

## АНАЛІЗ ІНСТИТУЦІЙНО-ЕВОЛЮЦІЙНОГО АСПЕКТУ РОЗВИТКУ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНИХ СФЕР НА ПРИКЛАДІ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ<sup>1</sup>

**Постановка проблеми.** Актуальність проблематики інституційних трансформацій обумовлена переходом до Індустрії 4.0, що приводить до перебудови економічних процесів, і, як наслідок, збільшення продуктивності праці та конкурентоспроможності її країн-лідерів. Визнаючи важливість розробок з проблематики безпеки, необхідно відзначити, що системні дослідження, присвячені забезпеченню національної безпеки в умовах інноваційного розвитку Індустрії 4.0, є актуальними. Особливо це стосується процесів формування концепції інноваційної безпеки та її реалізації на практиці, зокрема для окремих важливих галузей. Дослідження забезпечення національної безпеки показало, що для формування системної інноваційної стратегії слід використовувати інституціональне забезпечення інноваційного розвитку з урахуванням національної специфіки та галузевих особливостей. Тому синтез та аналіз синергетичних моделей управління галузевими системами стає актуальним. Особливо важливості такі моделі набувають для розвитку високотехнологічних сфер, розвиток яких вимагає системних зусиль. Однією з таких є приладобудування, що виробляє «очі науки» – різного роду прилади та аналітичне обладнання, а також компоненти різних високотехнологічних продуктів, що робить її стратегічно важливою галуззю.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Відповідно до дослідження [1] кожна безпекова стратегія на національному рівні має враховувати фактори технологічних інновацій (кадри, інфраструктура, інвестиції, підтримка). Аналітичне дослідження J. Harmon, J. Stevens, L. Swim (1991) [2] можна вважати фундаментальною працею, що розкриває взаємозв'язки між національною безпекою та інноваціями з відповідною фінансовою стратегією. Також важливими є висновки аналітичної доповіді Національного комітету науки і технологій США (2016) [3], що дає можливість ознайомитися з аналізом впливу інновацій на національну безпеку США та визначенням відповідних стратегічних аспектів, зокрема й з урахуванням активної взаємодії між інститутами.

У практичному контексті вказаних положень розглянемо приладобудування, яке є однією з найбільш наукоємних галузей, і тому її інноваційно-технологічний рівень значною мірою визначає розвиток інноваційної сфери промисловості та рівень технологічної безпеки країни [4, с. 112]. Провідна роль при-

ладобудування в інноваційно-технологічному розвитку промисловості, забезпеченні технологічної та економічної безпеки визначає випереджальний характер розвитку галузі у світовому промисловому виробництві відзначена у дослідженні [5]. Проведений аналіз наукоємності промисловості за даними NSF США показав, що наукове приладобудування посідає друге місце за цим індикатором після авіакосмічної галузі та випереджає ІТ, фармацевтику та електронну промисловість. За різними оцінками в країнах ЄС до 30% доданої вартості високотехнологічного машинобудування генерується в приладобудуванні.

Загалом же приладобудівній галузі як сектору економіки приділено незначну увагу з боку вітчизняних науковців, що робить дане дослідження актуальним. Особливості розвитку приладобудування розглядалися у дослідженнях [6-8]. Стратегічним аспектам розвитку високотехнологічних сфер присвячені дослідження [9-11], в яких відзначається, що при забезпеченні конкурентоспроможності підприємств приладобудування найважливішим завданням є підвищення ефективності інноваційних процесів на основі використання сучасних організаційних механізмів та інструментів проектного управління.

Загальним недоліком даних досліджень є те, що вони не враховують особливості розвитку галузі в умовах Індустрії 4.0.

**Метою дослідження** є на основі аналізу теорії і практики галузевого розвитку в умовах Індустрії 4.0 та аналізу тенденцій приладобудування визначення перспективних складових мережевої стратегії розвитку галузі.

Методологія дослідження ґрунтується на еволюційній теорії як напрямку нової інституціональної економіки. Першим системним викладенням принципу цього підходу є праця [12]. Еволюційне трактування економічного розвитку передбачає його розгляд як такого, що крім власне економічного змісту містить у собі технологічні, політичні, соціокультурні та інші факторні елементи. Інституціонально-еволюційний підхід до безпекових стратегій припускає розгляд сукупності інститутів та закономірностей їх взаємодії, що забезпечує перетворення ресурсів у реальні результати ефективними методами відповідно до національного контексту та запитів соціуму. Методологія дослідження також ґрунтується на ідеях дослідників Копенгагенської школи, що докорінно вплинули на розвиток сучасних безпекових досліджень [13]:

<sup>1</sup> Публікація містить результати досліджень, проведених за проектами № 0117U003855 «Інституційно-технологічне проектування інноваційних мереж для системного забезпечення національної безпеки України» та № 0119U100179 «Розробка науково-методичних засад та практичного інструментарію оцінювання комерційних (ринкових) перспектив товарних інновацій», що фінансуються МОН України.

– розширене розуміння поняття «безпека», що більше не обмежується військовим дискурсом, а включає й політичний, екологічний, економічний та соціальний;

– дослідження безпеки виходять зі сфери міжнародних відносин, додавши їм максимально міждисциплінарний характер;

– розробили аналітичне поняття «сек'юритизація», яке допомагає в дослідженні того, як той або інший випадок може бути віднесений або не віднесений до питання безпеки.

**Виклад основного матеріалу.** Перші прототипи сучасних аналітичних приладів було розроблено у США та Швеції. Як підгалузю приладобудування набуло широкого розвитку у 60-х роках ХХ ст. В Україні початком розвитку аналітичного приладобудування вважається заснування виробництва контрольно-вимірювальних приладів у Києві на початку ХХ ст. У 50–60-ті роки ХХ ст. на теренах України розробкою та виробництвом аналітичних приладів під егідою різних відомств займалось багато підприємств, що розробляли прилади відповідно до галузевої специфіки (хімічна промисловість, автоматизація, атомна промисловість, АПК тощо) [14].

