацікавленого топ-менеджера	підприємства з достатнім рівнем інноваційної культури	кваліфікованих кадрів	ринку збуту	потенційних інвесторів	виробничих площ	патентного захисту	можливості кооперації та мережних структур
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Депопуляція і старіння населення	5	Фізико-хімічна біологія (біорганічна хімія та біохімія, молекулярна біологія та генна інженерія, генетика, біофізика)	3,4	2,4	28,2	35,3	21,2	23,5	49,4	31,9	30,6	35,3	25,9	28,2
2	Нестача продовольства	8	Геноміка та біотехнологія рослин	1,8	2,4	20,0	12,9	12,9	14,1	23,5	13,8	12,9	20,0	16,5	10,6

Продовження табл. А.52

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
3	Екологічні проблеми, вичерпання запасів сировини та палива			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Енергетика та енергозбереження	1	Енергозбереження, альтернативні джерела енергії, енергозберігаючі технології	4,7	2,4	18,8	71,8	36,5	35,3	64,7	46,8	45,9	54,1	40,0	41,2
5	Відставання від провідних країн світу в переході до нового технологічного	2	Нанофізика, сенсорика, нанобіологія, нанохімія, наноматеріалознавство та нанотехнології	4,0	1,2	43,5	40,0	29,4	35,3	64,7	39,4	40,0	47,1	36,5	41,2
		3	Інформаційні технології (апаратне, математичне та програмне забезпечення), методи	4,0	1,2	48,2	35,3	36,5	36,5	62,4	44,7	45,9	47,1	41,2	45,9

Додатки

Продовження табл. Д.52

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	укладу, уповільнення науково-технічного прогресу		і технології обробки інформації, високопродуктивні обчислювальні системи і мережі												
4			Мікроелектроніка, наноелектроніка, нові матеріали для сучасних систем телекомунікації і машинобудування	3,4	3,5	17,6	44,7	24,7	30,6	50,6	31,9	32,9	41,2	30,6	31,8
6			Дослідження в забезпеченні розвитку ракетно-космічної техніки в Україні	3,3	17,6	38,8	16,5	36,5	44,7	52,9	38,3	36,3	42,4	30,6	31,8
7			Технічна діагностика зварних з'єднань (вузлів) конструкцій, які експлуатуються	2	10,6	20,0	3,5	20,0	22,4	27,1	20,2	21,2	21,2	20,0	14,1

Закінчення табл. А.52

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		9	Каталіз та ката- літичні процеси	1,8	2,4	23,5	9,4	12,9	17,6	27,1	17,0	16,5	17,6	17,6	10,6
		10	Дослідження консолідації нанопорошків алмазу детона- ційного і ста- тичного синтезу та cBN (кубіч- ного нітриду бору) в умовах високих тисків та температур	1,4	3,5	25,9	4,7	18,8	18,8	22,4	18,1	17,6	18,8	16,5	11,8

Джерело: сформовано автором на основі [160; 168–170]

Таблиця Д.53

Співставлення оцінки інноваційного потенціалу розробок і напрямів інноваційної діяльності, які одержали найвищий рейтинг при оцінці експертами важливості для України та глобальних проблем людства

№ з/п	Глобальна проблема людства	Ранжування розробок і напрямів інноваційної діяльності		Важливість для України (за 5-бальною системою)	Відповідність вітчизняним дослідженням світовому рівню (% підтримки експертами)			Необхідні умови для ефективного промислового використання – наявність: (% підтримки експертами)								
		№ за прогнозом	Напрямок інноваційної діяльності		випереджаємо	на рівні	відстаємо	зацікавленого топ-менеджера	підприємства з доступним інноваційним рівнем культури	кваліфікованих кадрів	ринку збуту	потенційних інвесторів	виробничих площ	патентного захисту	можливостей кооперації та мережевих створення	структур
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
			4	Забезпечення здорового способу життя	4,7		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Депуляція і старіння населення	5	5	Серцево-судинні захворювання	4,7		+		+	+	+	+	+	+	+	+
		9	9	Туберкульоз	4,6		+			+	+	+				+
		11	11	Хвороби суглобів	4,5		+		+	+	+	+	+	+	+	+
		14	14	Профілактика найпоширеніших захворювань	4,5		+			+	+	+		+		+
		15	15	Інфекційні гепатити	4,5			+								+

Продовження табл. А.53

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		17	Цитостатичні препарати нових поколінь для хіміотерапії злоякісних пухлин	4,4			+		+	+	+		+	+	+
		21	Інтелектуальні пристрої в медицині, біології	4,4			+		+	+	+	+	+		
		23	СНІД	4,4			+			+	+				+
		53	Функціональна діагностика	3,8		+		+	+	+	+		+	+	+
		61	Створення комбінованих антипертензивних засобів	3,7			+	+	+	+	+		+	+	+
		69	Трансплантологія	3,6			+	+	+	+	+	+		+	
		80	Методи лікування та профілактики, що базуються на генних технологіях	3,3			+			+	+		+		+
2	Нестача продовольства	8	Інтенсивні технології вирощування цукрових буряків і продуктів їх гли-	4,6		+				+	+		+	+	+

Продовження табл. Д.53

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
			бокої переробки (пектини, фруктоза, глютамінова та лимонна кислота)												
		12	Розробка і виробництво екологічно безпечних засобів захисту рослин	4,5		+		+	+	+	+	+	+	+	+
		19	Створення високопродуктивних стійких до хвороб та інших негативних впливів зовнішнього середовища селекційних форм культурних рослин і тварин	4,4		+			+	+	+		+	+	+
		20	Інтенсивні технології вирощування твердої і сильної пшениці, ячменю та інших зернових культур	4,4		+		+	+	+			+	+	+

Продовження табл. А.53

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
			Освоєння виробництва нових мікробних препаратів Р-мобілізуєчих, N-активуєчих, землеудобрювальної дії, мікробіологічних технологій	4,3			+	+	+	+				+	
		27													
			Розробка меліоративних заходів для покращення родючості ґрунтів та підвищення продуктивності с/г культур	4,2			+		+		+		+		
		34													
			Промисловий розвиток птахівництва	4,1				+	+	+	+	+	+	+	+
		35													
			Автоматизація сільськогосподарської техніки	4											
		41					+								

Продовження табл. Д.53

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		43	Речовини біомедичного призначення, біостимулятори росту рослин	3,9			+	+	+	+	+	+	+	+	+
		45	Виробництво у промислових обсягах соняшнику льону, ріпаку та продуктів їх переробки	3,9		+			+	+	+	+	+	+	+
		55	Виробництво природних цукрозамінників (стевія, цикорій, топінамбур) і продукти їх глибокої переробки	3,8			+	+	+	+	+	+	+		+
		58	Перехід до виробництва біотехнологій і максимальна відмова від застосування в С/Г хімічних технологій	3,8			+	+	+	+			+		+

Продовження табл. А.53

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
2		60	Виробництво винограду та харчова переробка у виноградарстві	3,8			+		+	+	+					
		62	Виробництво ефективних сумішей, біологічно активних добавок для зміцнення імунітету тварин	3,7		+	+		+	+	+	+			+	
		67	Виробництво вітчизняної поливної техніки	3,7			+				+		+		+	
		68	Землевпорядкування на основі системи землеробства з контурно-меліоративною організацією території	3,7			+					+	+		+	
		75	Біоінженерія	3,4				+		+	+		+	+	+	
		79	Нові сорти та гібриди рослин	3,3			+		+	+	+	+	+	+	+	

Продовження табл. Д.53

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		84	Розвиток нових технологій рекультивациі земель	3,2		+				+		+			+
		6	Технології та обладнання для одержання високоякісної питної води, очистки та знезараження газових викидів, стічних вод	4,7			+	+	+	+	+	+	+	+	+
		22	Створення та розвиток промислових технологій переробки й утилізації відходів і виробництва вторинної сировини	4,4			+			+	+		+		+
		29	Розробка, прийняття і впровадження комплексної програми високоякісної очистки питної води	4,3			+			+		+			+

Продовження табл. А.53

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
3	Екологічні проблеми	36	Збереження довкілля та його вплив на забезпечення населення продовольством	4,1		+	+	+	+	+		+			+	
		66	Технології переробки побутових і промислових відходів	3,7			+				+	+	+	+		+
		72	Розробка комплексної технології вилучення важких металів із стічних вод	3,6				+	+		+		+			
4	Вичерпання запасів ряду видів сировини та палива	77	Широке застосування систем утилізації біопаливних ресурсів	3,4			+	+	+	+	+	+				
		1	Ресурсозбереження та виробництво альтернативних джерел енергії	5,3			+			+	+	+	+			
		2	Виробництво біопалива з рослинної сировини	4,6			+	+		+	+	+	+		+	

Додатки

Продовження табл. Д.53

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		28	Технологія виробництва палива з відновлюваної сировини	4,3			+		+		+	+	+	+	
		42	Ресурсозберігаючі технології у переробці	3,9			+	+	+	+	+	+	+	+	+
		49	Впровадження альтернативних видів палива для транспортних засобів	3,9			+	+	+		+	+			
		3	Енерго- та ресурсозберігаючі технології	4,8			+	+	+	+	+	+		+	+
5	Енергетика й енергозбереження	32	Зниження питомих витрат палива при виробництві теплової та електричної енергії, зниження витрат теплоенергії при її транспортуванні	4,2			+	+	+		+	+			

