

ПРОМИСЛОВІ ЕКОСИСТЕМИ І ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗВИТОК

У статті запропоновано розглядати промислові екосистеми в контексті технологічного розвитку. Дослідження в цій сфері потребують застосування еволюційної економічної методології, яка використовує інструментарій еволюційної біології, зокрема поняття екосистеми. У рамках даної методології пропонуються нові підходи до вирішення економічних проблем, які не в змозі вирішити традиційний економічний мейнстрим, акцентований на егоїстичну раціональну поведінку економічних суб'єктів й аналіз рівноважних станів. Разом з тим вона все ще залишається дискусійною, фрагментарною та потребує подальшого розвитку.

Досліджено поняття екосистеми в біології та економіці, надано загальну характеристику останніх з позицій еволюційної методології економічних досліджень як стійкої мережі взаємопов'язаних підприємств, заснованої на відповідних виробничих технологіях. При цьому різним рівням технологічного розвитку відповідають різні за ступенем розвитку промислові екосистеми, між яким існують технологічні розриви. Обґрунтовано, що домінуючі технології та відповідні інститути змінюються під впливом географічних, історичних та генно-культурних чинників, які визначають здатність до виживання, довголіття і репродуктивний потенціал екосистем. Встановлено, що, як і в біології, екосистеми у промисловості можуть бути різного рівня: локальні екосистеми, розташовані в одному місті, районі чи області; регіональні екосистеми, що охоплюють простір окремих регіонів; національні екосистеми, тобто системи в масштабах держав, які мають суверенітет, національні інститути та культуру; наднаціональні екосистеми, які об'єднують взаємопов'язані та взаємодіючі підприємства й інститути суміжних країн або навіть континентів.

Для характеристики промислових екосистем національного рівня досліджено показники економічного, промислового та інноваційного розвитку в розрізі груп відносно однорідних в економічному відношенні країн. Встановлено, що в групі країн західної традиції США поки що випереджають європейців: інноваційна та організаційна культура американських корпорацій вище, ніж у європейських конкурентів. У сучасні лідери за обраними показниками поступово виходять також представники країн конфуціанської та індійської культур, рутини багатьох підприємств яких вже пройшли природний відбір і дозволяють генерувати економічно значущі знання, що сприяють їх виживанню та подальшому успішному розвитку. На відміну від економічних екосистем провідних промислових країн, промисловій екосистемі України не вдалося зберегти й унаслідувати організаційні рутини та культурний капітал, на яких базуються високі промислові технології, що збільшує технологічні розриви між вітчизняною індустрією та індустрією розвинутих країн.

З метою прискорення розвитку промислової екосистеми України та подолання його негативних тенденцій запропоновано внесення відповідних коректив до проекту Стратегії

¹ Стаття підготовлена в рамках виконання проекту «Технологічні розриви і шляхи їх подолання в умовах глобальної нестабільності» цільової комплексної програми наукових досліджень НАН України «Реконструкція економіки України: історичні виклики і сучасні проекти».

інноваційного розвитку України щодо створення груп високого рівня за ключовими технологіями; визначення та періодичного оновлення національного переліку ключових технологій; підвищення рівня фінансування НДДКР; стимулювання приватного фінансування НДДКР.

Ключові слова: еволюційна економіка, екосистема, економічна екосистема, промислова екосистема, технологічний розвиток, технологічний розрив.

JEL: O330, O140

1. Вступ

Нові промислові та цифрові технології стрімко змінюють людину, економіку і суспільство. «Розумні» машини витісняють людей із багатьох сфер діяльності, у яких раніше вони вважалися незамінними. Сама людина стає все більш кібернетичною. Підсумком усіх цих трансформацій є нова «оцифрована» реальність і нова промисловість (Індустрія 4.0), що характеризується злиттям фізичного і віртуального світу в «розумні» кіберфізичні системи. Разом з тим процеси становлення нової глобальної промислової системи відбуваються дуже нерівномірно. У світі, як і раніше, багато країн, економіка яких заснована на галузях ще другого, третього і четвертого технологічного укладів. При цьому країни відрізняються географічною, історичною та культурною специфікою, що позначається на процесах їх еволюції у просторі та часі.

Свого часу А. Маршалл стверджував, що «Меккою економіста є скоріше економічна біологія, ніж економічна динаміка» [1, с. 53]. Питання про важливість розвитку еволюційної економіки також розглядав Т. Веблен, який вважав необхідною побудову такої теорії кумулятивної послідовності економічних інститутів, яка була б сформульована в термінах саме цього процесу [2, р. 393].

Сьогодні передбачення науковців починають здійснюватися, і нова економічна методологія, що використовує інструментарій еволюційної біології, у тому числі поняття екосистеми, поступово розширює сферу свого впливу завдяки вагомим науковим доробкам Р. Нельсона і С. Вінтера, Дж. Ходжсона, Т. Кнудсена [4-6] та ін.

У біології під екосистемою зазвичай розуміють спільноту живих організмів у поєднанні з неживими компонентами на-

вколишнього середовища, які взаємодіють як система, а в економіці – динамічні стабільні мережі взаємопов'язаних підприємств та інститутів, що функціонують у межах обмеженого географічного простору [7, р. 1]. Останнім часом кількість наукових публікацій, присвячених екосистемам в економіці, зростає випереджаючими темпами [8, pp. 315-317]. У світі спостерігається бум досліджень четвертої промислової революції та Індустрії 4.0. На перетині цих двох трендів перебуває поняття промислової екосистеми. Промислові екосистеми розглядаються в багатьох наукових працях, але здебільшого в рамках екологічної проблематики [10]. Щодо промислових екосистем у контексті технологічного розвитку, то це відносно новий напрям досліджень, якому присвячено дану статтю.

Структурно стаття побудована таким чином. Спочатку досліджено поняття екосистеми в біології та економіці, викладено загальну характеристику останніх з позицій еволюційної методології економічних досліджень. Потім розглянуто промислові екосистеми у технологічному аспекті й визначено їх основні типи. Проаналізовано особливості промислових екосистем України з питань еволюції промислових екосистем у контексті технологічного розвитку. Підсумки дослідження відображено в коротких висновках.

2. Поняття екосистеми

2.1. Історія поняття

Екосистеми в біології. Ключове для екології та біології поняття «екосистема» ввів в науковий обіг у 1935 р. британський ботанік А. Тенслі [11], який висунув тезу про те, що динамічно стійкі мережі взаємопов'язаних організмів і неорганічних ресурсів становлять особливу сферу аналізу.

На його думку, саме такі системи є основними одиницями природи на поверхні Землі [11, р. 299]. Більшість сучасних екологів згодні з тим, що екосистема – це будь-яка функціональна єдність (різного обсягу і рангу), що включає всі організми на даній ділянці та взаємодіє з абіотичним середовищем таким чином, що потік енергії створює чітку трофічну¹ структуру і кругообіг речовин усередині системи, який за обсягом перевершує обмін речовин цієї системи із зовнішнім середовищем [12, с. 7]. При цьому екосистеми утворюють структуру, подібну до ієрархії, в якій екосистеми низького рангу входять як активні елементи в екосистеми вищого рангу [12, с. 7].