Для цілей даного дослідження приладобудування на основі [14] можемо розглянути як підгалузю, що об'єднує організації та підприємства, які займаються створенням та виробництвом приладів для визначення структури, вмісту, стану та властивостей речовин.

Значення приладобудування обумовлено тим, що розширення дослідної бази інноваційних процесів пов'язані з використанням сучасних аналітичних приладів. Відповідно, роль приладобудування в економіці можемо визначити в розрізі наступних аспектів:

– розвиток науки і техніки потребує підвищення точності та швидкості аналізу, збільшення чутливості роздільної здатності приладів;

– аналітичні прилади є перетворювачем та носієм кількісної інформації. Число джерел даних та обсяг інформації ростуть експоненційно. Прилади стають «розумнішими» та починають діяти через комунікацію між собою (М2М-взаємодія). За оцінками Gartner до 2020 р. кількість об'єктів Інтернету речей перевищить 6,4 млрд, що відкриває принципово нові можливості використання інформації та вимагає нових технологій приладобудування;

– рівень розвитку аналітичної техніки є визначальним для наукових досліджень та підприємств різних галузей. Кожна з галузей (авіаційна, космічна, атомна промисловість, ВПК, нанотехнології, ІКТ та інші) пов'язана зі створенням і розвитком інтелектуальних приладів, тобто входить у сферу приладобудування на сучасній технологічній базі. Таким чином, приладобудування не тільки «споживає» сучасні інновації, але й є їх провідним каталізатором;

– підвищення ефективності виробництва та якості продукції потребує випереджального розвитку методів і технічних засобів одержання інформації про склад речовин і матеріалів. У результаті цього приладобудування сприяє більш ефективному управлінню технологічними процесами.

Таким чином, сучасне приладобудування є високотехнологічною та наукомісткою галуззю промисловості, що широко застосовує ІКТ, нанотехнології, мікромініатюризацію, елементи штучного інтелекту тощо. З організаційно-економічної та інституційної

точки зору приладобудування можна розглянути як міжгалузевий високотехнологічний комплекс, що одночасно є як фактором інноваційного розвитку ряду технологічних галузей, так і результатом їх інновацій. Цей факт визначає приналежність приладобудування до структуроутворюючих галузей, через які відбувається поширення нових технологій в інші галузі економіки.

З моменту здобуття незалежності України переважна більшість вітчизняних підприємств приладобудування, у тому числі колишні світові лідери, була змушена піклуватися про збереження виробничої бази та кадрів. При цьому ресурсів для фінансування розробок практично не залишилося. Проте окремі підприємства та науково-дослідні інститути не тільки вижили, але й залишилися на високому технологічному рівні. Цьому сприяв відкритий доступ до закордонної елементної бази, програмного забезпечення, технологій і технологічних систем. У результаті абсолютна більшість сучасних унікальних за принципом дії приладів вироблені на закордонній елементній базі.

Основна проблема галузі полягає в тому, що вітчизняна продукція наразі не може конкурувати з аналогами з Азії або ЄС. Відставання у технологічному рівні було закладено ще в радянські роки, коли в розробку не приймався технологічний продукт, якщо він не мав закордонного аналога, тобто заздалегідь відбувалося прирікання на відставання через виробництво «повторень» іноземних розробок. При цьому зі зростанням складності приладів та ступеня інтеграції окремих технологій відставання галузі постійно збільшувалося. Якщо до 1980-х роках вітчизняне приладобудування перебувало на світовому рівні розвитку, то вже в 1990-х роках почали зникати окремі напрями досліджень та виробництва. Рівень галузі значно знизився, частина підприємств окремих технологічних ланцюжків після розпаду СРСР виявилася закордонном, багато з них були приватизовані, перепрофільовані або взагалі закриті.

Для більш детального аналізу інституційної динаміки розвитку галузі в Україні розглянемо основні статистичні індикатори приладобудування.

За даними Державної служби інтелектуальної власності України приладобудування входить до трійки галузей, в яких за роки незалежності було видано найбільше патентів на винаходи (понад 20 тис.) [15]. На рис. 1 показано динаміку отриманих патентів на винаходи в сфері приладобудування.

Рис. 2 ілюструє кількість отриманих патентів за основними видами приладів.

Дані рис. 1 та 2 показують зниження патентної активності в галузі та стабілізацію тренду з 2005 р., однак на значно нижчому порівняно з 1990-ми роками та початком 2000-х років рівні. При цьому в Україні немає патентів, отриманих в патентній тріаді.

Розподіл бюджетних коштів за видами інноваційної діяльності залишається практично незмінним впродовж майже 10 років та не передбачає видатків на придбання приладів у мінімально необхідних обсягах (рис. 3).

Імпорт та експорт товарної групи 90 Прилади та апарати оптичні показано на рис. 4.

В таблиці показані обсяги зовнішньої торгівлі України за окремими позиціями товарної групи 90 Прилади та апарати оптичні, що є критичними, оскільки