Продовження табл. А.53

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		37	Воднева енергетика, високоактивні паливні елементи, біоенергетика	4,1			+			+	+	+		+	
		57	Відновлення малих ГЕС та використання ВЕР	3,8		+	+	+	+	+	+	+			
		78	Запровадження повсюдного обліку енергоресурсів	3,4			+	+	+	+					
		82	Міжгалузеві енергозберігаючі заходи	3,2			+	+	+	+	+	+	+		+
		83	Використання сонячної та геотермальної енергії для забезпечення потреб у теплопостачанні гарячої води	3,2			+		+	+	+	+	+		
		85	Створення мало-серійного виробництва паливних комірчанних установок	3,1			+	+	+	+	+	+	+	+	+

Додатки

Продовження табл. Д.53

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
			А) Нанотехнології, наноматеріали												
		26	Створення наноструктурних компонентів альтернативної енергетики, в тому числі: сонячні батареї, су-перконденсатори, оксидні паливні комірки	4,3		+			+	+	+		+	+	+
	Уповільнення науково-технічного прогресу	39	Нанотехнології	4			+		+	+	+			+	+
		63	Наноматеріали та технології їх обробки	3,7		+	+		+	+	+			+	+
		64	Функціональні полімерні матеріали. Нанохімія	3,7		+	+			+	+		+	+	+
			Б) Технологічне оновлення машинобудування												

Продовження табл. Д-53

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
			<i>Підвищення конкурентоспроможності основних галузей</i>												
	2		Підвищення рівня сучасності конструкцій, машин та обладнання	4,9		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	13		Модернізація житлового господарства у житлових сферах	4,5			+	+	+	+	+	+		+	
	46		Захист металевих конструкцій від корозійного руйнування	3,9			+		+	+	+	+	+	+	+
			<i>Розвиток авіа-космічної та оборонної галузей</i>												
	24		Розробка новітніх матеріалів і методів захисту деталей і вузлів авіа- та космічної техніки	4,3		+		+	+	+	+	+	+	+	+

Продовження табл. Д.53

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
			від зносу та корозії в екстремальних умовах експлуатації												
			<i>Нові матеріали та технології обробки</i>												
		40	Біологічно сумісні матеріали	4			+			+	+	+		+	+
			Розробка та освоєння економічно легованих марок сталі для виробництва литих, кованих і прокатних виробів з високим комплексом міцнісних та в'язких властивостей									+			
		47		3,9		+				+	+				
			Матеріалознавство для альтернативної енергетики (зокрема, водневої)												
		51		3,8			+			+	+	+	+	+	+

Продовження табл. Д.53

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		70	Деформаційно-термічне зміцнення вуглецевих і низьколегованих сталей	3,6			+	+	+	+	+	+		+	
		73	Безкиснева кераміка, композитні матеріали	3,5			+		+	+	+	+	+	+	+
		74	Матеріали з текструованою структурою	3,5			+		+	+				+	+
		81	Технології позапінчної доводки чавуну й обладнання для її реалізації	3,3			+		+	+				+	
		86	Розробка технології формування зернистої структури алюмінію та його сплавів у присутності дисперсних часток тугоплавких сполук	3,1					+	+			+	+	

Продовження табл. Д.53

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		87	Технології виплавки чавуну та конвентування сталі з використанням електричних і магнітних полів малої потужності	3,1			+		+	+		+		+	+
			В) Інформаційно-комунікаційні та комп'ютерні технології												
		10	Інформатика й управління	4,6			+			+		+			+
		18	Цифрові системи зв'язку й обміну даними, мікровильові технології	4,4			+		+	+	+	+	+		+
		25	Нові методи й алгоритми обробки даних і розпізнавання зображень	4,3				+	+	+	+	+	+		
		30	Комп'ютери з підвищеним рівнем інтелекту	4,3						+	+	+	+		

Продовження табл. А.53

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		33	Інтелектуальні системи охорони критичних об'єктів	4,2			+		+	+	+		+		
		38	Мобільні мультимедійні засоби і системи	4			+			+	+	+	+	+	+
		48	Комп'ютерне приладобудування	3,9			+		+	+	+		+		
		52	Інформаційні технології (системи)	3,8			+		+	+	+	+	+	+	+
		59	Оптоелектроніка	3,8			+		+	+	+		+	+	
		71	Інтелектуальні системи контролю дорожнього руху, перевезень	3,6			+		+	+	+		+		
		76	Інтелектуальні відео системи контролю та автоматизації	3,4			+	+	+	+	+	+	+		
			Г) Хімічні технології та матеріали												

Додатки

Продовження табл. Д.53

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
6	Відставання від провідних країн світу в переході до нового технологічного укладу, уповільнення науково-технічного прогресу	16	Тонкий органічний синтез. Малотоннажна хімія	4,4		+	+		+	+	+	+	+	+	+	
		31	Виробництво високофактивних мембран, каталізаторів, сорбентів	4,2		+			+		+	+	+	+	+	+
		44	Розробка ендогенних родовищ апатитів і екзогенних фосфоритів	3,9			+	+		+	+	+	+	+	+	+
		50	Продукування нових технологій виробництва та застосування фосфорних добрив	3,8			+	+		+	+	+	+	+	+	+
		54	Освоєння нових енерго- та ресурсозберігаючих технологій виробництва азотних добрив	3,8			+			+	+	+	+	+	+	+
		56	Вуглекімія	3,8				+		+	+	+	+	+	+	+

Закінчення табл. А.53

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		65	Випуск калійних добрив за рахунок освоєння нових технологій видобутку та преробки сировини на базі полімінеральних руд Прикарпаття	3,7		+			+	+	+	+	+		+

Зуваження. У цій таблиці зведено тільки ті із запропонованих експертами напрями технологічного розвитку, які отримали найвищу рейтингову оцінку в третьому турі опитування (більше 3 балів)

Джерело: сформовано автором на основі [160; 168–170]

Таблиця Д.54

Перелік критичних технологій України, визначений в рамках виконання Державної програми прогнозування науково-технологічного розвитку на 2008–2012 рр., УкРІНТЕІ

Напрямок досліджень	Групи технологій	Критичні технології
1	2	3
Біотехнології (2009 р.)	Медицина	<ul style="list-style-type: none"> ▪ технології визначення активності нейтральних протеїназ, нетрипсіноподібних протеїназ, хімази, тоніну, кальпаїнів, еластази, ендотеліальної еластази, металоеластази, трипсин- та еластазо-інгібіторної активності α-1-інгібітора протеїназ, α-2-макроглобуліна в біологічних рідинах; ▪ технологія одержання рекомбінантного соматропіну (гормон росту); ▪ технологія виявлення відмираючих клітин із застосуванням експрес-тесту при аутоімунних захворюваннях
	Фармацевтика	<ul style="list-style-type: none"> ▪ технологія виробництва ліпосомальних лікарських продуктів у формі гелю та мазі; ▪ технологія отримання нового вітчизняного антибіотика тейкопланіну
	Промисловість (у тому числі харчова)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ розробка технологій одержання ферментів вітчизняного виробництва гліколітичної і протеолітичної дії; ▪ технологія з використанням речовини, що потенціє пробіотичну дію штамів лакто- та біфідобактерій; ▪ технологія виробництва альтернативних рідких палив на основі біоетанолу для двигунів внутрішнього згоряння; ▪ технологія створення електрохімічних біосенсорів; ▪ технологія великотоннажного виробництва біоетанолу з відходів сільськогосподарської продукції; ▪ біотехнологія виробництва біобутанолу за допомогою бактерій роду <i>Clostridium</i>
	Сільське господарство	<ul style="list-style-type: none"> ▪ технологія одержання <i>in vitro</i> регенерантів гороху з корінням і адаптація їх у ґрунті; ▪ технологія створення диференційно-діагностичних середовищ для мікобактерій туберкульозу різних видів;

Продовження табл. А.54

1	2	3
<p>Енергетика й енергоефективність (2008 р.)</p>	<p><i>Когенераційні</i> – підвищення ефективності забезпечення об'єктів сфери промисловості та житлово-комунального господарства електроенергією та теплом</p> <p><i>Енергозабезпечення будівель і споруд</i> – використання альтернативних джерел енергії для забезпечення теплом житлово-комунального господарства</p> <p><i>Електроенергетика</i> – ефективне електро- та теплозабезпечення житлово-комунального господарства</p> <p><i>Нові види палива й енергоресурсу</i> – заміщення споживання нафтопродуктів і природного газу</p> <p><i>Технології горіння</i> – підвищення ефективності використання хімічної енергії палива й альтернативних джерел енергії, покращення екології довілля</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ідентифікація генотипів соняшнику, маркування господарсько-цінних ознак за допомогою молекулярно-генетичних маркерів (у стадії розробки); ▪ технологія одержання лікарських і ветеринарних препаратів на основі біологічно активних речовин морських гідробіонтів і наночастинок біометалів; ▪ технологія отримання трансгенних ліній рослин на основі селективних генів рослинного походження <p>технологія створення енергогенеруючих потужностей на основі комбінованих когенераційних і теплонасосного устаткування</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ технологія опалення та гарячого водопостачання житлових і комунально-побутових приміщень на основі використання сонячної енергії; ▪ технологія створення енергоефективного екобудинку з використанням відновлюваних джерел енергії ▪ технологія вдосконалення та структурної оптимізації енергетичних мереж, гармонізація з енергетичною системою країн ЄС; ▪ технологія зменшення втрат в елементах транзитних електричних мереж; ▪ технологія використання модульних систем у малій вітроенергетиці ▪ технологія отримання моторних палив і метанолу з альтернативної сировини; ▪ технологія отримання синтетичного палива (газу) <p>технологія виготовлення термо- та корозійостійких теплоізолюючих матеріалів для теплових мереж</p>