Основним елементом екосистем є популяції, які являють собою сукупність організмів різних видів і умов їх існування, що спільно мешкають. Тільки в популяції (а не на особині організму даного виду) можна простежити відносини даного виду з іншими видами й умови середовища, на зміни яких він реагує перш за все зміною своєї чисельності [13, с. 249].

У цілому екосистемна методологія істотною мірою вплинула на теорію еволюції, в якій на перший план вийшли проблеми мінливості та стабільності не окремих біологічних видів, а екосистем. Пізніше ці ідеї були розвинуті економістами.

Екосистеми в економіці. Еволюційна економіка потрапила в поле зору економістів ще в кінці XIX ст. У першій половині XX ст. розвиток цього напрямку призупинився у зв'язку з тією негативною реакцією, яку отримала теорія соціального дарвінізму. Однак ближче до середини століття такі видатні економісти, як Й. Шумпетер, Ф. Хайєк, М. Фрідмен, підтримали еволюційну перспективу аналізу процесів економічних змін у сферах інновацій, динаміки конкуренції, еволюції інститутів та ін. Пізніше еволюційна проблематика була роз-

¹ Трофічна структура визначається як розподіл біомаси між трофічними рівнями (підмножиною екологічного співтовариства, які збирають енергію і поживні речовини) та зазвичай зображується графічно у вигляді екологічних пірамід [14].

винена у монографії Р. Нельсона і С. Вінтера «Еволюційна теорія економічних змін» (1982 р.) [4], яка стала вже класичною і стимулювала потік досліджень сучасних науковців [3; 5; 6; 7; 15; 16]. Сьогодні для багатьох економістів, які підтримують еволюційну перспективу наукових досліджень, основний інтерес полягає в розумінні процесів, які ведуть до кумулятивних економічних змін, і вони вважають еволюційні аргументи природними і корисними для цієї мети [15].

У 1993 р. у статті «Хижак і жертва: нова екологія конкуренції» Дж. Мур [16] запропонував розглядати економічну діяльність як екосистему, де покупці та виробники відіграють взаємодоповнюючі ролі, спільно еволюціонуючи в напрямі, що задається компаніями, які перебувають у центрі екосистеми. Дж. Мур визначає «бізнес-екосистему» як економічне співтовариство, яке складається із сукупності взаємопов'язаних організацій і фізичних осіб. Це співтовариство виробляє товари і послуги, цінні для споживача, які також є частиною екосистеми. До складу екосистеми будь-якого підприємства входять і постачальники, провідні виробники, конкуренти та інші зацікавлені сторони. Згодом вони коеволюціонують, прагнучи відповідати напрямам, визначеним однією або кількома компаніями-лідерами.

Сучасні дослідники у визначенні економічних екосистем роблять акцент на неієрархічному та багатосторонньому характері цих структур, узгодженості діяльності акторів, координації їх взаємозалежності за допомогою набору ролей, які усувають необхідність укладання індивідуальних договірних угод із кожним партнером [9; 17].

2.2. Еволюційна методологія дослідження екосистем

Основу наукового розуміння економічних екосистем становить еволюційна методологія, зокрема концепція узагальненого дарвінізму (*generalized Darwinism*) [18]. Головна його ідея полягає в тому, що еволюція шляхом природного відбору є не

тільки біологічною категорією. Вона має місце і в інших сферах, якщо для цього створені відповідні умови. Зокрема, в економіці вчені застосовують еволюційний інструментарій для кращого розуміння кумулятивних процесів динамічних змін, не залучаючи при цьому до аналізу специфічно біологічний контекст.

Однак досягнення еволюційної економіки (evolutionary economics) поки ще мають фрагментарний характер [3], а це, у свою чергу, дає підстави для критики, згідно з якою узагальнений дарвінізм не здатен охопити багато важливих особливостей культурного розвитку, а тому часто є аналогією, яка може вводити в оману [19, р. 343].

Еволюційну теорію в економіці зазвичай застосовують для вирішення таких головних питань [18, р. 583-585]:

як створюється різноманітність в економічній популяції?

як зберігається і передається корисна інформація, що стосується вирішення конкретних адаптивних проблем?

чому суб'єкти відрізняються за доцільністю і репродуктивним потенціалом (плодючістю, фертильністю – fecundity).

Існує декілька різних підходів до вирішення наведених питань, витриманих в альтернативній (взаємодоповнюючій) логіці генетичного підходу (генетичного детермінізму) і негенетичного (епігенетичного) «м'якого спадкування» [20].

У рамках генетичної парадигми фірма аналогічна організму в біологічній екосистемі, який виступає інтерактором [7, р. 7], а ДНК фірми – це економічно значущі знання, вбудовані у фірму, від яких залежить її виживання. Категорії «ген» у біології відповідає економічне поняття «рутина». Це ті специфічні для фірми функції, які пов'язують вхідні дані з вихідними з урахуванням внутрішнього контексту і зовнішнього середовища бізнес-операцій [7, р. 7]. Рутини виступають у формі соціальних реплікаторів, тобто вони успадковуються, визначають можливу поведінку суб'єкта, але схильні також і до відбору. Організми, що мають кращі рутини, можуть

краще за інших пристосовуватися до змін середовища і розвиватися.

Негенетичне спадкування може відбуватися, наприклад, у формі поведінкового і культурного успадкування. Специфіка поведінкового спадкування полягає в тому, що нові ознаки «накопичуються» в діях родичів і транслюються наступним поколінням завдяки імпринтингу, наслідуванню і навчанню. У культурному спадкуванні, навпаки, репрезентація і трансляція спадкової інформації здійснюються в культурно обумовлених знаково-символічних системах [20, с. 61]. При цьому «... для розуміння еволюційного розвитку і пояснення походження таких системних явищ, як мова, культура, наука, недостатньо спиратися тільки на вивчення індивідуальних механізмів генетичного кодування і випадкові мутації генів, що дозволяють створювати, зберігати й акумулювати корисні ознаки. Акумулююча і транслююча функції властиві також надіндивідуальним природним, біологічним і соціальним системам, які завдяки «м'якому спадкуванню», роблять еволюцію не такою випадковою» [20, с. 62].

Багатогранність життя на Землі на рівні генів, видів та екосистем забезпечується біологічною різноманітністю, яке пояснює їх стабільність і стійкість до зовнішніх впливів. В економічній екосистемі різноманітність відповідних атрибутів, що визначають динаміку екосистем, також необхідна для підвищення ймовірності її переходу до вищого стану. Зокрема, для успішного розвитку економічної екосистеми важливе значення має різноманітність технологічних лідерів, практик ведення бізнесу, організаційних структур управління, підходів до винаходів та інновацій.

Наприклад, різноманітність підприємницьких підходів до винаходів та інновацій збільшує шанси на плідний пошук порівняно з тим, якщо всі пошуки були б зосереджені в одному місці та напрямі. У міру зміни економічних умов інституційні структури деяких фірм можуть стати більш пристосованими до їх виживання і зростання, а фірми з менш придатними струк-

турами – зникнути. Наявність такого розмаїття означає, що економічні співтовариства в цілому (екосистеми) можуть швидше й адекватно реагувати на мінливі економічні умови. Чим більше розмаїття існуючих бізнес-структур, тим із більшою імовірністю буде обрана саме та з них, яка краще пристосована до мінливих обставин зовнішнього середовища [22, р. 159].