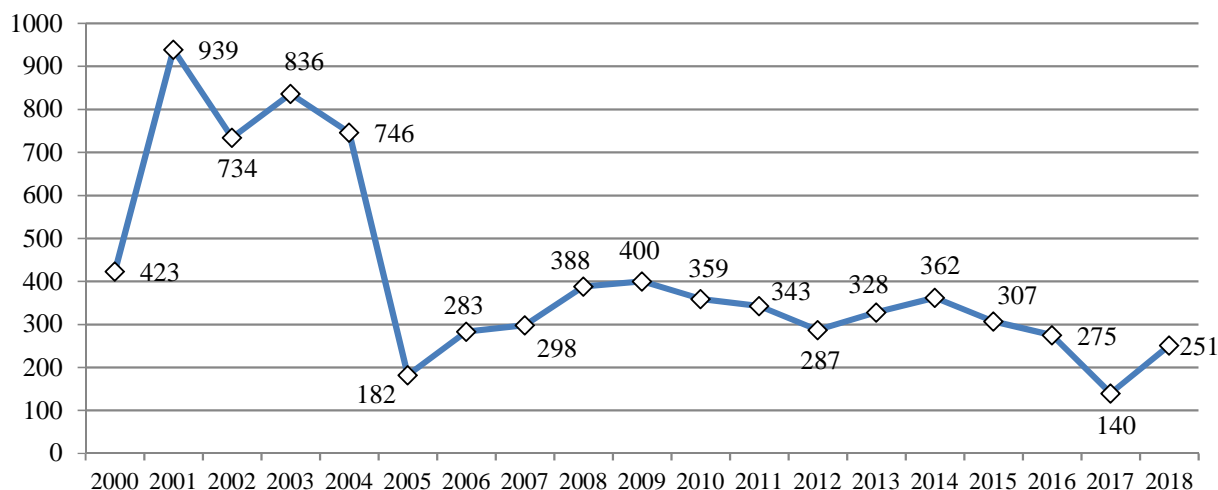


Рис. 1. Кількість отриманих патентів на прилади за національною процедурою (сформовано автором на основі джерела [16])

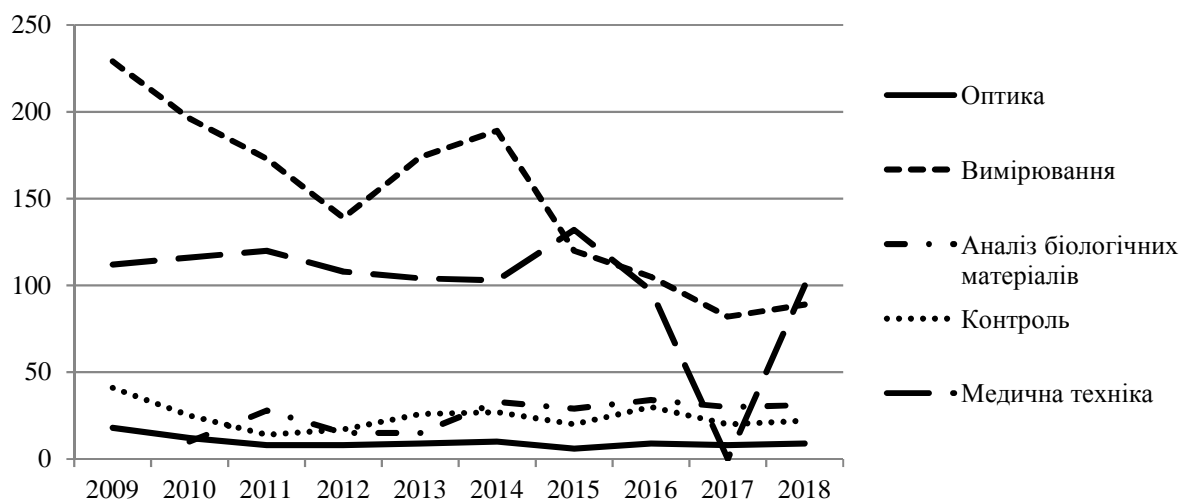


Рис. 2. Кількість отриманих патентів за видами приладів за національною процедурою (сформовано автором на основі джерела [16])



Рис. 3. Розподіл бюджетних коштів за видами інноваційної діяльності у 2018 р., % (сформовано автором на основі джерела [17])

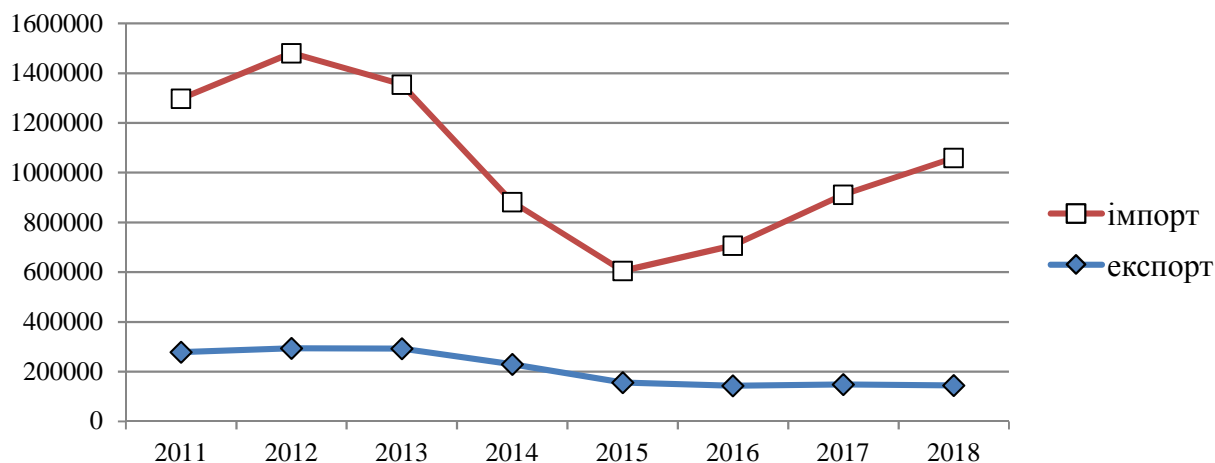


Рис. 4. Імпорт та експорт товарної групи 90 Прилади та апарати оптичні, тис. дол. США (сформовано автором на основі джерела [18])

Таблиця

Імпорт та експорт у розрізі окремих товарних позицій, тис. дол. США

Роки	Товарні позиції					
	9011 Мікроскопи оптичні складні		9012 Мікроскопи, крім оптичних; апарати дифракційні		9026 Прилади для вимірювання, контролю змінних характеристик рідин або газів: витрати, рівня, тиску	
	експорт	імпорт	експорт	імпорт	експорт	імпорт
2011	18	6589	7	250	14745	44922
2012	120	5563	86	82	15187	46208
2013	213	4703	111	1844	13894	41507
2014	223	1722	21	541	7457	33764
2015	32	1926	10	30	6055	26549
2016	75	2144	10	415	4839	35149
2017	34	4068	38	1212	3290	36128
2018	297	5379	9	1953	5231	40028

Складено автором на основі джерела [18].