Продовження табл. Д-54

1	2	3
	<p><i>Теплонасосні технології – забезпечення енергозбереження в народному господарстві, утилізація низькопотенційного скидного тепла</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ технологія використання парокompресійних теплових насосів; ▪ технологія використання теплоти ґрунту та ґрунтових вод у комбінованих теплонасосних системах; ▪ технологія використання різномірних відновлюваних джерел енергії в інтегрованих теплонасосних системах
	<p><i>Енергетичне машинобудування – підвищення ресурсу та зменшення енергоємності обладнання, що експлуатується в енергетиці</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ технологія використання високотемпературної надпровідності в електричних машинах, апаратах та інших електротехнічних пристроях; ▪ технологія магніторідинної герметизації для значного підвищення експлуатаційного ресурсу обладнання, що застосовується на енергетичному устаткуванні
	<p><i>Композиційні матеріали та способи їхнього отримання</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ технологія одержання мідних електrolітичних мікропорошків; ▪ розроблення новітньої технології наплення композиційних вуглець-металевих функціональних покриттів на установках типу «Булат»; ▪ вибухова технологія одержання металевих композитів
Нові матеріали (2009 р.)	<p><i>Конструкційні матеріали та способи їхнього отримання</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ технологія створення засобів для тимчасового протикорозійного захисту металопрокату; ▪ виробництво пінобетонних блоків і монолітних стін; ▪ зміцнення поверхні виробів з алюмінієвих сплавів. Зміцнення поверхні та підвищення корозійної стійкості металевих виробів
	<p><i>Наноматеріали та способи їхнього отримання</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ застосування гідротермального способу отримання нанопористого вуглецю при високому тиску; ▪ використання потужного лазерного випромінювання для цілеспрямованої модифікації нанопористих матеріалів (TiO_2, SiO_2); ▪ хімічні методи отримання наночасток із функціональною поверхнею, придатною для приєднання антитілі; ▪ технологія створення флуоресцентних нанозондів для моніторингу фізіологічного стану біологічних об'єктів;

Продовження табл. А.54

1	2	3
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ дослідно-виробнича технологія виготовлення вуглецевих наноструктурних композитів; ▪ оптимізована технологія отримання наноструктур на основі сполук AlIVbVI для пристроїв нового покоління
	<p>Функціональні матеріали та способи їхнього отримання</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ технологія мультикристалічного кремнію; ▪ технологія отримання високоєфективного термоелектричного матеріалу на основі телуриду свинцю; ▪ технологія карбтермічного відновлення кварцитів (рафінування металургійного кремнію); ▪ спінтроніка. Виготовлення електромагнітних матеріалів; ▪ технологія використання новітніх напівпровідникових квантово-розмірних матеріалів у мікрофлюїдиці та біомедичних дослідженнях і екології; ▪ одержання монокристалів кремнію, легованих германієм; ▪ виготовлення надпотужних постійних магнітів з ефектом обмінної взаємодії; ▪ технологія отримання плівкових наноструктурних 0D, 1D та 2D напівпровідникових матеріалів; ▪ технологія отримання наднизькофонових сцинтиляторів
	<p>Інші матеріали та способи їхнього отримання</p>	<p>розробка іоноплазмових технологій</p>
	<p>Новітні розділи ґрід-технологій та клауд-комп'ютингу (cloud computing)</p>	<p>нові високоєфективні методи наукових досліджень на основі комп'ютерних технологій в різних галузях науки, нові методи інженерних розрахунків, нові методи обробки медичної інформації, нові можливості телемедицини</p>
	<p>Комбінація технологій розподілених систем, штучного інтелекту, семантичного Web та семантичного Grid</p>	<p>інтелектуальні Web і Grid застосування для рішення інформаційних та обчислювальних задач</p>
	<p>Технології розвитку інформаційно-телекомунікаційної інфраструктури України</p>	<p>Національний центр оперативного-технічного управління телекомунікаційними мережами. Програмно-алгоритмічне забезпечення комунікаційних систем інформаційно-телекомунікаційних мереж, пограничного обладнання. Програмно-алгоритмічне забезпечення</p>

Продовження табл. Д.54

1	2	3	
Інформаційно-комунікаційні технології (2011 р.)	обладнання телекомунікаційних мереж, корпоративних і відомчих мереж. Програмно-апаратні комплекси мереж NGN	технологія візуального технологічного програмування TVP-1	
	Технологія візуального технологічного програмування TVP-1	надання послуг з віддаленого проектування. Паралельні методи й алгоритми моделювання	
	Технології віддаленого проектування / Технології паралельного моделювання і оптимізації	Інформаційні трансформерні технології в робототехніці	екзоскелетон та інші пристрої-трансформери
	Нові паралельні алгоритми та чисельні методи, нова система організації засобів моделювання	Технологія ситуаційного управління при прийнятті управлінських рішень	розподілене паралельне моделююче середовище (РПМС). Повнофункціональне програмне забезпечення моделювання.
	Технологія підтримки прийняття стратегічних рішень	Технологія підтримки прийняття стратегічних рішень	ситуаційні центри (СЦ) – системи підтримки прийняття рішень
	Мікростільникова розподілена мережа міліметрового діапазону хвиль із застосуванням багатоканальної схеми MIMO	Інформаційні трансформерні технології, в т. ч. для систем таймерного кодування	комп'ютерна система підтримки прийняття стратегічних рішень
	Технологія виготовлення оптичних носіїв для довготермінового зберігання інформації	Технологія виготовлення оптичних носіїв для довготермінового зберігання інформації	телекомунікаційна система широкопasmового радіодоступу високої пропускнуої здатності
			нові апаратні та програмні методи та засоби
			оптичні носії для довготермінового зберігання інформації

Закінчення табл. А.54

1	2	3
	<p>Суперкомп'ютерні технології для розв'язання задач в області економіки, управління складних об'єктів екології, біології та медицини, обороноздатності країни</p> <p>Інформаційна технологія прийняття рішень при діагностуванні захворювань</p> <p>Радіотехнологія MITRIS + WiMAX</p> <p>Технології тривимірного реалістичного інтелектуального моделювання складних техногенних систем, інтегровані з методами та засобами неогеографії та неогеографії</p> <p>Комбінація технологій розподілених систем, штучного інтелекту, семантичного Web та семантичного Grid</p>	<p>Підвищення ефективності розв'язання конкретних задач у зазначених галузях</p> <p>Програмні комплекси</p> <p>Мультисервісний радіодоступ</p> <p>Гнучкі моделі промислових об'єктів (таких, наприклад, як вугільні шахти) та інфраструктури сучасних міст, інтегровані з сервісами сучасних картографічних систем, які реалізують принципи неогеографії та неогеографії</p> <p>Інтелектуальні Web і Grid застосування для рішення інформаційних та обчислювальних задач</p>

Джерело: сформовано автором на основі [197]

Таблиця Д.55

Пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні на 2011 – 2020 рр.
(Закон України від 08.09.2011 № 3715, Постанови КМУ від 12.03. 2012 № 294 та від 17.05.2012 № 397)

Середньострокові пріоритети на 2012–2016 рр.		
Стратегічні пріоритети на 2011–2020 рр.	Загальнодержавного рівня	Галузевого рівня
1	2	3
1. Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії	<p>1.1. Освоєння нових технологій удосконалення енергетичних мереж та обладнання з урахуванням намірів їх гармонізації з енергетичною системою країн ЄС;</p> <p>1.2. Освоєння нових технологій створення енергогенеруючих потужностей на основі когенераційних установок;</p> <p>1.3. Освоєння нових технологій отримання альтернативних видів палива;</p> <p>1.4. Освоєння нових технологій будівництва енергоефективних житлових та комунально-побутових будівель і приміщень;</p>	<p>1.1. Освоєння нових технологій транспортування енергії:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ впровадження високотехнологічного обладнання для забезпечення надійності енергопостачання та підвищення ефективності роботи електричних мереж; ▪ проектування багатопланових повітряних ліній; ▪ встановлення засобів компенсації реактивної потужності; ▪ впровадження новітніх полімерних ізоляторів; ▪ впровадження сучасних типів дротів; ▪ будівництво кабельних ліній з ізоляцією із зшитого поліетилену; ▪ встановлення елегазових розподільних пристроїв; ▪ впровадження пристроїв релейного захисту й автоматики, реклоузерів; <p>1.2. Впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ заміна застарілого електротехнічного обладнання на сучасне енергозберігаюче; ▪ впровадження сучасних енергоефективних опалювальних котлів і модернізація існуючих; ▪ заміна існуючих бойлерів на більш енергоефективні; ▪ впровадження технологій та обладнання високоєфективного нагрівання у металургійній промисловості, машинобудуванні, будівельній галузі з використанням альтернативних джерел енергії; ▪ використання маловитратних методів реконструкції існуючих промислово-опалювальних котлів із продовженням ресурсу на 15 років; ▪ впровадження високоєфективних та екологічно чистих технологій спалювання низькосортного твердого палива в киплячому шарі; ▪ розроблення та створення нових типів вітро- та гідротурбін, які мають підвищений рівень корисної дії;