Навіть такий короткий перелік деяких ідей еволюційної економіки свідчить про те, що еволюційна методологія пропонує нові підходи до проблем, які не в змозі вирішити традиційний економічний мейнстрим, акцентований на егоїстичну раціональну поведінку економічних суб'єктів й аналіз рівноважних станів. Однак при цьому вона залишається дискусійною, фрагментарною і потребує подальшого розвитку, у тому числі в контексті дослідження такого популярного явища, як економічні екосистеми.

2.3. Кластер або екосистема?

Поняття економічної екосистеми у низці аспектів близьке до поняття економічного кластера. Згідно широко відомого визначення М. Портера, кластери являють собою географічне зосередження фірм, постачальників, пов'язаних галузей та спеціалізованих інститутів [23, с. 21]. Близьке поняття бізнес-мережі використовують для опису формальних та неформальних взаємодій груп фірм, розташованих в даному регіоні і які переслідують певні цілі.

Прийняття формулювання економічної екосистеми як мережі взаємопов'язаних підприємств та інститутів в обмеженому географічному просторі приводить до логічного питання: у чому полягає принципова відмінність «кластерів» або їх близьких родичів «мереж» від «екосистем»?

Екосистему від кластера відрізняють три ключових моменти [24, рр. 20-21]:

1) стійкість (sustainability) – здатність екосистеми успішно розвиватися без зовнішнього впливу або допомоги, а також задовольнити потреби нинішнього часу, не

ставлячи під загрозу здатність задовольняти потреби в майбутньому;

2) самоврядування (self-governance) – екосистема не залежить від зовнішньої сили і не контролюється одним домінуючим суб'єктом в екосистемі, що означає відсутність одностороннього ієрархічного контролю згори вниз. Незважаючи на те що деякі види діяльності регулюються загальним набором формальних правил і неформальних норм, екосистема допускає появу конкуруючих правил або стандартів, які кидають виклик встановленим;

3) еволюція (evolution) – здатність розвиватися з часом за допомогою механізмів спадковості, мінливості та відбору.

Можна сказати так, що екосистеми – це ті самі кластери, але розглядаються з позицій еволюційної перспективи, тобто з точки зору наявності властивостей стійкості, самоврядування і здатності еволюціонувати на основі природного відбору. Однак це не означає, що всі ці властивості мають бути розвинені однаковою мірою. Наприклад, успішні екосистеми, створені Apple або Google, надають технологічні платформи для спільнот, що підтримують виробників, зокрема розробників прикладного програмного забезпечення. Попри те що такі екосистеми можуть бути стійкими, вони дещо обмежені у плані самоврядування та еволюції, оскільки їх здатність адаптуватися до мінливого зовнішнього середовища стримується домінуванням лідерів єдиних платформ, які формують стандарти й умови використання ресурсів.

3. Поняття промислової екосистеми (industrial ecosystem)

3.1. Промислова екосистема в контексті екології

Уперше промислові екосистеми стали розглядатися в контексті промислової екології. Ця концепція набула популярності після публікації в 1989 р. статті Р. Фроша і Н. Галлопуолоса [25]. Основний висновок авторів полягає в тому, що традиційна модель промислової діяльності, в якій виробничі процеси виробляють продукти для продажу, а також відходи, що

підлягають утилізації, має бути перетворена на більш інтегровану модель – промислову екосистему.

Промислова екосистема функціонує аналогічно біологічним екосистемам, де рослини синтезують живильні речовини, які використовуються травоядними тваринами, які, у свою чергу, живлять ланцюг м'ясоїдних тварин, відходи і тіла яких зрештою живлять подальші покоління рослин. Біологічна екосистема переробляє найбільш важливі поживні речовини, використовуючи тільки сонячну енергію для приведення системи в рух. Цю ідею покладено в основу промислових екосистем. Таким чином, прихильники промислової екології використовували екосистемний підхід для

того, щоб по-новому підійти до фундаментального питання про причини екологічної кризи.

На відміну від біологічної, промислова екосистема не є повністю стійкою. Циклічний потік речовин та енергії, типовий для стійкої біологічної екосистеми, – ось ідеальний стан промислової екосистеми, а шлях до досягнення стійкості лежить через переробку відходів (recycling) та розподіл енергії між промисловими суб'єктами [26, р. 20].

Концепція промислової екосистеми має велике значення для правильного розуміння екологічних проблем і розробки політики у сфері управління розвитком промислових екосистем (див. вставку).

Вставка

Приклад успішної реалізації політики формування промислової екосистеми в контексті екології згідно з принципами біологічної екосистеми

Одна з найбільш відомих промислових екосистем, розташована в регіоні Kalundborg у Данії, почала розвиватися в 1960-х роках за рахунок того, що керівництво електростанції ASNAES перейшло на систему спільного виробництва електроенергії та тепла (CHP) з подальшим перекиданням промислової пари на розташоване поблизу підприємство з переробки нафти (Statoil). Керівництво ASNAES знайшло додаткові варіанти реалізації промислової пари, передаючи її на фармацевтичну фабрику, у теплиці, будинки і на рибну ферму. Згодом промислова екосистема Kalundborg продовжила свій розвиток завдяки поглибленню кооперації між ASNAES і Statoil і включенню до виробничого циклу регіональних підприємств (виробника сірчаної кислоти Kemira і підприємства з виготовлення штукатурних блоків Gyproc), відходів нафтопереробного підприємства Statoil і фармацевтичної фабрики Novo Nordisk.

Див.: [iisbe.org](http://www.iisbe.org/iisbe/gbnp/documents/policies/instruments/UNEP-green-ind-zones/UNEP-GIZ-ppt-kalundborg%20case.pdf). (2019). The industrial symbiosis in Kalundborg, Denmark. [online] Available at: <http://www.iisbe.org/iisbe/gbnp/documents/policies/instruments/UNEP-green-ind-zones/UNEP-GIZ-ppt-kalundborg%20case.pdf>

3.2. Промислові екосистеми в контексті виробничих технологій

Технології та інститути являють собою два основних об'єкти з позиції еволюційної економічної теорії [27, с. 2]. Технології поділяються на виробничі (трансформаційні) та трансакційні, які використовуються у сфері послуг, інформації, управлінні, фінансах, маркетингу та ін. Кумулятивний розвиток комплексів цих технологій у просторі та часі характеризує важливі

етапи розвитку глобальної економічної системи.

Зазвичай виділяють кілька рівнів розвитку технологій і відповідних інститутів, які пов'язують із промисловими революціями. Перша промислова революція (кінець XVIII ст.) характеризувалася використанням енергії вугілля та пари для механізації виробництва. Друга революція (кінець XIX – початок XX ст.) об'єднала широке використання нафти й електрики з перехо-

дом до масового виробництва. Третю пов'язують із розвитком атомної енергетики, автоматизацією виробництва та застосуванням комп'ютерних технологій. Четвертій промисловій революції притаманні перехід до відновлюваних джерел енергії та злиття інноваційних технологій, що розмивають лінії між фізичними, цифровими і біологічними сферами [28, с. 11-12].