важливі для провідних галузей економіки майбутнього та є основою високотехнологічного виробництва.

З рис. 4 та таблиці можемо зробити висновок, що сукупний обсяг імпорту по більшості груп товарів та устаткування приладобудування в рази перевищує обсяг експорту. Також за рядом позицій можемо відзначити зростання імпорту, що вказує на підвищення попиту на високотехнологічне обладнання, а відтак й тенденцію поглиблення технологічної залежності економіки. Таким чином, для приладобудування характерне суттєве випередження обсягів попиту можливостей внутрішнього виробництва та його забезпечення імпортною продукцією.

Наведені факти підтверджують висновки дослідження [19], відповідно до якого перспективи вітчизняного приладобудування в першу чергу пов'язані з виробництвом якісно нових продуктів та завоюванням внутрішнього ринку, емність якого у рази перевищує не лише поточні обсяги експорту сектору, а й усього виробництва в ньому.

На основі проведеного аналізу можемо визначити такі тенденції розвитку галузі в Україні:

1) згідно з особливостями галузі та географією інновацій приладобудування орієнтується на наукові центри і кадри. Дослідження [7], проведене на основі історичного та наукометричного аналізу галузі, показало, що кількість тематичних статей зменшується в рази з 2010 р. До того ж існує проблема досить низького середнього рівня обслуговуючого персоналу.

Іноді іноземні прилади не використовуються через те, що немає відповідних кадрів;

2) зростання залежності від імпорту компонентів у приладобудуванні вплинуло на динаміку валової доданої вартості у галузі [4, с. 18] та призводить до завищених оцінок експортного потенціалу галузі (елементна база становить в середньому до 80% вартості приладу);

3) наявність проблем, що перешкоджають цифровій трансформації приладобудування, пов'язані з відсутністю цифрових платформ та дефіцитом компаній, що працюють на нових високотехнологічних ринках за новими принципами. Орієнтація держави на використання фінансових інструментів підтримки галузі та недостатня увага сприяння інтеграції вітчизняних компаній у глобальні ланцюжки вартості та раціональному позиціонуванню в них поглибила ці проблеми;

4) наявність проблем інтелектуалізації галузі, що не формують попит на її продукцію. В епоху 4-ї Промислової революції дані, отримані за допомогою приладів, стають найважливішим активом підприємств різних галузей, і їх ефективне використання має стати пріоритетом. Наприклад, «Сільське господарство 5.0» передбачає цифровізацію сільськогосподарської техніки з використанням сучасних приладів [20, с. 60];

5) практично немає виробників сучасного організаційно-технологічного рівня, що демонструють закордонні виробники приладів (використання субмікронних проектних норм, розвинених бібліотек, «ди-

зайн-китів», промислових IP-блоків, «систем на кристалі», «систем в корпусі», віртуальних приладів тощо).

Таким чином, зі стратегічної точки зору необхідно знаходити нові механізми розвитку галузі. В цих умовах особливого значення набуває цифровізація приладобудування [8]. Власне, Інтернет речей є множиною різноманітних приладів, які об'єднані в мережу за допомогою каналів зв'язку та протоколів взаємодії, а кіберфізичні системи складаються з електронного обладнання, зокрема приладів, що комунікує між собою в режимі реального часу через Інтернет з метою підвищення ефективності, зниження помилок і відмов у роботі устаткування.

Відповідно приладобудування є одночасно як частиною трансформації виробництва та його цифровізації, так і вимагає впровадження нових технологій. Зазначені факти доводять припущення експертів, що у найближчі роки кількість приладів як за номенклатурою, так і за обсягами виробництва, виросте в рази. Це підтверджують дані PwC, що демонструють великий потенціал цифрової трансформації та готовність інвестувати в цифрові технології: 9 із 10 компаній фінансують створення цифрових фабрик. Як відзначається у звіті компанії Deloitte, вартість цифрових технологій сьогодні дозволяє одержувати істотні переваги навіть при невеликих інвестиціях [11].

Таким чином, перспективи галузі пов'язані зі створенням цифрової інфраструктури, що представляє собою крос-галузеву платформу, яка дозволяє організувати продуктивну взаємодію всіх учасників інноваційного процесу. Відповідні підходи мають бути впроваджені в рамках інституційних стратегій як при розробці, так і при використанні приладів в рамках цифрової стратегії «розумного» виробництва. Використання подібного підходу допомагає скоротити строки виходу нових приладів на ринок на 50%, знизити витрати на розробку на 25%, а також досягти практично ідеальної якості продукції [11].

Відтак критичну роль для розвитку галузі, крім людського капіталу, відіграє інформаційно-комунікаційний капітал (ІКТ-капітал) [21, с. 35], що є основою платформ віртуальних приладів. У структурі витрат на розробку нових приладів інвестиції в розробку програмного забезпечення займають дедалі більшу частку, що формує можливість для України.

Відзначимо, що в умовах Індустрії 4.0 підходи державно-приватного партнерства через закупівлю продукції та розвиток великих підприємств вже не можуть бути використані. Аналіз іноземного досвіду країн-галузевих лідерів показав, що в приладобудуванні переважають малі та середні підприємства, незважаючи на присутність великих глобальних лідерів. Натомість за даними Держкомстату обсяг продукції виробленої фізичними особами-підприємцями у 2017 р. в Україні становив лише 2%. Відтак особливої актуальності набувають механізми розвитку, що передбачатимуть активізацію ролі малих підприємств у вирішенні завдань розвитку галузі.