Продовження табл. А.55

1	2	3
	<p>1.5. Освоєння нових технологій отримання та накопичення енергії з відновлюваних джерел;</p> <p>1.6. Освоєння нових технологій енергоефективного спалювання різних видів палива;</p> <p>1.7. Освоєння нових технологій використання теплових насосів</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ оптимізація систем відбору та передачі тепла під час створення теплонасосних станцій; ▪ виробництво та впровадження обладнання для видобутку вугілля з похилих і тонких пластів; ▪ розроблення способів і методів добування та утилізації метану з вугільних родовищ; ▪ впровадження енергозберігаючих технологій в металургійній та хімічній промисловості; ▪ впровадження енергоефективних двигунів та електроприводів для базових галузей економіки; ▪ застосування функціональної та силової електроніки в енергетичній галузі; ▪ удосконалення технологій процесу перевезень, раціональне використання експлуатаційного парку локомотивів; ▪ впровадження енергоефективного обладнання; ▪ впровадження у газотранспортну систему України газоперекачувальних агрегатів нового покоління, а також здійснення модернізації діючих; ▪ впровадження технології когенерації на компресорних станціях газотранспортної системи; ▪ заміна та модернізація котлів у комунально-побутовому секторі з переведенням їх на використання альтернативних видів палива; ▪ впровадження внутрішньочиклової газифікації вугілля з подальшим використанням генераторного газу в парогазових установках; ▪ встановлення теплових насосів, сонячних колекторів, впровадження систем електричного теплоізоляційного обігріву та гарячого водопостачання; ▪ проведення теплосації житлових будинків та будівель бюджетних установ; ▪ впровадження енергоефективних освітлювальних приладів; <p>1.3. Освоєння альтернативних джерел енергії:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ використання альтернативних моторних палив, у тому числі біопалива; ▪ впровадження когенераційних технологій; ▪ проведення модернізації об'єктів комунального господарства, у тому числі переведення котельень, що обслуговують об'єкти соціальної сфери, на використання відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива;

Продовження табл. А.55

1	2	3
<p>2. Освоєння нових технологій високотехнологічного розвитку транспортної системи, ракетно-космічної галузі, авіа- і суднобудування, озброєння та військової техніки</p>	<p>2.1. Розроблення агрегатів і систем нового покоління для швидкісного та високошвидкісного залізничного транспорту; 2.2. Розвиток транспортної логістики; 2.3. Удосконалення систем виведення ракет-носіїв, космічних апаратів; 2.4. Впровадження керуючих систем авіаційної, корабельної, ракетної, військової електроніки;</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ підвищення енергетичної та екологічної ефективності використання альтернативних моторних палив, в тому числі біопалив; ▪ впровадження альтернативних джерел енергії; ▪ видобування та використання як альтернативних родючих та газу сланцевих товщ; ▪ розвиток технологій видобування, використання та комплексної переробки торфу та бурого вугілля як альтернативних видів палива; ▪ розвиток технологій спалювання водовугільних сумішей як альтернативних видів палива для заміщення природного газу; ▪ виробництво електроенергії з використанням відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива (вітрогенерація, сонячна генерація, мала гідроенергетика, біомаса)
		<p>2.1. Розвиток транспортної системи:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ створення та розвиток швидкісного та високошвидкісного руху пасажирських поїздів; ▪ створення та впровадження інформаційних і навігаційних систем нового покоління, розвиток транспортної логістики; ▪ оновлення та розвиток якісних характеристик рухомого складу, розвиток прогресивних технологій ремонту; ▪ розбудова міжнародних транспортних коридорів і модернізація інфраструктури, електрифікація окремих напрямків залізниць України; ▪ створення виробничого центру визначення відповідності автомобільних транспортних засобів, двигунів і систем нейтралізації відпрацьованих газів вимогам державних і міжнародних стандартів (на базі нотифікованого ООН технічної служби України); <p>2.2. Розвиток ракетно-космічної галузі, авіа- і суднобудування, озброєння та військової техніки:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ розроблення методів вдосконалення несучої спроможності судових елементів конструкцій на основі проведення чисельного аналізу їх механічної поведінки в експлуатаційних умовах; ▪ науково-технічне супроводження створення перспективних ракет-носіїв і космічних апаратів та введення в експлуатацію;

Продовження табл. А.55

1	2	3
	<p>2.5. Створення нових поколінь техніки і технологій в авіа-, судно- та ракетно-космічній галузі;</p> <p>2.6. Розроблення засобів для проведення діагностики авіаційної, корабельної та ракетно-космічної техніки;</p> <p>2.7. Розвиток навігаційних систем різного призначення</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ виробництва для утилізації ракетно-космічної техніки та її елементів з урахуванням вимог міжнародних стандартів; ▪ наземної інфраструктури для проведення атестації засобів дистанційного зондування Землі та валідації їх інформації; ▪ ланцюг космічного ракетного комплексу з ракетою-носієм «Циклон-4», космічних систем дистанційного зондування Землі та глобальних навігаційних супутникових систем; ▪ впровадження нових плазмових технологій і технологічного обладнання для підвищення технічного рівня і конкурентоспроможності продукції ракетно-космічної та авіаційної галузі; ▪ створення національної системи геоінформаційного забезпечення та проведення моніторингу надзвичайних ситуацій як складової частини європейської (GMES) і світової (GEOS) систем та забезпечення експлуатації інформаційних сервісів зацікавленими користувачами; ▪ створення та забезпечення експлуатації загальнодержавної цифрової супутникової телекомунікаційної інфраструктури доставки загальнонаціональних телерадіопрограм до синхронних зон ефірного цифрового телерадіомовлення України з використанням уруповання геостанціонерних космічних апаратів зв'язку та мовлення «Либідь»; ▪ створення системи координатно-часового та навігаційного забезпечення України з використанням інформації, отриманої від глобальних навігаційних супутникових систем інших держав (США, Росія, країни ЄС, Китай), і поширенням такої інформації наземними та супутниковими каналами зв'язку; ▪ створення інтегрованої багатофункціональної системи здійснення контролю та проведення аналізу космічного простору; ▪ створення багатофункціональних технічних засобів; ▪ створення внутрішнього ринку космічних інформаційних послуг і продуктів дистанційного зондування Землі, супутникової навігації та супутникового зв'язку; <p>2.3. Створення, зокрема, із залученням міжнародної кооперації:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ космічних ракетних комплексів з ракетою-носієм «Циклон-4» та ракетою-носієм з екологічно чистим паливом «Маяк»;

Продовження табл. А.55

1	2	3
<p>3. Освоєння нових технологій виробництва матеріалів, їх оброблення, і з'єднання, створення індустрії наноматеріалів і нанотехнологій</p>	<p>3.1. Освоєння нових технологій отримання, оброблення і застосування композиційних і композиційно-градієнтних матеріалів; 3.2. Освоєння нових технологій отримання, оброблення і з'єднання конструкційних та інструментальних матеріалів; 3.3. Створення індустрії нанотехнологій, наномате-</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ універсальної космічної платформи з вітчизняною системою управління для використання в супутниках дистанційного зондування Землі та проведення наукових космічних досліджень, зокрема досліджень Місяця; ▪ універсального автономного космічного буксира «Кречет» для доставки космічних апаратів на навколоземну та навколомісячну орбіту з використанням ракет-носіїв «Дніпро» та «Маяк»; ▪ авіаційно-космічного комплексу «Повітряний старт»; ▪ космічних апаратів для дистанційного зондування Землі, забезпечення космічного зв'язку, проведення наукових космічних досліджень, технологічних експериментів на орбіті Землі, космічних досліджень на навколомісячній орбіті та науково-освітніх експериментів; ▪ наукових приладів для проведення космічних експериментів, перспективних агрегатів і систем для проведення досліджень навколоземного та навколомісячного простору, поверхні Землі та Місяця; ▪ складових частин ракет-носіїв, космічних апаратів (у тому числі системи управління, ракетні двигуни, нові технології та матеріали), які дадуть можливість підвищити тактико-технічні характеристики наявних та перспективних зразків ракетно-космічної техніки, а також комерціалізації космічних технологій
<p>3. Освоєння нових технологій виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання;</p>	<p>3.1. Освоєння нових технологій виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ розроблення та впровадження методик оптимізації параметрів протезів, призначених для людини, та оцінка якості протезування; ▪ розроблення та освоєння економічно легованих марок сталі для виробництва литих, кованих і прокатних виробів із високим комплексом міцнісних і в'язких властивостей, методів їх оброблення та з'єднання; ▪ створення нового покоління монокристалів і керамічних енергетичних вузлів для електронно-променевих, лазерних і газорозрядних пристроїв електронної техніки; <p>3.2. Створення індустрії наноматеріалів і нанотехнологій:</p> <p>створення перспективних технологій виробництва скломатеріалів, кераміки та конструкцій з них, їх оброблення, з'єднання за рахунок їх оптимізації за критеріями міцності; використання надміцних наноматеріалів і покриттів</p>	<p>3.1. Освоєння нових технологій виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ розроблення та впровадження методик оптимізації параметрів протезів, призначених для людини, та оцінка якості протезування; ▪ розроблення та освоєння економічно легованих марок сталі для виробництва литих, кованих і прокатних виробів із високим комплексом міцнісних і в'язких властивостей, методів їх оброблення та з'єднання; ▪ створення нового покоління монокристалів і керамічних енергетичних вузлів для електронно-променевих, лазерних і газорозрядних пристроїв електронної техніки; <p>3.2. Створення індустрії наноматеріалів і нанотехнологій:</p> <p>створення перспективних технологій виробництва скломатеріалів, кераміки та конструкцій з них, їх оброблення, з'єднання за рахунок їх оптимізації за критеріями міцності; використання надміцних наноматеріалів і покриттів</p>

Продовження табл. А.55

1	2	3
	<p>ріалів та виробництво продукції з них; 3.4. Освоєння нових технологій отримання, оброблення і застосування конструкційних та функціональних матеріалів у промисловості, будівельній, транспортній галузях; 3.5. Освоєння нових технологій отримання, оброблення і застосування функціональних матеріалів у біології та медицині; 3.6. Створення нових матеріалів із застосуванням хімічних технологій та розвиток малотоннажної хімії; 3.7. Створення і виготовлення модифікованих матеріалів і розроблення та застосування методів поверхневої модифікації виробів;</p>	