У контексті четвертої промислової революції йдеться про Індустрію 4.0 (смарт-промисловість), яка заснована на досягненнях цифрової революції та являє собою мережу «розумних» підприємств, взаємопов'язаних із дослідниками, розробниками, постачальниками, дистриб'юторами, споживачами та ін. через інформаційно-комунікаційні технології, завдяки чому формується глобальна цифрова платформа для поліпшення координації та підвищення активності участі всіх партнерів як в окремих ланцюгах, так і в широких мережах створення вартості [29, с. 150].

Розгляд процесу економічної еволюції в контексті розвитку промисловості та промислових революцій обумовлює закономірність питання про окремий аналіз промислових екосистем.

Промислові екосистеми доцільно досліджувати в технологічному (а не лише в екологічному) контексті з таких причин:

по-перше, саме нове покоління технологій, а точніше їх злиття (фізичних, цифрових, біологічних), є головною відмінною рисою сучасної «розумної» промисловості, яка істотно відрізняється від інших видів господарської діяльності та є незамінним драйвером економічного зростання та інновацій у національних економіках і світі загалом;

по-друге, формування стійких мереж взаємопов'язаних підприємств й інститутів, необхідне для успішного розвитку сучасної промисловості, також відбувається на базі відповідних виробничих технологій;

по-третє, перехід від одних домінуючих технологій до інших не може розглядатися як суто інженерна проблема, а потребує врахування впливу безлічі різних чинників (у тому числі географічних, історич-

них, культурних), які визначають здатність до виживання, довголіття і репродуктивний потенціал екосистем, а також становлять предмет дослідження еволюційної теорії.

При цьому не має значення, яка саме гілка еволюційної теорії використовуватиметься для розуміння й аналізу промислових екосистем (генетичний детермінізм або більш «м'які» епігенетичні концепції), важливим є сам принцип розуміння, який належить до найсильніших ідей останніх двох століть, – еволюція шляхом природного відбору.

У світовій економіці одночасно представлені різні види виробничих технологій і відповідних інститутів різного рівня. Навіть у межах однієї країни вони можуть значно різнитися. Однак, як правило, можна виокремити домінуючі технології, які визначають характер відповідних промислових екосистем. При цьому важливо розуміти, що, як і в біології, екосистеми у промисловості можуть бути різного рівня та мати різну «кормову базу», а саме:

локальні екосистеми, розташовані в одному місті, районі чи області;

регіональні екосистеми, що охоплюють простір окремих регіонів;

національні екосистеми, тобто системи в масштабах держав, які мають суверенітет, національні інститути та культуру;

наднаціональні екосистеми, які об'єднують взаємопов'язані та взаємодіючі підприємства й інститути суміжних країн або навіть континентів.

Різним ступеням технологічного розвитку відповідають різні за ступенем розвитку промислові екосистеми, між якими існують технологічні розриви.

Дослідження промислових екосистем залежить від точки зору на масштаби і часові рамки аналізу. Власне, те саме, що і стосовно промислових кластерів, але з тією важливою різницею, що екосистеми повинні мати властивості стійкості, самоврядування та розвитку через природний відбір, а також вивчатися з позицій еволюційної динаміки, а не аналізу рівноважних станів.

Як приклад доцільно розглянути розвиток промислових екосистем деяких країн світу.

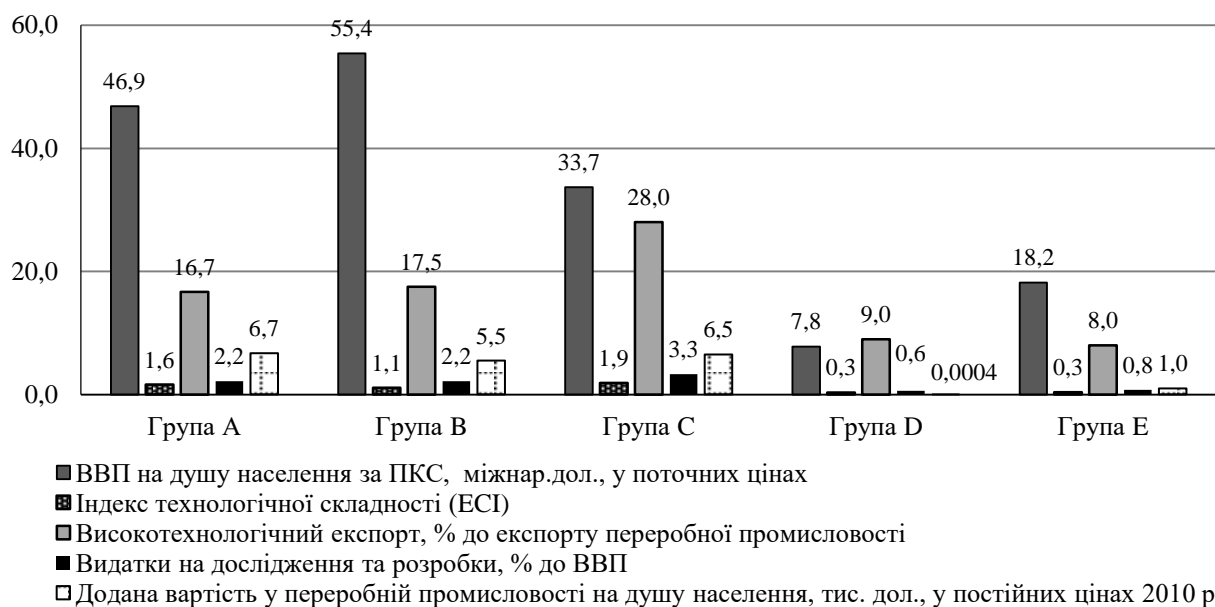
4. Національні промислові екосистеми у світі. Особливості промислової екосистеми України

Для аналізу обрано групи відносно однорідних в економічному плані країн, що можна вважати результатом тривалого впливу географічних, історичних, генно-

культурних чинників (див. таблицю). Для їх подальшої характеристики використано нормовані значення показників, що характеризують рівні економічного, промислового й інноваційного розвитку: ВВП на душу населення; додана вартість у переробній промисловості на душу населення; експорт високих технологій, % від експорту обробної промисловості; витрати на дослідження і розробки, % до ВВП (див. рисунок).

Таблиця – Коротка характеристика окремих країн світу

Група країн	Домінуючі релігії	Домінуючі культури (цивілізаційний аспект)	Домінуючі інститути (інклюзивні / екстрактивні)
А. Країни континентальної Європи: Німеччина, Франція, Італія	Католицизм, протестантизм	Культура західної цивілізації	Інститути переважно інклюзивного типу
В. Північноамериканські країни: США, Канада	Католицизм, протестантизм	Культура західної цивілізації	Інститути переважно інклюзивного типу
С. Країни Східної Азії: Китай, Корея, Японія	Конфуціанство, даосизм, буддизм, синтоїзм	Культура конфуціанської та японської цивілізації	Змішані інклюзивно-екстрактивні інститути
Д. Країни південної Азії: Індія	Індуїзм, іслам	Культура індієтської цивілізації	Інститути переважно екстрактивного типу
Е. Країни східної Європи: Росія, Україна	Православ'я	Культура слов'яно-православної цивілізації	Інститути переважно екстрактивного типу



Складено за даними джерел [30-35].