Вважаємо, що активізація ролі малих підприємств приладобудування, як учасників технологічного розвитку, вимагає пошуку нових форм взаємодії, серед яких слід виділити мережеву.

Проведений аналіз програми розвитку Індустрії 4.0 країни ЄС дав можливість визначити такі інституційні аспекти, що будуть корисними для приладобуду-

вання та використовують елементи мережевого підходу [23]:

- програми звичайно включені в більш широкі стратегічні документи (у Німеччині, Франції та Угорщині розвиток виробництва Індустрії 4.0 є частиною промислової політики);

- фокус програм в основному не залежить від певних секторів, однак головними бенефіціарами є компанії, зокрема малий бізнес, з високим технологічним рівнем;

- акцент на розвитку співробітництва між зацікавленими сторонами. Наприклад, у Німеччині та Австрії були запущені платформи Індустрії 4.0, що поєднують органи державної влади, науково-дослідні установи та бізнес;

- ініціативи передбачають залучення державних та приватних джерел фінансування на реалізацію проєктів.

У дослідженні [22] розвиток приладобудування нами було запропоновано здійснювати на основі формування галузевих екосистем інновацій. Відповідно для інституційно-еволюційного розвитку приладобудування доцільно використати риси традиційного кластеру та мережі, орієнтованої на формування технологічної платформи. На її основі здійснюється перетворення існуючих типів промисловості (мета-промисловість). Типовим прикладом такої мережі розвитку приладобудування, може бути наноелектронний або космічний кластер [10, с. 176]. Інституційні рішення зі створення приладів нового типу на новій основі можуть бути використані для переозброєння приладобудівних підприємств попереднього технологічного укладу або створення нових. Основна перевага даної мережі полягає в можливості сформулювати навколо новітньої технології групу підприємств, на яких вона буде реалізовуватися. Складність побудови такої мережі полягає в складності погоджень науково-технологічних, фінансово-організаційних та промислово-виробничих рішень.

На рис. 5 показана схема інституційно-еволюційного розвитку галузі на прикладі космічного приладобудування, що володіє значним міжгалузевим потенціалом, зокрема для ІТ та АПК України. Схема базується на інститутах фундаментальної основи розвитку, системи загального машинобудування та галузевої техніко-технологічної системи приладобудування.

Мережева стратегія розглядає стійкість економічного зростання як результат планомірного погодженого залучення сучасних конкурентних переваг (інноваційних, інформаційних та інтелектуальних) на всіх етапах ланцюжка створення вартості при участі ряду агентів та інститутів.

У цих умовах критичним моментом є здатність галузевого бізнес-співтовариства побачити довгострокові перспективи галузі в цілому [24–25], а не тільки власного бізнесу, бути готовим до змін на різних рівнях, створити інструменти взаємодії, які б допомагали передбачити та попереджати ризики. В цих умовах держава, будучи інституційним регулятором, може формувати траєкторію розвитку галузі тільки при вза-

ємодії з бізнес-співтовариством через сприяння новій галузевій політиці. Саме такими спільними зусиллями можна визначити довгострокові інтереси та стратегічні цілі.