Продовження табл. Д.55

1	2	3
	3.8. Створення і виготовлення матеріалів для виробництва, акумуляції, збереження енергії та охорони навколишнього природного середовища	
4. Технологічне оновлення та розвиток агропромислового комплексу	<p>4.1. Розроблення та впровадження технологій адаптивного ґрунтоохоронного землеробства;</p> <p>4.2. Розроблення та впровадження технологій виробництва, збереження і переробки високоякісної рослинницької продукції;</p> <p>4.3. Розроблення та впровадження технологій виробництва діагностикумів захворювань рослин;</p> <p>4.4. Розроблення та впровадження технологій виробництва діагностикумів захворювань тварин і засобів їх захисту;</p>	<p>4.1. Розроблення та впровадження технологій адаптивного ґрунтоохоронного землеробства:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ технологічне оновлення ґрунтової діагностики стану ґрунтів; ▪ науково обґрунтована система ведення землеробства, адаптована до ґрунтово-кліматичних умов господарств різних форм власності; ▪ технологія проведення моніторингу агроресурсів із використанням космічної інформації; ▪ виробництво енергоощадливих дощувальних машин; ▪ технологія відновлення та зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин; <p>4.2. Розроблення та впровадження технологій отримання високоякісної рослинницької продукції:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ адаптивна енергоощадна технологія вирощування біотипів кукурудзи різних груп стиглості в Степу України; ▪ високоєфективна технологія виробництва цукрових буряків; ▪ технологія виробництва насіння пшениці озимої м'якої у Правобережному лісостепу України; ▪ технологія вирощування пшениці озимої в сівозміні із застосуванням сидератів як попередників; <p>4.3. Розроблення та впровадження технологій виробництва діагностикумів захворювань рослин:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ методи прогнозу фітосанітарного стану агроценозів на базі використання сучасних інформаційних технологій - геоінформаційних систем для визначення доцільності застосування засобів захисту рослин; <p>4.4. Розроблення та впровадження технологій виробництва діагностикумів захворювань тварин і засобів їх захисту:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ технологія отримання високоєфективного дезінфектанту на основі полімерних сполук із кріопротекторними властивостями;

Продовження табл. А.55

1	2	3
	<p>4.5. Технологічне оновлення виробництва продукції скотарства та свинарства;</p> <p>4.6. Розроблення та впровадження технологій створення високопродуктивних альтернативних джерел для отримання пального;</p> <p>4.7. Розроблення та впровадження новітніх біотехнологій у рослинництві, тваринництві та ветеринарії;</p> <p>4.8. Розроблення та впровадження технологій виробництва продуктів дитячого та дієтичного харчування</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ вакцина рекомбінантна проти класичної чуми свиней; <p>4.5. Технологічне оновлення виробництва продукції скотарства та свинарства:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ ресурсоощадна технологія підготовки стоків до використання під час промислового виробництва свинини; ▪ система ведення племінного обліку та формування високопродуктивних стад у молочному скотарстві шляхом використання сучасних методів селекції та біотехнології; ▪ екологічна енергоресурсозберігаюча технологія виробництва високопротеїнової кормової добавки з відходів виробництва риби; <p>4.6. Розроблення та впровадження новітніх біотехнологій для рослинництва, тваринництва та ветеринарії:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ біотехнологія створення селекційного матеріалу важливих зернових культур з ознаками врожайності та стійкості до абіотичних і біотичних стресів; ▪ технологія виробництва насіннєвого матеріалу картоплі, оздоровленого біотехнологічним методом; ▪ технологія відтворення тварин із використанням біотехнологічних методів; ▪ ДНК-технологія оцінки свиней за локусами кількісних ознак для маркерної і геномної селекції в свинарстві; ▪ технологія виготовлення та контролювання видоспецифічних промоторних касет для клонування генів тварин
<p>5. Впровадження нових технологій та обладнання для високоякісного медичного обслуговування, лікування, фармацевтики</p>	<p>5.1. Впровадження нових технологій одержання ферментів;</p> <p>5.2. Впровадження нових технологій одержання рекомбінантного гормону росту, цитокінів та інтерферонів;</p> <p>5.3. Впровадження нових технологій одержання</p>	<p>Впровадження нових технологій та обладнання, таких як:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ молекулярні та клітинні технології розроблення методів діагностики та лікування, в тому числі створення диференційних діагностикумів для різних видів мікробактерій – збудників туберкульозу; тест-систем для ДНК-діагностики поширених в Україні важких спадкових захворювань моногенної природи, діагностики онкологічних захворювань людини на основі РНК/ДНК мікрочипів; штучних еквівалентів шкіри медичного призначення з використанням клітин людини; ▪ технології створення нових лікарських засобів на основі спрямованого дизайну біологічно активних речовин та використання наноматеріалів, а саме: одержання лікарських і ветеринарних препаратів на основі біологічно активних речовин і біосумісних наночастинок різної природи; виробництва ліпосомальних лікарських продуктів у формі геля та мазі;

Продовження табл. А.55

1	2	3
	<p>рекомбінантних препаратів для лікування цукрового діабету;</p> <p>5.4. Впровадження нових технологій створення диференційованих діагностикумів для різних видів мікробактерій – збудників туберкульозу;</p> <p>5.5. Розроблення тест-систем для ДНК-діагностики поширених важких спадкових захворювань моногенної природи;</p> <p>5.6. Впровадження нових технологій створення біосенсорів для проведення діагностики поширених захворювань людини;</p> <p>5.7. Впровадження нових аутологічно-клітинних технологій лікування захворювань людини;</p> <p>5.8. Впровадження нових технологій одержання лікарських препаратів на</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ технології спрямованого дизайну біологічно активних речовин з протипухлинною дією та біологічно активних речовин з протитуберкульозною активністю та їх високопропускну скринінгу; отримання нових гліколіпідних антибіотиків – інгібіторів синтезу клітинної стінки бактерій та їх лікувальних форм; ▪ технології виробництва нових ферментних препаратів, а саме визначення активності діагностично- та терапевтично значущих ферментів у біологічних рідинах; одержання ферментів вітчизняного виробництва гліколіпідної та протеолітичної дії; отримання рекомбінантного гормону росту, цитокинів та інтерферонів; отримання рекомбінантних препаратів для лікування цукрового діабету, потенціювання пробіотичної дії штамів лакто- та біфідобактерій; ▪ інформаційні та телекомунікаційні технології в медицині; ▪ впровадження принципів доказової медицини у виконання наукових досліджень і під час проведення аналізу базових показників здоров'я населення

Продовження табл. А.55

1	2	3
	<p>основі біологічно активних речовин і біосумісних наночастинок різної природи;</p> <p>5.9. Впровадження нових технологій створення нових лікарських засобів на основі спрямованого дизайну біологічно активних речовин та їх високопропускового скринінгу;</p> <p>5.10. Розроблення нових методів діагностики, лікування та профілактики найбільш поширених захворювань людини</p>	
<p>6. Широке застосування технологій більш чистого виробництва й охорони навколишнього природного середовища</p>	<p>6.1. Застосування технологій раціонального надрозроблення;</p> <p>6.2. Впровадження прогресивних технологій водозабезпечення, водокористування та водовідведення;</p> <p>6.3. Застосування технологій замкненого циклу технологій очищення, переробки й утилізації промислових і побутових відходів;</p>	<p>Широке застосування таких технологій, як:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ освоєння виробництва вітчизняних високовольтних і надвисоковольтних силових кабелів із твердою поліетиленовою ізоляцією, що забезпечують надійне й екологічно безпечне електропостачання; ▪ впровадження технології напівсухої сіркоочистки димових газів та обладнання для їх реалізації; ▪ застосування високопродуктивного екологічно безпечно обладнання для оброблення металів і перероблення пластмаси, виробництва й оброблення надчистих монокристалічних, напівпровідникових, оптичних конструкційних матеріалів; ▪ виробництво приладів для проведення екологічного та радіаційного моніторингу, впровадження технологій знезараження і стерилізації повітря, рідин, питної та стічної води, комплексів для екологічно безпечної утилізації відходів, у тому числі медичних і токсичних; ▪ розроблення та запровадження технологій та обладнання для одержання високоякісної питної води, очистки та знезараження стічних вод

Продовження табл. Д.55

1	2	3
<p>7. Розвиток сучасних інформаційних технологій, комунікаційних технологій, робототехніки</p>	<p>6.4. Застосування технологій поводження з радіоактивними відходами та зменшення їх негативного впливу на навколишнє природне середовище; 6.5. Застосування технологій зменшення шкідливих викидів і скидів</p> <p>7.1. Розвиток технологій підтримки прийняття стратегічних рішень; 7.2. Впровадження новітніх розділів грид-технологій і клауд-комп'ютигу; 7.3. Розвиток технологій ситуативного управління під час прийняття управлінських рішень; 7.4. Розвиток технологій розвитку національної інформаційно-телекомунікаційної інфраструктури, зокрема, з використанням радіотехнології MITRIS;</p>	<p>7.1. Інформаційні та комунікаційні технології:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ національні інформаційні ресурси, інтегровані системи баз даних і знань; ▪ суперкомп'ютерні програмно-технічні засоби, телекомунікаційні мережі та системи, грид- та «хмарні» технології; ▪ технології та інструментальні засоби електронного урядування; ▪ технології та засоби захисту інформації; ▪ технології та засоби виробництва програмного забезпечення; ▪ технології, системи та засоби оброблення, зберігання і передавання цифрової інформації; ▪ інформаційно-аналітичні системи, системи підтримання прийняття рішень; <p>7.2. Робототехніка:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ поширення комп'ютерної грамотності та реальних можливостей використання інформаційних технологій; ▪ розроблення інформаційно-комунікаційних технологій інтелектуального управління автономними мобільними роботами багатодільового призначення для розв'язання широкого спектра актуальних прикладних завдань