Рисунок – Середні значення показників, що характеризують промислові екосистеми для груп обраних країн

Отже, за показниками економічного, промислового та інноваційного розвитку групи А, В, С – це явні лідери; D і E – явні аутсайди. Однак у динаміці все виглядає інакше. Якщо кілька десятиліть тому Китай (входить до групи східно-азіатських економік) значно відставав, то наразі він серед лідерів і за прогнозами PwC уже в 2030 р. буде першою економікою світу. Індія також має явно позитивну динаміку: у 2030 р. вона може посісти третє, а у 2050 р. – друге місце у світі за обсягами ВВП [39, р. 7].

Згідно з термінологією еволюційної теорії цінності та норми Західного світу, заснованого на індивідуалізмі та раціонально егоїстичній поведінці, починають програвати в конкуренції культурі Сходу, яка більшою мірою визнає важливість колективізму та ієрархії, а також «вміння поступитися, щоб дати бути іншому» [36]. Що стосується організаційних рутин, традиційно успішних у країнах західної традиції, то рутини багатьох підприємств у країнах конфуціанської та індуїстської культур уже пройшли природний відбір і дозволяють генерувати економічно значущі знання, що сприяють їх виживанню та подальшому успішному розвитку.

У групі країн західної традиції США поки що явно випереджають європейців: інноваційна та організаційна культура американських корпорацій вище, ніж у європейських конкурентів. Про це свідчать рейтинги інноваційності національних економік і найдорожчих компаній світу [40; 41].

При розгляді проблеми розвитку в контексті домінуючих технологій слід відзначити, що до Індустрії 4.0 поки що можна впевнено віднести лише декілька країн світу: США, Німеччину, Швейцарію, Японію, Південну Корею та ін. [37, с. 107]. Однак ситуація швидко змінюється, і подальші довгі перспективи розвитку національних економік залежатимуть від успіхів у просуванні новітніх кіберфізичних та інших ключових технологій. Хто буде їх успішно розвивати, той і виграє у процесі еволюції. Не випадково зараз у світі загострилася боротьба за технологію 5G, від

якої залежать можливості промислового інтернету речей і яку сьогодні, схоже, починає вигравати Китай [38].

Наразі промислова екосистема Росії використовує в основному високі технології у сферах видобутку корисних копалин, енергетики та оборонного виробництва. У цих галузях, на відміну від багатьох інших, було збережено й успадковано успішні організаційні рутини і культурний капітал. Тому, за прогнозом PwC, РФ швидше за все залишиться у першій шістці країн-лідерів світу до 2050 р. і навіть може обійти своїх головних європейських конкурентів (Німеччину, Францію, Італію) [39, р. 7].

Україна теж багато чого успадкувала від колишнього СРСР, але не змогла передати високі промислові технології та пов'язані з ними організаційні рутини і промислово-культурну новим поколінням. По суті, мав місце негативний відбір, який погіршив конкурентні позиції країни у світі та її перспективи подальшого розвитку. За даними Світового банку Україна до цих пір не досягла рівня ВВП 1990 р. [42]. Вона практично втратила високотехнологічну промисловість. У цілому країна вже не може називатися індустріальною, оскільки рівень ВВП у промисловості на душу населення менше за середньосвітовий. Промисловість, яка зберіглася (це перш за все підприємства гірничо-металургійного комплексу) теж може бути перебудована відповідно до кіберфізичних технологій. Але тільки в принципі, оскільки організаційні рутини і культура інноваційного розвитку промисловості значною мірою втрачені. Крім того, наука, дослідження і розробки фінансуються в країні за залишковим принципом і на дуже низькому рівні [43]. Не такою провальною є ситуація у сфері цифрової економіки [37, с. 110-116], але сама по собі, без розвитку промисловості, вона мало чого варта. «Підтягнути» індустрію за допомогою цифрової трансформації не так просто, як скопіювати або купити нові виробничі технології (якщо в країну вкладатимуться інвестиції) та навчити персонал, – це ще не вирішення проблеми, оскільки необхідно одночасно «підтягнути» всю промислову екосистему з прита-

манними її організаційними рутинами і культурою.

Одними з перших кроків у цьому напрямі можуть стати внесення відповідних коректив до Стратегії інноваційного розвитку України, яка формується, щодо створення груп високого рівня за ключовими технологіями; визначення та періодичне оновлення національного переліку ключових технологій; підвищення рівня фінансування НДДКР мінімум до 2% ВВП; стимулювання приватного фінансування НДДКР і доведення його частки в загальному обсязі фінансування до 50% [37, с. 121] та ін.

Висновки

1. Стрімкі зміни економіки та суспільства під впливом дигіталізації та прискорення розвитку смарт-промисловості (Індустрії 4.0) формують нову реальність і спонукають науковців до пошуку нових інструментів пізнання економічних явищ і процесів. До них, зокрема, належить еволюційна економіка, яка використовує інструментарій еволюційної біології, зокрема поняття екосистеми, для розгляду процесів, що спричиняють кумулятивні економічні зміни. І хоча еволюційна теорія стосовно економічних досліджень є дискусійною, фрагментарною та потребує подальшого розвитку, вона пропонує нові підходи до вирішення проблем, які не в змозі вирішити традиційний економічний мейнстрим, акцентований на егоїстичну раціональну поведінку економічних суб'єктів й аналіз рівноважних станів.

2. Екосистема в біології – це спільноти живих організмів у поєднанні з неживими компонентами навколишнього середовища, які взаємодіють як система, а в економіці – динамічні стабільні мережі взаємопов'язаних підприємств та інститутів, що функціонують у межах обмеженого географічного простору. Отже, економічні екосистеми – це ті самі кластери, але розглядаються вони з позицій еволюційної перспективи, тобто з точки зору наявності у них властивостей стійкості, самоврядування і здатності еволюціонувати на основі природного відбору.

3. Основу наукового розуміння економічних екосистем становить еволюційна методологія, зокрема концепція узагальненого дарвінізму, в якій співіснують декілька різних підходів до вирішення питань економічної еволюції, витриманих в альтернативних (взаємодоповнюючих) логіках генетичного підходу (генетичного детермінізму) і негенетичного (епігенетичного) «м'якого спадкування».

У рамках генетичної підходу фірма вважається аналогом організму в біологічній екосистемі, який виступає як інтерактор, ДНК фірми – це економічно значущі знання, вбудовані у фірму, від яких залежить її виживання, а ген відповідає економічному поняттю «рутина». Рутини виступають у формі соціальних реплікаторів, тобто вони успадковуються і відбираються. Організми, які мають кращі рутини, можуть краще за інших пристосовуватися до змін навколишнього середовища і розвиватися.

Негенетичне спадкування може відбуватися, наприклад, у формі поведінкового і культурного спадкування. Специфіка поведінкового спадкування полягає в тому, що нові ознаки «накопичуються» в діях родичів і транслюються наступним поколінням завдяки імпринтингу, наслідуванню і навчанню. У культурному спадкуванні, навпаки, репрезентація та трансляція спадкової інформації здійснюються в культурно обумовлених знаково-символічних системах.