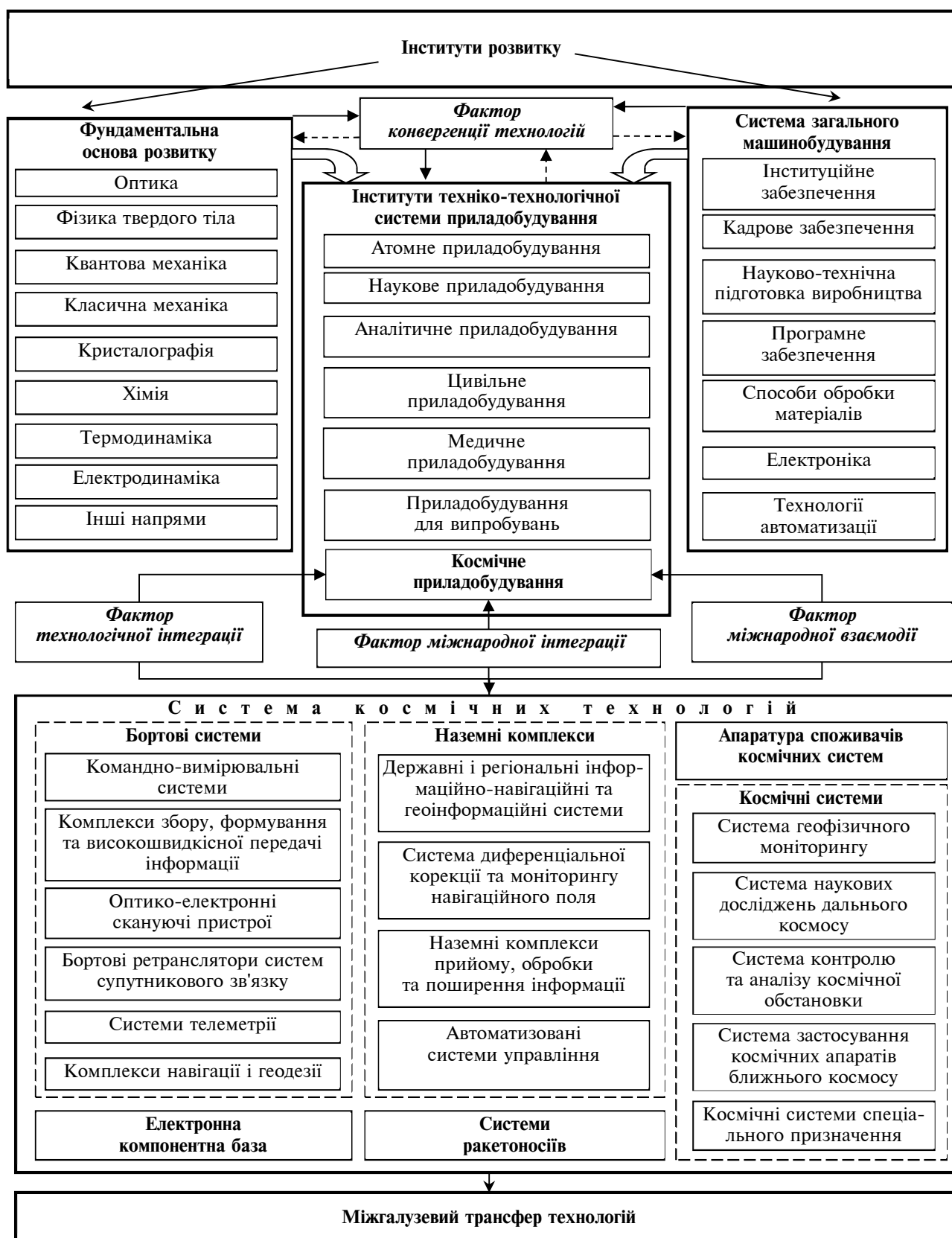


Рис. 5. Схема розвитку приладобудування на основі мереж (розроблено автором)

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Визначальною рисою сучасної економіки є провідна роль високих технологій, виробництво та поширення яких становить функцію базових галузей, однією з

яких є приладобудування, тому що розвиток усіх напрямків науково-технічного прогресу неможливий без його продукції. Особливе значення динамічний розвиток приладобудування має для вирішення завдань з

формування інноваційних конкурентних переваг. У дослідженні визначено тенденції розвитку приладобудування в Україні. Стратегію розвитку приладобудування розглянуто з точки зору інституційно-еволюційного розвитку галузі за допомогою впровадження цифрових технологій та мережових рішень. В умовах Індустрії 4.0 держава, будучи інституційним регулятором, може формувати траєкторію розвитку галузі тільки при взаємодії з бізнес-співтовариством через сприяння новій галузевій політиці.

#### Список використаних джерел

1. National Security Strategy Formulation. URL: [https://csis-prod.s3.amazonaws.com/s3fs-public/publication/171006\\_CSIS\\_NationalSecurityStrategyFormulation\\_FINAL.pdf?42zeMDWbvXQ1xJs9OTe64dWZwVMXT.gZ](https://csis-prod.s3.amazonaws.com/s3fs-public/publication/171006_CSIS_NationalSecurityStrategyFormulation_FINAL.pdf?42zeMDWbvXQ1xJs9OTe64dWZwVMXT.gZ).
2. Harmon J. D., Stevens J. H., Swim L. B. Finance, technology transfer, and national security: A preliminary survey. *The Journal of Technology Transfer*. 1991. Vol. 16. Iss. 3. pp. 38–42.
3. A 21st century science, technology, and innovation strategy for America's national security. Committee on Homeland and National Security of the National Science and Technology Council. 2016. URL: [http://www.defenseinnovationmarketplace.mil/resources/National\\_Security\\_ST\\_Strategy\\_2016\\_FINAL.PDF](http://www.defenseinnovationmarketplace.mil/resources/National_Security_ST_Strategy_2016_FINAL.PDF).
4. Прогнозирование инновационного машиностроения / отв. ред. В.С. Панфилов. Москва: МАКС Пресс, 2015. 180 с.
5. Якунин А. С. Актуальные вопросы развития радиоэлектронной промышленности. *Электронная промышленность*. 2013. № 4. С. 3–14.
6. Грибовский А. А., Грибовская А. А. Технологии быстрого производства в приборостроении. СПб.: Университет ИТМО, 2015. 66 с.
7. Добровська С. В., Овсієнко Л. М. Дослідження динаміки публікацій з машинобудування та приладобудування в наукових виданнях України. *Наука України у світовому інформаційному просторі*. 2018. Вип. 15. С. 80–82.
8. Покрас О. С., Войтко С. В. Питання розвитку галузі приладобудування в Україні в Індустрії-4.0. *Економіка та держава*. 2019. № 3. С. 52–56. doi: 10.32702/2306-6806.2019.3.52
9. Secchi E. Open Innovation Networks and the Role of Intermediaries: An Agent-Based Simulation. In: Secchi D., Neumann M. (eds.). *Agent-Based Simulation of Organizational Behavior*. Springer, Cham, 2016.
10. Жданова О., Засько В. Формирование институциональных условий развития нанотехнологий с применением кластерной модели. *Экономическая политика*. 2011. № 5. С. 168–178.
11. Мосто М. Цифровые двойники открывают новые возможности для приборостроения и электронной промышленности. *Control Engineering*. 2019. URL: <https://controlengrussia.com/innovatsii/novye-vozmozhnosti/>.
12. Nelson R., Winter S. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge: Harvard Univ. Press, 1982.
13. Юрин А. Н. К понятию безопасности: кто и как определяет угрозу сегодня? *Regional Dialogue*. 14.06.2016. URL: <http://regional-dialogue.com/ru/security/>.
14. Дашковський О. А. Аналітичне приладобудування. *Енциклопедія сучасної України* / Інститут енциклопедичних досліджень НАН України. 2019. URL: [http://esu.com.ua/search\\_articles.php?id=44042](http://esu.com.ua/search_articles.php?id=44042).
15. За час незалежності в Україні видано понад 117 тис. патентів на винаходи. URL: <https://www.unn.com.ua/uk/news/1596463-za-chas-nezalezhnosti-v-ukrayini-vidano-ponad-117-tis-patentiv-na-vinakhodi>.
16. Статистика, звіти, плани. Державне підприємство / Український інститут інтелектуальної власності. 2004–2019. URL: <https://ukrpatent.org/uk/articles/statistics>.
17. Стан інноваційної діяльності та діяльності у сфері трансферу технологій в Україні у 2018 році: аналітична довідка. Київ: УкрІНТЕІ, 2019. 80 с.
18. Сумарний обсяг імпорту та експорту у розрізі товарних позицій за кодами УКТЗЕД. URL: <http://sfs.gov.ua/ms/fl1>.
19. Крамар О. Не в мінорі. 06.02.2019. *Тиждень*. URL: <https://m.tyzhden.ua/publication/226048>.
20. Стан інноваційної діяльності та діяльності у сфері трансферу технологій в Україні у 2017 році: аналітична довідка. Київ: УкрІНТЕІ, 2018. 98 с.
21. Пятковски М. Влияние ИСТ-инвестиций на рост производительности труда в странах с переходной экономикой. *Влияние современных информационных технологий на экономический рост в России и странах Восточной Европы в 1990–2001 годах*. Москва : ЦЭМИ РАН, 2004. 120 с.
22. Омеляненко В. А. Аналіз можливостей розвитку галузевих екосистем інновацій (на прикладі космічного приладобудування). *Вісник Одеського національного університету. Економіка*. 2013. Т. 18, Вип. 3 (2). С. 167–171.
23. Ангел Е., Кравчук В. Какая промышленная политика необходима Украине для перехода к Индустрии 4.0? *Зеркало недели*. 5 апреля 2019. URL: [https://zn.ua/macrolevel/kakaya-promyshlennaya-politika-neobhodima-ukraine-dlya-perehoda-k-industrii-4-0-313995\\_.html](https://zn.ua/macrolevel/kakaya-promyshlennaya-politika-neobhodima-ukraine-dlya-perehoda-k-industrii-4-0-313995_.html).
24. National Security & Innovation Activities: Methodology, Policy and Practice (2018), edited by O. Prokopenko, V. Omelyanenko, Yu. Ossik. Ruda Śląska : Drukarnia i Studio Graficzne Omnidium. 416 p.
25. Прокопенко О. В., Омеляненко В. А. Аналіз особливостей використання потенціалу глобальної інноваційної системи для розвитку приладобудування. *Mechanism of Sustainable Development of Economic Systems Formation*. Verlag SWG imex GmbH, Nürnberg, Deutschland, 2014. Vol. 1. pp. 207–214.