Закінчення табл. А.55

1	2	3
	<p>7.5. Впровадження новітніх технологій у спеціальні телекомунікаційні мережі, зокрема в Національну систему конфіденційного зв'язку;</p> <p>7.6. Розвиток технологій виготовлення оптичних носіїв для довгострокового зберігання інформації;</p> <p>7.7. Розвиток суперкомп'ютерних технологій для розв'язання задач у галузі економіки; управління складними об'єктами в екології, біології та медицині; оборонноздатності держави;</p> <p>7.8. Розвиток технологій тривимірного реалістичного інтелектуального моделювання складних техногенних систем, що розроблені з урахуванням методів і засобів неогеографії та зоогеографії</p>	

Джерело: сформовано автором на основі [181–183]

Додаток Е

Таблиця Е.1
 Основні умови, які повинна враховувати стратегія розвитку космічної діяльності в країнах світу на ХХІ столітті [44, с. 277–280]

1 Основні аспекти, які повинна враховувати стратегія КД	2 Нові підходи, тенденції і прогнози	3 Найгостріші актуальні земні проблеми безпеки і розвитку	4 Пріоритети соціоприродного розвитку
<ul style="list-style-type: none"> ▪ цілі, інтереси, потреби людини, суспільства, держави тощо; ▪ можливості, обмеження і потенціал сфери КД; ▪ соціоприродні проблеми і обмеження в епоху глобалізації; ▪ соціально-політичні, соціально-екологічні, соціокультурні, економічні, військові та інші проблеми і наслідки КД; ▪ необхідність нових «правил гри»; насамперед для забезпечення глобальної безпеки, освоєння позаземних природних ресурсів і охорони навколишнього середовища; ▪ астероїдно-кометну небезпеку, необхідність захисту від неї; ▪ проблеми міжпланетних польотів, дослідження Марсу та інших об'єктів Сонячної системи тощо; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ сучасна наукова картина світу, еволюція біосфери, глобальні екопроблеми, концепції соціоприродного розвитку, системний підхід до класифікації катастроф тощо; ▪ уповільнення темпів зростання і стабілізація населення Землі на рівні біля 12 млрд осіб, що знімає необхідність масового розселення поза Землею, обмежує потребу позаземних ресурсах і КД; ▪ найближчі позаземні ресурси корисних копалин на Луні та Марсі складають приблизно 11 % від ресурсів Землі, тому при існуючих технологіях (КД, транспортних, енергетичних, екологічних та ін.) не спроможні вирішити актуальні земні проблеми; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ забезпечення людства чистою питною водою, екологічно безпечними продуктами харчування, доступним і гідним житлом, медичною допомогою, якісною освітою; ▪ повсякмісне впровадження екотехнологій (на основі біотехнологій), екоінновацій, насаперед очисних споруд і технологій переробки відходів; ▪ збереження навколишнього середовища, природних екосистем, природної і культурної спадщини 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ модернізація, екологізація і адаптація техніки, усієї сфери КД з урахуванням соціоприродних аспектів і обмежень на основі нових знань і технологій; ▪ досягнення оптимального балансу земної діяльності і КД, подальший розвиток і розширення КД з урахуванням соціальних, екологічних, економічних та інших проблем, можливостей і обмежень; ▪ неефективне дослідження, використання навколосезонного простору, включаючи Луну, для збереження біосфери, всієї Землі та сталого розвитку людства; ▪ прискорення створення Системи захисту Землі від небезпечних космічних об'єктів (астероїдів тощо) і явищ;

Закінчення табл. Е.2

1	2	3	4
<ul style="list-style-type: none"> ▪ можливості і потенціал нових технологій (космічної техніки, нанотехнологій, екотехнологій та інше) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ винесення за сучасних умов основного матеріального виробництва з Землі (в навколоземний простір, на Луну) маловірогідне і недоцільне; ▪ проекти пілотованих польотів на Марс занадто ризиковані, економічно марнотратні і занадто політизовані; ▪ доцільніше зберігати Землю, освоювати навколоземний простір, Луну, простір геліоцентричної орбіти Землі і поблизу неї, обмеживши потреби в ресурсах і шкідливий вплив на навколишнє середовище 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ одержання нових знань про людину, суспільство, техніку, Землю, Сонячну систему, Галактику і Всесвіт, створення потенціалу і умов для подальшого освоєння космосу

Таблиця Е.2
Міждисциплінарний прогноз розвитку (оптимістичний сценарій) авіакосмічної (АКД) діяльності на ХХІ століття [44, с. 288–295]

Технічний аспект	Соціально-еволюційний аспект	Соціально-еволюційний аспект	Універсально-еволюційний аспект
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ інтенсивний і збалансований розвиток аерокосмічної техніки, включаючи воздухоуправління та інші види і галузі у взаємодії з іншими галузями і сферами діяльності; ▪ максимальне задоволення зростаючих потреб людини і суспільства, з повним охопленням АКД поверхні і атмосфери Землі і навколоземного простору; ▪ всеосяжна (глибока) екологізація аерокосмічної техніки і діяльності; ▪ радикальне підвищення ефективності аерокосмічної техніки і діяльності, рівня безпеки польотів і безпеки всієї АКД; ▪ створення інтегрованих національних, міжнародних (міждержавних) систем Повітряно-космічної об'орони; 	<p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ вирішення за допомогою АКД двох проблем: безпеки і розвитку суспільства на Землі та створення суспільства поза Землею («Людства-2»); ▪ створення і реалізація загальних «правил гри» (законодавства), єдиної стратегії і систем управління всією сферою АКД (включаючи аспекти прав людини, безпеки, сталого розвитку на Землі і в космосі) на національному і міжнародному рівнях, інтеграція в Міжнародне аерокосмічне агентство під егідою ООН (за аналогією з МАТATE); ▪ масове та ефективне використання результатів АКД для задоволення комплексу потреб людини і суспільства, переходу для екологобезпечного і збалансованого розвитку на Землі і поза Землею; 	<p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ розробка і реалізація адекватної стратегії АКД у провідних країнах світу на основі соціоприродної (конвергентної) концепції, спрямованої на збереження біосфери і перехід до екологобезпечного збалансованого розвитку суспільства в коеволюції наскільки швидше, до національного природокористування і охорони природи на Землі і поза Землею, у всьому навколоземному просторі як над глобальною мегаекологією; ▪ створення і реалізація адекватних «правил гри» (законодавства), єдиної системи міжнародних стандартів для екологізації всієї аерокосмічної техніки і діяльності на повному життєвому циклі, на Землі і в Космосі; 	<p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ аерокосмічна техніка, технології, будучи способами, засобами діяльності, виробництва, що застосовуються сферою АКД, реалізують перехід людства до екологобезпечного сталого (збалансованого) розвитку, вихід на траєкторію універсальної еволюції і подальший рух нею; ▪ сфера АКД, як важлива частина діяльності і компонент суспільства, у взаємодії з іншими сферами в якості надцілі і кінцевого продукту, відтворює суспільство не тільки на Землі, але й поза Землею, будучи лідером і локомотивом експансії людини у навколоземній і космічній простір;

Продовження табл. Е.2

1	2	3	4
<ul style="list-style-type: none"> ▪ створення активної системи захисту Землі (СЗЗ) від астероїдно-кометної небезпеки з забезпеченням захисту Землі, а в подальшому – всього навколо-земного простору (включаючи Місяць і простір до 1 млн км від Землі), реальне використання СЗЗ для протидії астероїдам, що загрожують Землі; ▪ створення постійної міжнародної науково-дослідної бази – Сонячної космічної станції, що пілотиється на геліоцентричній орбіті в точці лібрації Земля – Сонце (~ 1,5 млн км від Землі); ▪ створення системи постійних наукових баз і поселень на Місяці; ▪ експедиція на Марс, створення постійної наукової бази і початок колонізації Марсу; ▪ створення принципів нових (в т. ч. індивідуальних і масово доступних) засобів, технологій для швидкого, економічного, безпечного переміщення в атмосфері Землі і навколоземному просторі; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ масова доступність безпечних колективних та індивідуальних переміщень, подорожів усюю територією Землі, у всій атмосфері Землі на навколоземному просторі (включаючи Місяць) з використанням техніки, технологій та інфраструктури сфери АКД; ▪ створення Всесвітньої асоціації «космічних добровольців» зі статусом офіційної міжнародної структури («Людства-2») під юрисдикцією ООН, поетапна реалізація проєктів розселення поза Землею, створення системи поселень з постійним населенням у навколоземному просторі, на Луні, перших поселень на геліоцентричній орбіті Землі. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ліквідація екологічних проблем АКД на Землі і у навколоземному просторі (очищення і ліквідація районів падіння ступенів ракет, ліквідація «керосинових ліній» в районах аеродромів і аеропортів, очищення навколоземного простору від «космічного сміття» та ін., в тому числі зборона на спалювання в атмосфері Землі великих фрагментів космічних апаратів, космічного сміття, заборона їх демпінгу (скидання) в Океан тощо); ▪ створення адекватних «правил гри» і реалізація у сфері АКД концепції «прав природи» на національному і міжнародному рівнях, на Землі, атмосфері Землі і навколоземному просторі (в масштабах всієї Сонячної системи); ▪ створення під егідою ООН єдиної системи природних територій і просторів, що охороняються, на Землі і поза Землею у геокосмічному просторі в областях Північного і Південного полюсів Землі 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ сфера АКД продукує нове «позаземне» суспільство, відтворює позаземне вище розумне життя від вищого земного життя і суспільства, використовуючи ресурси і потенціал земної цивілізації, створює у позаземному навколишньому середовищі (у навколоземному просторі, на Місяці, на геліоцентричній орбіті Землі, на Марсі) нові соціотехнопродні системи (в тому числі середовище існування), що включають нову соціальну структуру, технічну інфраструктуру і компоненти природного середовища; ▪ початок створення мегасуспільства з охопленням цивілізації на Землі і нових незалежних співтовариств («Людства-2» та ін.) поза Землею.