4. Промислові екосистеми зазвичай розглядаються в контексті промислової екології, а їх розгляд з позицій технологічного розвитку є відносно новим напрямом дослідження. Доцільність виокремлення такого напрямку спричинена тим, що злиття фізичних, цифрових і біологічних технологій визначає особливості сучасної «розумної» промисловості. Для її успішного розвитку необхідне формування стійких мереж взаємопов'язаних підприємств, що також формуються на базі відповідних виробничих технологій. Нарешті, перехід від одних домінуючих технологій до інших не може розглядатися як суто інженерна проблема, а потребує врахування впливу бага-

тьох різних чинників (у тому числі географічних, історичних, культурних), які визначають здатність до виживання, довголіття і репродуктивний потенціал екосистем.

Встановлено, що, як і в біології, екосистеми у промисловості можуть бути різного рівня: локальні екосистеми, розташовані в одному місті, районі чи області; регіональні екосистеми, що охоплюють простір окремих регіонів; національні екосистеми, тобто системи в масштабах держав, які мають суверенітет, національні інститути та культуру; наднаціональні екосистеми, які об'єднують взаємопов'язані та взаємодіючі підприємства й інститути суміжних країн або навіть континентів.

5. Для характеристики промислових екосистем національного рівня досліджено показники економічного, промислового та інноваційного розвитку в розрізі груп відносно однорідних в економічному плані країн, нинішні позиції яких у світі можна вважати результатом тривалого впливу географічних, історичних, генно-культурних чинників. У результаті аналізу обраних показників встановлено, що в групі країн західної традиції США поки що явно випереджають європейців: інноваційна та організаційна культура американських корпорацій вище, ніж у європейських конкурентів. У лідери за обраними показниками поступово виходять також представники країн конфуціанської та індуїстської культур, рутини багатьох підприємств яких вже пройшли природний відбір і дозволяють генерувати економічно значущі знання, що сприяють їх виживанню і подальшому успішному розвитку.

6. Українській промисловій екосистемі не вдалося зберегти й успадкувати організаційні рутини та культурний капітал, притаманні високим промисловим технологіям. Крім того, наука, дослідження і розробки фінансуються в країні за залишковим принципом і на дуже низькому рівні. У зв'язку з цим з метою прискорення розвитку національної промислової екосистеми та подолання його негативних тенденцій запропоновано внесення відповідних коректив до проекту Стратегії інноваційного ро-

звитку України щодо створення груп високого рівня за ключовими технологіями, визначення та періодичного оновлення національного переліку ключових технологій, підвищення рівня фінансування НДДКР мінімум до 2% ВВП, стимулювання приватного фінансування НДДКР.

В статті висвітлено загальні проблеми національної промислової екосистеми та рекомендації щодо прискорення її розвитку в напрямі формування стійких мереж взаємопов'язаних підприємств на базі високих промислових технологій. Більш конкретні рекомендації необхідно розробляти з урахуванням галузевої специфіки регіональних екосистем і можливостей адаптації успішного досвіду країн-лідерів, що є перспективним напрямом подальших досліджень.

Література

1. Маршалл А. Основы экономической науки / предисл. Дж.М. Кейнс; пер. с англ. В.И. Бомкина, В.Т. Рысына, Р.И. Столпера. Москва: Эксмо, 2007. 832 с.
2. Veblen T. Why is Economics not an Evolutionary Science? *Quarterly Journal of Economics*. 1898. № 12. pp. 373-397.
3. Hodgson G.M., Lamberg, J.-A. The past and future of evolutionary economics: some reflections based on new bibliometric evidence. *The Evolutionary and Institutional Economics Review*. 2018. Vol. 15 (1). P. 167-187. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s40844-016-0044-3>
4. Нельсон Р.Р., Уинтер С.Дж. Эволюционная теория экономических изменений / пер. с англ. Москва: Дело, 2002. 536 с.
5. Hodgson G.M. Economics and Evolution: Bringing Life Back into Economics. Oxford: Polity Press, 1993. 381 p.
6. Hodgson G.M., Knudsen T. Darwin's Conjecture: The Search for General Principles of Social and Economic Evolution. University of Chicago Press, 2013. 304 p.
7. Auerswald P., Dani, L. Economic Ecosystems. *The New Oxford Handbook of Economic Geography*. Ed. by Gordon L. Clark, Maryann P. Feldman, Meric S. Gertler, and Dariusz Wójcik. Oxford University Press,

2018. 30 p. doi: <http://dx.doi.org/10.1093/oxfordhb/9780198755609.013.47>

8. Audretsch D.B., Cunningham J.A., Kuratko D.F., Lehmann E.E., Menter M. Entrepreneurial ecosystems: economic, technological, and societal impacts. *The Journal of Technology Transfer*. 2019. Vol. 44. P. 313-325. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s10961-018-9690-4>

9. Jacobides M.G., Cennamo C., Gawer A. Towards a theory of ecosystems. *Strategic Management Journal*. 2018. Vol. 39 (8). P. 2255-2276. doi: <http://dx.doi.org/10.1002/smj.2904>

10. Frosch R.A., Gallopoulos N.E. Strategies for Manufacturing. *Scientific American*. 1989. Vol. 261 (3). P. 144-152. doi: <http://dx.doi.org/10.1038/scientificamerican0989-144>

11. Tansley A.G. The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology*. 1935. Vol. 16. P. 284-307. doi: <http://dx.doi.org/10.2307/1930070>

12. Данилов-Данильян В.И. Экосистема – одно из важнейших фундаментальных понятий современной науки. *Экосистемы: экология и динамика*. 2017. Т. 1. № 1. С. 5-9.

13. Гиляров М.С. Вид, популяция и биоценоз. *Русский орнитологический журнал*. 2015. Т. 24. Экспресс-выпуск 1098. С. 247-259.

14. Preisser E. (2008). *Trophic Structure – an overview* ScienceDirect Topics. [online]. URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/trophic-structure> (дата звернення: 04.11.2019).

15. Nelson R. Universal Darwinism and evolutionary social science. *Biology and Philosophy*. 2007. Vol. 22. P. 73-94. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s10539-005-9005-7>

16. Moore J. Predators and Prey: A new ecology of competition. *Harvard Business Review*. 1993. Vol. 71(3). P. 75-86.

17. Adner R. Ecosystem as Structure: An Actionable Construct for Strategy. *Journal of Management*. 2016. Vol. 43(1). P. 39-58. doi: <https://doi.org/10.1177/0149206316678451>

18. Aldrich H.E., Hodgson G.M., Hull D.L., Knudsen T., Mogyor J., Vanberg V.J. In

defence of generalized Darwinism. *Journal of Evolutionary Economics*. 2008. Vol. 18(5). P. 577-596. doi: <https://doi.org/10.1007/s00191-008-0110-z>

19. Stoelhorst J. W. The Explanatory Logic and Ontological Commitments of Generalized Darwinism. *Journal of Economic Methodology*. 2008. Vol. 15(4). P. 343-363. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/13501780802506661>

20. Суховерхов А.В. Негенетические системы наследования и новый эволюционный синтез. *Вестник Томского государственного университета*. 2015. № 397. С. 60-64. doi: <http://dx.doi.org/10.17223/15617793/397/11>

21. Hodgson G.M. The Mystery of the Routine. The Darwinian Destiny of an Evolutionary Theory of Economic Change. *Revue économique*. 2003. Vol. 54 (2). P. 355-384. doi: <http://dx.doi.org/10.2307/3503007>

22. Clem T. Diversity and economic evolution: failures of competitive economic system. *Contemporary Economic Policy*. 1999. Vol. 17(2). P. 156-165.