#### References

1. National Security Strategy Formulation (n.d.). *csis-prod.s3.amazonaws.com*. Retrieved from [https://csis-prod.s3.amazonaws.com/s3fs-public/publication/171006\\_CSIS\\_NationalSecurityStrategyFormulation\\_FINAL.pdf?42zeMDWbvXQ1xJs9OTe64dWZwVMXT.gZ](https://csis-prod.s3.amazonaws.com/s3fs-public/publication/171006_CSIS_NationalSecurityStrategyFormulation_FINAL.pdf?42zeMDWbvXQ1xJs9OTe64dWZwVMXT.gZ).
2. Harmon J. D., Stevens J. H., Swim L. B. (1991). Finance, technology transfer, and national security: A preliminary survey. *The Journal of Technology Transfer*, Vol. 16. Iss. 3. pp. 38–42.
3. A 21st century science, technology, and innovation strategy for America's national security. Committee on Homeland and National Security of the National Science and Technology Council. (2016). Retrieved from [http://www.defenseinnovationmarketplace.mil/resources/National\\_Security\\_ST\\_Strategy\\_2016\\_FINAL.PDF](http://www.defenseinnovationmarketplace.mil/resources/National_Security_ST_Strategy_2016_FINAL.PDF).
4. Panfilov V. S. (2015). *Prognostirovanie innovacionnogo mashinostroeniia* [Innovative Engineering Forecasting]. Moscow, MAKS Press. 180 p. [in Russian].
5. Yakunin A. S. (2013). *Aktuanye voprosy razvitiia radioelektronnoj promyshlennosti* [Actual issues of the development of the electronic industry]. *Elektronnaia*