Закінчення табл. Е.2

1	2	3	4
<ul style="list-style-type: none"> ▪ створення ефективних систем життєзабезпечення і захисту людини від небезпечних факторів польоту та інших негативних впливів і наслідків АКД, досягнення радіокального продовження здорового і активного життя людини (людей небезпечних професій сфери АКД тощо), реалізація технологій переходу до автотрофного харчування, постійне життя людей поза Землею, включаючи репродукцію; ▪ пошук позаземних цивілізацій, слідів їх діяльності, включаючи можливість реального контакту з цивілізаціями «позаземного походження» 		<p>(Арктики і Антарктики) і над ними, у подальшому – у всьому навколоземному просторі, на Місяці, Марсі, Венері, у всій Сонячній системі – «космічних заповідників»;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ введення заборони (мораторію) на терраформування Марсу, Венери та інших планет Сонячної системи, тобто «вписуватися» повинні людина, суспільство, технічна інфраструктура – у навколишнє природне середовище, а не планета в людину 	

Таблиця Е.3

Перспективні напрями застосувань нанотехнологій в авіації і ракетно-космічній техніці [13, 50]

Напрями застосування	Приклади	Нові можливості
1	2	3
<ul style="list-style-type: none"> нові методи зниження розмірів і маси космічних апаратів; підвищення ефективності систем запуску 	<p>наноструктурні матеріали і пристрої</p>	<ul style="list-style-type: none"> легкі, міцні і термостійкі деталі літаків, ракет, космічних станцій і дослідницьких зондів для дальніх космічних польотів; дослідження (а в майбутньому і виробництво) в умовах космічного простору (відсутність гравітації, високий вакуум) наноструктур і наносистем, які неможливо отримати на Землі
Розробка високоякісної обчислювальної техніки	обчислювальна техніка	обчислювальна техніка з низьким енергоспоживанням і стійка до радіації
Створення наноапаратури для мініатюрних космічних апаратів	кремнієві гіроскопи, акселерометри, датчики тиску, клапани, мікроджерела енергії, мікроприводи і мікродвигуни	<ul style="list-style-type: none"> MEMS, створені на основі мініатюризації та інтеграції, мають дуже корисні для космічної техніки властивості виробів: портитивність, високий термін служби (гранично малі маси елементів мінімізують вібраційні та інерційні перевантаження), низьке споживання енергії, простота в обслуговуванні й заміні; MEMS дозволять приблизно на порядок зменшити розміри, масу і споживання енергії космічних апаратів; приводи і двигуни, створені за технологією MEMS, будуть здатні забезпечити значні сили і крутячі моменти, замінять звичайні механізми і стануть ключовим при створенні мікросупутників, мікрозондів і мікропланетоходів
	системи хімічного і біологічного аналізу	<ul style="list-style-type: none"> мініатюризація біоаналітичних приладів, придатних для використання на інших планетах; прилади, що включають мініатюрні капілярні системи електрофорезу, ДНК-детектори, хімічні сенсори і біосенсори для дослідження біослідів
	<ul style="list-style-type: none"> електростатичні приводи як мікроперемикачі СВЧ-сигналів; 	<ul style="list-style-type: none"> мікроперемикачі СВЧ-сигналів перспективні для використання в космічних системах зв'язку, побудованих з пікосупутників. Ці перемикачі мають такі переваги: низькі втрати; висока добротність; низька споживана потужність; ізоляція на високій частоті і низька вартість. Виготовлення електромеханічних перемикачів на одному кристалі з мікроелектронними компонентами дозволяє створювати системи з вищою функціональністю;

Продовження табл. Е.3

1	2	3
Розробка нанодатчиків і наелектронних пристроїв для авіаційної і космічної техніки	<ul style="list-style-type: none"> ▪ височастотні оптичні та механічні фільтри і височастотні ключі; ▪ оптичні прилади, засновані на використанні масивів мікродзеркал, орієнтація яких може керувати змінюватись 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ мікроперемикачі СВЧ-сигналів перспективні для використання в космічних системах зв'язку, побудованих з пікосупутників. Ці перемикачі мають такі переваги: низькі втрати; висока добротність; низька споживана потужність; ізоляція на високій частоті і низька вартість. Виговлення електромеханічних перемикачів на одному кристалі з мікроелектронними компонентами дозволяє створювати системи з вищою функціональністю; ▪ масиви мікродзеркал, що утворюють єдине дзеркало, використовують як мікромініатюрні просторові модулятори світла. Мікродзеркала можуть модулювати або амплітуду, або фазу падаючого світлового сигналу за рахунок зміни напрямку чи довжини оптичного шляху світла. Електро-статичні приводи є ефективним способом управління положенням мікродзеркала, що забезпечує мінімальну масу виробу
	<p>нанопристрої для авіаційної техніки</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ наносупутник SNAP-1 модульної конструкції, масою 6,5 кг; ▪ мікрореактивні двигуни з розмірами 12 x 1,5 x 2,5 мм, що створюють тягу до 1 кг; ▪ пікосупутники зв'язку масою до 250 г; ▪ планетоходи масою декілька кілограмів 	<p>«розумна поверхня» з активним управлінням буде доступна для літаків і космічних кораблів</p> <p>відмінною рисою космічної техніки майбутнього буде її структура, яка подібно до живих організмів матиме інтегровані в єдине ціле паралельні і розподілені десятки тисяч мініатюрних адаптивних й інтелектуальних осередків типу «сенсор-процесор-активатор». Такі осередки, що характеризуються єдиним принципом побудови, будуть мати специфічні особливості, зумовлені їх призначенням, тобто відрізнятися набором сенсорів і активаторів, а також продуктивністю і типом керуемого мікропроцесору. Застосування таких осередків дозволить істотно розширити функціональні можливості існуючих виробів космічної техніки, а також створити принципово нові типи піко- і наносупутників, планетоходів, пристроїв і приладів космічного призначення</p>
Створення термоізоляційних і зносостійких покриттів на основі наноструктурних матеріалів	покриття на основі наноструктурних матеріалів	Термоізоляційні і зносостійкі покриття з властивостями, що не були доступні для традиційних матеріалів і способів їх нанесення

Таблиця Е.4

Найбільш значущі результати виконання «Цільової комплексної програми НАН України з наукових космічних досліджень на 2012–2016 рр.» за 2012–2015 рр. [58]

Рік	Напрямок програми	Найбільш значущий результат	Практична цінність	Галузь	Глобальна проблема
1	2	3	4	5	6
2012	Розробка принципів та створення перспективних вимірних та інформаційних засобів для експериментальних досліджень параметрів ближнього космосу	Досліджено можливість створення без втрати чутливості надмалих легких здавачів магнітного поля, призначених для проведення наукових експериментів на борту малих космічних апаратів	Створення надмалих легких здавачів магнітного поля	Авіа-космічна електроніка	Технологічне відставання, б уклад
		Розпочато розробку діючого макета нової бортової системи діагностики іоносферної плазми, а також аморфних магнітопроводів для ферозондових магнітометрів підвищеної чутливості	Бортова система діагностики іоносферної плазми, ферозондові магнітометри підвищеної чутливості	-«-	-«-
		Розроблено наукові засади для створення перспективних дослідницьких систем, зокрема, супутникового гравіметра, системи управління малими дослідницькими космічними апаратами, спектральних приладів на основі акустооптичних фільтрів, а також нових систем управління процесами одержання матеріалів в умовах мікрогравітації	Наукові засади для створення перспективних дослідницьких систем	-«-	-«-
	Астрофізичні, космологічні проблеми прихованої маси і темної енергії Всесвіту	Розвинуто квантово-космологічний підхід до проблеми початкової сингулярності й походження Всесвіту. Вивчено прояви прихованої маси на масштабах зоряних і галактичних систем та проведено чисельне моделювання хемодинамічної еволюції галактик, досліджені питання нуклеосинтезу та хімічної еволюції Всесвіту	Чисельне моделювання хемодинамічної еволюції галактик	Космічні дослідження	Технологічне відставання, б уклад
		Розроблено матеріали для детекторів елементарних частинок нового покоління. Введено в дію горизонтальний сонячний телескоп з монохроматором подвійної дифракції АЦУ-5, який за своїми спектральними характеристиками входить до трійки кращих телескопів світу даного класу	Матеріали для детекторів елементарних частинок нового покоління	Авіа-космічна електроніка	-«-