23. Портер М. Конкуренция: учеб. пособие / пер. с англ. Москва: Вильямс, 2000. 495 с.

24. Sako M. Technology strategy and Management Business Ecosystems: How Do They Matter for Innovation? *Communications of the ACM*. 2018. Vol. 61 (4). P. 20-22. doi: <http://dx.doi.org/10.1145/3185780>

25. Frosch R.A., Gallopoulos N.E. Strategies for Manufacturing. *Scientific American*. 1989. Vol. 261. P. 144-152. doi: <http://dx.doi.org/10.1038/scientificamerican0989-144>

26. Korhonen J. Industrial Ecosystem. Using the Material and Energy Flow Model of an Ecosystem in an Industrial System. *Jyväskylä Studies in Business and Economics* 5. Jyväskylä, 2000. 131 p.

27. Сухарев О.С. Проблема периодизации технологического развития в эволюционном анализе. *Экономический анализ: теория и практика*. 2013. № 23 (326). С. 2-18.

28. Шваб К. *Четвертая промышленная революция*. Москва: ЭКСМО, 2016. 138 с.

29. Вишневський В.П., Вієцька О.В., Гаркушенко О.М., Князев С.І., Лях О.В., Чекіна В.Д., Череватський Д.Ю. Смарт-промисловість в епоху цифрової економіки: перспективи, напрями і механізми розвитку / за ред. В.П. Вишневського; НАН України, Ін-т економіки пром-сті. Київ, 2018. 192 с.

30. The World Bank. Manufacturing, value added (constant 2010 US\$) [online]. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NV.IND.MANF.KD?view=chart> (дата звернення: 01.11.2019).

31. The World Bank. Population, total [online]. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL> (дата звернення: 01.11.2019).

32. The World Bank. High-technology exports (% of manufactured exports) [online]. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.TECH.MF.ZS> (дата звернення: 06.11.2019).

33. The World Bank. GDP per capita, PPP (current international \$) [online]. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.PP.CD?view=chart> (дата звернення: 01.11.2019).

34. The World Bank. Research and development expenditure (% of GDP) [online]. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/GB.XPD.RSDV.GD.ZS> (дата звернення: 01.11.2019).

35. Complexity Rankings [online]. URL: <http://atlas.cid.harvard.edu/rankings/> (дата звернення: 01.11.2019).

36. Малявін В. О глобальной стратегии Китая [online]. URL: <http://trends.skolkovo.ru/2016/04/vladimir-malyavin-o-globalnoy-strategii-kitaya/> (дата звернення: 06.11.2019).

37. Трансформаційний потенціал цифровізації економіки України: звіт про НДР (заклучний) / НАН України, Ін-т економіки пром-сті; кер. В.П. Вишневський; викон.: Вишневський В.П., Чекіна В.Д., Гаркушенко О.М. та ін. Київ, 2018. 176 с.

38. Синдун Ф. Многие боятся верить, что Китай действительно обогнал США в сфере 5G (Гуаньча, Китай) [online]. URL: <https://inosmi.ru/science/20190715/245464900.html> (дата звернення: 06.11.2019).

39. PwC. The long view: how will the global economic order change by 2050? PricewaterhouseCoopers LLP, 2017. 72 p.

40. Global Innovation Index 2019 [online]. URL: <https://www.globalinnovationindex.org/analysis-indicator> (дата звернення: 15.10.2019).

41. PwS. *Global Top 100 companies* [online]. URL: www.pwc.com/gx/en/services/audit-assurance/publications/global-top-100-companies-2019.html (дата звернення: 06.11.2019).

42. The World Bank. GDP per capita (constant 2010 US\$) [online]. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.KD?view=chart> (дата звернення: 01.11.2019).

43. Вишневський В.П., Князев С.І. Як підвищити готовність промисловості України до смарт-трансформацій. *Наука та інновації*. 2018. № 14(4). С. 55-69. doi: <https://doi.org/10.15407/scin14.04.055>

References

1. Marshall, A. (2007). Foundations of Economics (V.I. Bomkin, V.T. Rysin, R.I. Stolper, Trans.) Moscow: Eksmo [in Russian].

2. Veblen, T. (1898) Why is Economics not an Evolutionary Science? *Quarterly Journal of Economics*, 12, pp. 373-397.

3. Hodgson, G.M., & Lamberg, J.-A. (2018) The past and future of evolutionary economics: some reflections based on new bibliometric evidence. *The Evolutionary and Institutional Economics Review*, 15 (1), pp. 167-187. doi: <https://doi.org/10.1007/s40844-016-0044-3>.

4. Nelson, R.R., & Winter, S.G. (1982). *An Evolutional Theory of Economic Change*. (Trans.). Moscow: Delo [in Russian].

5. Hodgson, G.M. (1993). *Economics and Evolution: Bringing Life Back into Economics*. Oxford: Polity Press.

6. Hodgson, G.M., & Knudsen, T. (2013). *Darwin's Conjecture: The Search for General Principles of Social and Economic Evolution*. University of Chicago Press.

7. Auerswald, P., & Dani, L. (2018). Economic Ecosystems. *The New Oxford Handbook of Economic Geography*. In Gor-

don L. Clark, Maryann P. Feldman, Meric S. Gertler, and Dariusz Wójcik (Eds). Oxford University Press. doi: <http://dx.doi.org/10.1093/oxfordhb/9780198755609.013.47>.

8. Audretsch, D.B., Cunningham, J.A., Kuratko, D.F., Lehmann, E.E., & Menter, M. (2019). Entrepreneurial ecosystems: economic, technological, and societal impacts. *The Journal of Technology Transfer*, 44, pp. 313-325. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s10961-018-9690-4>.

9. Jacobides, M.G., Cennamo, C. & Gawer, A. (2018). Towards a theory of ecosystems. *Strategic Management Journal*, 39 (8), pp. 2255-2276. doi: <http://dx.doi.org/10.1002/smj.2904>

10. Frosch, R.A., & Gallopoulos, N.E. (1989). Strategies for Manufacturing. *Scientific American*, 261 (3), pp. 144-152. doi: <http://dx.doi.org/10.1038/scientificamerican0989-144>

11. Tansley, A.G. (1935). The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology*, Vol. 16, pp. 284-307. <http://dx.doi.org/10.2307/1930070>

12. Danilov-Danilyan, V.I. (2017). Ecosystem is one of the most important fundamental concepts of modern science. Ecosystems: *Ecology and Dynamics*, 1 (1), pp. 5-9 [in Russian].