- promyshlennost – Electronic industry*, 4, pp. 3–14 [in Russian].
6. Gribovskiy A. A., Gribovskaya A. A. (2015). Tehnologii bystrogo proizvodstva v priborostroenii [Rapid manufacturing technology in instrumentation]. SPb, ITMO University. 66 p. [in Russian].
7. Dobrovska S. V., Ovsienko L. M. (2018). Doslidzhennia dynamiky publikatsii z mashynobuduvannia ta prykladobuduvannia v naukovykh vydanniakh Ukrainy [Research of the dynamics of publications in mechanical engineering and instrument making in scientific editions of Ukraine]. *Nauka Ukrainy u svitovomu informatsiinomu prostori – Science of Ukraine in the world information space*, 15, pp. 80–82 [in Ukrainian].
8. Pokras O. S., Voitko S. V. (2019). Pytannia rozvytku haluzi prykladobuduvannia v Ukraini v Industrii-4.0 [Issues of instrument industry development in Ukraine in Industry-4.0]. *Ekonomika ta derzhava – Economy and state*, 3, pp. 52–56 [in Ukrainian]. doi: 10.32702/2306-6806.2019.3.52
9. Secchi E. (2016). Open Innovation Networks and the Role of Intermediaries: An Agent-Based Simulation. In: Secchi D., Neumann M. (eds.) *Agent-Based Simulation of Organizational Behavior*. Springer, Cham.
10. Zhdanova O., Zasko V. (2011). Formirovanie institucionalnykh uslovij razvitiia nanotekhnologij s primeneniem klasternoj modeli [Formation of institutional conditions for the development of nanotechnology using a cluster model]. *Ekonomicheskaia politika – Economic policy*, 5, pp. 168–178 [in Russian].
11. Mosto M. (2019). Cifrovyje dvojniki otkryvajut novye vozmozhnosti dlja priborostroenija i jelektronnoj promyshlennosti [Digital doubles open up new possibilities for instrumentation and the electronics industry]. *Control Engineering*. Retrieved from <https://controlengrussia.com/innovatsii/novye-vozmozhnosti/> [in Russian].
12. Nelson R., Winter S. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, Harvard Univ. Press.
13. Yurin A. N. (2016). K ponjatiiu bezopasnost: kto i kak opredeljaet ugrozu segodnia? [To the concept of security: who defines the threat and how today?] *Regional Dialogue*. 14.06.2016. Retrieved from <http://regional-dialogue.com/ru/security/> [in Russian].
14. Dashkovskiy O. A. (2019). Analitichne prykladobuduvannia [Analytical instrumentation]. *Encyclopedia of Modern Ukraine*. Institute of Encyclopedic Research, NAS of Ukraine. (2019). Retrieved from [http://esu.com.ua/search\\_articles.php?id=44042](http://esu.com.ua/search_articles.php?id=44042) [in Ukrainian].
15. Za chas nezalezhnosti v Ukraini vydano ponad 117 tys. patentiv na vynakhody [Since independence, over 117,000 patents for inventions have been granted in Ukraine]. *unn.com.ua*. Retrieved from <https://www.unn.com.ua/uk/news/1596463-za-chas-nezalezhnosti-v-ukrayini-vidano-ponad-117-tis-patentiv-na-vinakhodi> [in Ukrainian].
16. Statystyka, zvity, plany [Statistics, reports, plans]. State Enterprise «Ukrainian Institute of Intellectual Property». 2004–2019. Retrieved from <https://ukrpatent.org/uk/articles/statistics> [in Ukrainian].
17. Stan innovatsiinoi diialnosti ta diialnosti u sferi transferu tekhnolohii v Ukraini u 2018 rotsi: analitichna dovidka [State of Innovation and Technology Transfer Activity in Ukraine in 2018: Analytical Reference]. (2019). Kyiv, UkrINTEI. 80 p. [in Ukrainian].
18. Sumarnyi obsiah importu ta eksportu u rozrizi tovarnykhpozytsii za kodamy UKTZED – The total volume of imports and exports by section of commodity items according to the codes of UKTZED. Retrieved from <http://sfs.gov.ua/ms/f11> [in Ukrainian].
19. Kramar O. (2019). Ne v minori [Not in the minor]. 06.02.2019. *Tyzhden – Week*. Retrieved from <https://m.tyzhden.ua/publication/226048> [in Ukrainian].
20. Stan innovatsiinoi diialnosti ta diialnosti u sferi transferu tekhnolohii v Ukraini u 2017 rotsi: analitichna dovidka [State of Innovation and Technology Transfer Activity in Ukraine in 2017: Analytical Reference]. (2018). Kyiv, UkrINTEI. 98 p. [in Ukrainian].
21. Piatkovski M. (2004). Vliianie ICT-investitsiy na rost proizvoditelnosti truda v stranah s perehodoj ekonomikoj [The impact of ICT investment on productivity growth in countries with economies in transition]. *Vliianie sovremennykh informacionnykh tekhnologij na ekonomicheskij rost v Rossii i stranah Vostochnoy Evropy v 1990-2001 godah – The impact of modern information technology on economic growth in Russia and Eastern Europe in 1990-2001*. Moscow, CEMI RAN. 120 p. [in Russian].
22. Omelyanenko V. A. (2013). Analiz mozhlyvosti rozvytku haluzevykh ekosystem innovatsii (na prykladi kosmichnoho prykladobuduvannia) [Analysis of opportunities for development of sectoral ecosystems of innovation (on the example of space instrumentation)]. *Visnyk Odeskoho natsionalnoho universytetu. Ekonomika. – Bulletin of the Odessa National University. Economy*, Vol. 18, № 3(2), pp. 167–171 [in Ukrainian].
23. Angel E., Kravchuk V. (2019). Kakaja promyshlennaja politika neobhodima Ukraine dlja perehoda k Industrii 4.0? [What industrial policy does Ukraine need to move to Industry 4.0?]. *Zerkalo nedeli – Mirror of the Week*. 5.04.2019. Retrieved from [https://zn.ua/macrolevel/kakaya-promyshlennaya-politika-neobhodima-ukraine-dlya-perehoda-k-industrii-4-0-313995\\_.html](https://zn.ua/macrolevel/kakaya-promyshlennaya-politika-neobhodima-ukraine-dlya-perehoda-k-industrii-4-0-313995_.html) [in Russian].
24. National Security & Innovation Activities: Methodology, Policy and Practice (2018). ed. by O. Prokopenko, V. Omelyanenko, Yu. Ossik. Ruda Śląska: Drukarnia i Studio Graficzne Omnidium. 416 p.
25. Prokopenko O. V., Omelyanenko V. A. (2014). Analiz osoblyvosti vykorystannia potentsialu hlobalnoi innovatsiinoi systemy dlja rozvytku prykladobuduvannia [Analysis of the features of using the potential of the global innovation system for instrument development]. *Mechanism of Sustainable Development of Economic Systems Formation*. Verlag SWG imex GmbH, Nürnberg, Deutschland, Vol. 1, pp. 207–214 [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 02.12.2019

Прийнято до друку 19.12.2019

#### Формат цитування:

Омельяненко В. А. Аналіз інституційно-еволюційного аспекту розвитку високотехнологічних сфер на прикладі приладобудування. *Вісник економічної науки України*. 2019. № 2 (37). С. 93-100. doi: [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2019.2\(37\).93-100](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2019.2(37).93-100)

Omelyanenko V. A. (2019). Analysis of institutional and evolutionary aspect of high-tech sectors development on instrument engineering example. *Visnyk ekonomichnoi nauky Ukrainy*, 2 (37), pp. 93-100. doi: [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2019.2\(37\).93-100](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2019.2(37).93-100)