Додатки

Продовження табл. Е.4

1	2	3	4	5	6
		За допомогою Grid-кластерів академічної мережі забезпечено збір, архівацію, обробку та передачу великих об'ємів даних. Проведені на основі регулярного моніторингу дослідження показали, що ефекти радіосплесків активних зірок мають поширений характер в Галактиці	Дослідження ефектів типу радіосплесків активних зірок	Космічні дослідження	-«-
	Дослідження сонячно-земних зв'язків та їх впливу на функціонування геосистем «ГЕОКОС-МОС»	Побудовано нові моделі прогнозування магнітних бур, які дозволяють прогнозувати їх початок за 5–7 годин, а також розроблено нові методики для визначення спектральних та енергетичних характеристик збурень іоносфери на базі однокочових супутникових вимірювань	Нові моделі прогнозування магнітних бур	Космічні дослідження	-«-
Створено систему для моніторингу аварійних забруднень у морі, апробовану і впроваджену на ДП морських телекомунікацій України		Система моніторингу аварійних забруднень у морі	Охорона довкілля	Забруднення довкілля	
Виконано експериментальні дослідження ефектів енергообміну в системі «атмосфера-іоносфера-магнітосфера» за допомогою створеного та введеного в дію електромагнітного комплексу		Дослідження в системі «атмосфера-іоносфера-магнітосфера»	-«-	Технологічне відставання, 6 уклад	
Модернізація радіотелескопа УТР-2 і перспективний розвиток низькочастотної радіоастрономії в Україні	Виготовлено і встановлено додаткову 25-елементну субрешітку, що доводить кількість елементів системи ГУРТ до 275. Вперше застосована нова економ-на технологія монтажу елементів антенної системи. Впроваджено нові пристрої синхронізації роботи ресстраторів сигналів і управління антенами, алгоритми і програми обробки експериментальних даних, що дають можливість ефективного виділення корисних сигналів на тлі перешкод і аналізу виявлених ефектів	Вдосконалення радіотелескопа УТР-2 та інших радіотелескопів	Космічні дослідження	Технологічне відставання, 6 уклад	
2013	Дослідження з проблем динаміки космічних апаратів,	Проведено науково-технічне обґрунтування оптимальної системи автоматичного стикування космічних апаратів на активних оптичних маркерах та резервної системи на лазерному інтерферометрі	Оптимальна система автоматичного стикування космічних апаратів	Космічні дослідження	Технологічне відставання, 6 уклад

Продовження табл. Е.4

1	2	3	4	5	6
	астро- наміки, механіки косміч-них польотів				
Дослід- ження з проблем природни- чих наук з викори- станням космічних засобів і технологій		Експериментально досліджено структуру та просторовий розподіл струмів та часток у штучній магнітосфері біля твердого тіла у надзвуковому потоці розрідженої плазми. Показано, що структури просторового розпо-ділу заряджених частинок електрострумів, за моделлю Чепмена–Ферраро, характерні для порожньої магнітосфери	Дослідження струмів та частинок у штучній магнітосфері у потоці розрідженої плазми	-«-	-«-
		Встановлено статистичні зв'язки показників сонячної активності з індексами велико-масштабної циркуляції атмосфери в Атлантико-Європейському регіоні. Дослідження турбулентних процесів у космічній плазмі показали, що на Сонці реалізуються два типи турбулентності, які відповідають різним процесам	Дослідження впливу сонячної активності на циркуляції атмосфери в Атлантико-Європейському регіоні	-«-	-«-
		Розширено бази даних Міжнародного центру спостереження гравітаційних хвиль VIRGO даними оптичного і гама-діапазонів. Побудовано карти розподілу оптичного, жорсткого рентгенівського та гамма-випромінювання та карти розподілу темної матерії	Карти розподілу оптичного, жорсткого рентгенівського та гамма-випромінювання	-«-	-«-
		Досліджено розподіл матерії на близьких і космологічних масштабах Всесвіту та створено інтерактивні інструменти його візуалізації	Візуалізація розподілу матерії у різних масштабах	-«-	-«-
		В рамках дослідження кінематики Галактики з використанням власних рухів зірок сучасних каталогів проведено вибір і залучення необхідних каталогів та створення бази даних. Створено каталог положень і власних рухів небесних об'єктів на основі шмідтівських пластинок	Каталог положень і власних рухів небесних об'єктів	-«-	-«-
Розробка нових мате-	Розроблено методики розрахунку динамічних процесів у конструктив-них елементах	Розрахунок динамічних	Космічні	-«-	-«-

Додатки

Продовження табл. Е.4

1	2	3	4	5	6
	ріалів, конструкцій та технологій космічної галузі	космічних апаратів під дією імпульсних навантажень	процесів у конструктивних елементах космічних апаратів	дослідження	
		За допомогою розробленої термостатованої камери методами оптичної пірометрії визначені термооптичні характеристики реальних матеріалів оболонки у температурних діапазонах, що відповідні до умов експлуатації на навколоземній орбіті	Термооптичні характеристики матеріалів оболонки для умов навколоземної орбіти	Космічні дослідження	
	Космічне приладобудування	Розроблено комплекс лабораторного та експериментального устаткування для здійснення коригування розрахункових параметрів процесу трансформації та визначення характеру напружено-деформованого стану конструкцій перетворюваного об'єму при довготерміновій експозиції на навколоземній орбіті	Комплекс лабораторного та експериментального устаткування	Авіакосмічна електроніка	«-»
	Використання космічних засобів та технологій для вирішення науково-практичних задач	Досліджено структурні, функціональні та молекулярні особливості мітохондріому коренів гороху за умов модельованої мікрогравітації	Вирощування гороху в умовах мікрогравітації	Космічна агронаука	«-»
		Досліджено взаємодію та умови зв'язування симулянтів місячного і марсіанського ґрунту та пилу з нервовими терміналями головного мозку та тромбоцитами ссавців	Вплив місячного і марсіанського ґрунтів на мозок і тромбоцити ссавців	Космічна медицина	«-»
	Науково-правовий, економічний та соціальні аспекти космічних досліджень	Створено рекомендації щодо вдосконалення правового регулювання еколого-правових відносин у сфері космічної діяльності	Рекомендації щодо правового регулювання еколого-правових відносин у сфері космічної діяльності	Космічні дослідження	Технологічне відставання, б уклад
2014	Дослідження з	Досліджено динаміку взаємодії намагніченого космічного апарата (КА) в плазмі	Динаміка взаємодії нама-	Космічні до-	Технологічне

Продовження табл. Е.4

1	2	3	4	5	6
	проблем динаміки космічних апаратів, астродинаміки, механіки космічних польотів	(іоносфера та міжпланетний простір), проведено аналіз особливостей поведінки КА в іоносфері Землі на висотах від 800 до 1000 км, побудовано математичні моделі динамічних процесів елементів ракетоносіїв при взаємодії з дозвуковою і надзвуковою газовими течіями	гніченого космічного апарата в плазмі	слідження	відставання, б уклад
	Використання космічних засобів і технологій для вирішення науково-практичних задач	Досліджено вплив мікрогравітації на клітини та цитоплазматичну мембрану коренів, а також вплив симулянтів місячного і марсіанського ґрунту й пилу та їх окремих компонентів на процеси, пов'язані з міжклітинною взаємодією	Вплив мікрогравітації, місячного і марсіанського ґрунтів на клітини коренів рослин	Космічна агронаука	-«-
		Створено систему збору, обробки та аналізу наземних і бортових космічних GPS/ГЛОНАСС спостережень для моніторингу, досліджень і моделювання повного електронного вмісту іоносфери у рамках міжнародного проекту «Іоносат-Мікро»	СистемаGPS/ГЛОНАСС спостережень для досліджень іоносфери	Космічні дослідження	-«-
	Космічне приладобудування	Проведено обґрунтування альтернативної лазерної системи стикування КА, доведено можливість її оптимізації та моделювання	Розробка альтернативної лазерної системи стикування КА	Авіакосмічна електроніка	-«-
2015	Космічне приладобудування	Запропоновано нову концепцію інтелектуальної лазерної системи стикування космічних апаратів із використанням активних маркерів та проаналізовано перспективи застосування лазерних локаційних технологій в орбітальних космічних апаратах	Лазерні локаційних технологій в орбітальних космічних апаратах	Авіакосмічна електроніка	Технологічне відставання, б уклад
	Розробка нових матеріалів, конструкцій та технологій космічної галузі	Проведено дослідження динамічної нестійкості обтічників ракетоносіїв у надзвуковому газовому потоці. Проведено дослідження динамічних процесів корпусних оболонкових композитних елементів ракетоносіїв під дією високошвидкісного ударного навантаження	Дослідження динамічної нестійкості обтічників ракетоносіїв у надзвуковому газовому потоці	Космічні дослідження	-«-

Додатки

Продовження табл. Е.4

1	2	3	4	5	6
	Космічне приладобудування	Виготовлено ескізму документацію макетного зразка оптико-механічного блоку бортового супутникового поляриметра Скан-Пол для натурних випробувань та виготовлені основні вузли блоку	Вузли оптико-механічного блоку бортового супутникового поляриметра Скан-Пол	Авіа-космічна електроніка	-«-
	Космічне приладобудування	Проведено методичні розробки з метою створення дослідницької апаратури для космічного проекту «Морфос-В», здійснено тестові експерименти, які імітують досліджуваний процес у невагомості	Методичні розробки для створення дослідницької апаратури для космічного проекту «Морфос-В»	Авіа-космічна електроніка	-«-
	Науково-правовий, економічний та соціальні аспекти космічних досліджень	Підготовлено аналітичний звіт «Міжнародно-правові засади охорони космічного простору від ядерних джерел енергії» та напрацьовано рекомендації щодо вдосконалення механізму міжнародно-правового регулювання охорони космічного простору від ядерних джерел енергії та правозастосованої практики у відповідній сфері	Вдосконалення механізму міжнародно-правового регулювання охорони космічного простору від ядерних джерел енергії	Космічні дослідження	

Наукове видання

МАТЮШЕНКО Ігор Юрійович

**ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ КОНВЕРГЕНТНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ У КРАЇНАХ СВІТУ Й УКРАЇНІ
ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ГЛОБАЛЬНИХ ПРОБЛЕМ**

Монографія

Підписано до друку 31.09.2017 р. Формат 70 x 100/16. Папір офсетний.
Гарнітура ArnoPro. Друк різнографічний. Ум. друк. арк. 31,2.
Обл.-вид. арк. 39,4. Наклад 300 прим. Зам. № 177.

ФОП Лібуркіна Л. М.
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців,
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
від 12.02.2003 р., серія ХК № 76
61001, м. Харків, а/с 870.

Надруковано у Харківський друкарні № 18 ПЗ
Україна, 61052, м. Харків, вул. Є. Котляра, 7.
Тел. (057) 727-30-29, 712-29-76