13. Gilyarov, M.S. (2015). Species, population and biocenosis. *The Russian Journal of Ornithology*, 24 (1098), pp. 247-259 [in Russian].

14. Preisser, E. (2008). *Trophic Structure – an overview* | Science Direct Topics. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/trophic-structure>.

15. Nelson, R. (2007). Universal Darwinism and evolutionary social science. *Biology and Philosophy*, 22, pp. 73-94. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s10539-005-9005-7>

16. Moore, J. (1993). Predators and Prey: A new ecology of competition. *Harvard Business Review*, 71(3), pp. 75-86.

17. Adner, R. (2016). Ecosystem as Structure: An Actionable Construct for Strategy. *Journal of Management*, 43(1), pp. 39-58. doi: <https://doi.org/10.1177/0149206316678451>

18. Aldrich, H.E., Hodgson, G.M., Hull, D.L., Knudsen, T., Mokyr, J., & Vanberg, V.J. (2008). In defense of generalized Darwinism. *Journal of Evolutionary Economics*, 18(5), pp. 577-596. doi: <https://doi.org/10.1007/s00191-008-0110-z>.

19. Stoelhorst, J. W. (2008). The Explanatory Logic and Ontological Commitments of Generalized Darwinism. *Journal of Economic Methodology*, 15(4), pp. 343-363. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/13501780802506661>

20. Suhoverhov, A.V. (2015). Non-genetic systems of inheritance and a new evolutionary synthesis. *Tomsk State University Journal*, 397, pp. 60-64 [in Russian]. doi: <http://dx.doi.org/10.17223/15617793/397/11>

21. Hodgson, G.M. (2003). The Mystery of the Routine. The Darwinian Destiny of an Evolutionary Theory of Economic Change. *Revue économique*, 54 (2), pp. 355-384. doi: <http://dx.doi.org/10.2307/3503007>

22. Clem, T. (1999). Diversity and economic evolution: failures of competitive economic system. *Contemporary Economic Policy*, 17(2), pp. 156-165.

23. Porter, M. (2000). Competition. (Trans.) Moscow: Wiliams [in Russian].

24. Sako, M. (2018). Technology strategy and Management Business Ecosystems: How Do They Matter for Innovation? *Communications of the ACM*, 61 (4), pp. 20-22. doi: <http://dx.doi.org/10.1145/3185780>

25. Frosch, R.A., & Gallopoulos, N.E. (1989). Strategies for Manufacturing. *Scientific American*, 261, pp. 144-152. doi: <http://dx.doi.org/10.1038/scientificamerican0989-144>.

26. Korhonen, J. (2000). *Industrial Ecosystem. Using the Material and Energy Flow Model of an Ecosystem in an Industrial System*. Jyväskylä Studies in Business and Economics 5. Jyväskylä.

27. Suharev, O.S. (2013). The problem of periodization of technological development in evolutionary analysis. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 23 (326), pp. 2-18 [in Russian].

28. Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. Moscow: Ecsmo [in Russian].

29. Vishnevsky, V.P., Vietska, O.V., Garkushenko, O.N., Kniaziev, S.I., Lyakh, A.V., Chekina, V.D. & Cherevatskyi, D.Yu. (2018). *The Smart Industry in the Digital Economy: Perspectives, Directions and Mechanisms for Development*. In V.P. Vishnevsky (Ed.). Kyiv: Institute of the Economy of Industry of the NAS of Ukraine [in Ukrainian].
30. The World Bank. Manufacturing, value added (constant 2010 US\$). Retrieved from <https://data.worldbank.org/indicator/NV.IND.MANF.KD?view=chart> [Accessed 1 Nov. 2019].
31. The World Bank. Population, total. Retrieved from <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL>.
32. The World Bank. High-technology exports (% of manufactured exports). Retrieved from <https://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.TECH.MF.ZS>.
33. The World Bank. GDP per capita, PPP (current international \$). Retrieved from <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.PP.CD?view=chart>
34. The World Bank. Research and development expenditure (% of GDP). Retrieved from <https://data.worldbank.org/indicator/GB.XPD.RSDV.GD.ZS>
35. Complexity Rankings. Retrieved from <http://atlas.cid.harvard.edu/rankings/>
36. Malyavin, V. (2016). *About China's Global Strategy*. Retrieved from <http://trends.skolkovo.ru/2016/04/vladimir-malyavin-o-globalnoy-strategii-kitaya/>
37. Vishnevsky, V.P., Chekina, V.D., & Garkushenko, O.N. (2018). Transformational potential of digitalization of the Ukrainian economy: research report (final). Kyiv: Institute of the Economy of Industry of the NAS of Ukraine [in Ukrainian].
38. Sindun, F. (2019). *Many are afraid to believe that China has truly overtaken the United States in the 5G sector (Guancha, China)*. Retrieved from <https://inosmi.ru/science/20190715/245464900.html>.
39. PwC. (2017). *The long view: how will the global economic order change by 2050?* PricewaterhouseCoopers LLP.
40. Global Innovation Index 2019. Retrieved from <https://www.globalinnovationindex.org/analysis-indicator>.
41. PwS. *Global Top 100 companies (2019)*. Retrieved from <http://www.pwc.com/gx/en/services/audit-assurance/publications/global-top-100-companies-2019.html>.
42. The World Bank. GDP per capita (constant 2010 US\$). Retrieved from <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.KD?view=chart>
43. Vishnevsky, V.P., & Kniaziev, S.I. (2018). How to Increase the Readiness of Ukraine's Industry to Smart Transformation. *Sci. Innov.*, 14(4), 55-69. [in Ukrainian]. doi: <https://doi.org/10.15407/scin14.04.055>

Мирослава Алексеєвна Солдак,

канд. экон. наук

Институт экономики промышленности НАН Украины
03057, Украина, г. Киев, ул. М. Капнист, 2

E-mail: soldak@nas.gov.ua

<https://orcid.org/0000-0002-4762-3083>

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ

В статье предложено рассматривать промышленные экосистемы в контексте технологического развития. Исследования в этой сфере требуют применения эволюционной экономической методологии, которая использует инструментарий эволюционной биологии, в частности понятие экосистемы. В рамках данной методологии предлагаются новые подходы к решению экономических проблем, которые не в состоянии решить традиционный экономический мейнстрим, акцентированный на эгоистическое рациональное поведение экономических субъектов и анализ равновесных состояний. Вместе с тем она все еще остается дискуссионной, фрагментарной и требует дальнейшего развития.

Исследовано понятие экосистемы в биологии и экономике, представлена общая характеристика последних с позиций эволюционной методологии экономических исследова-

ний как устойчивой сети взаимосвязанных предприятий, основанной на соответствующих производственных технологиях. При этом различным уровням технологического развития соответствуют разные по степени развития промышленные экосистемы, между которыми существуют технологические разрывы. Обосновано, что доминирующие технологии и соответствующие институты меняются под влиянием географических, исторических и генно-культурных факторов, которые определяют способность к выживанию, долголетию и репродуктивный потенциал экосистем. Установлено, что, как и в биологии, экосистемы в промышленности могут быть разного уровня: локальные экосистемы, расположенные в одном городе, районе или области; региональные экосистемы, охватывающие пространство отдельных регионов; национальные экосистемы, то есть системы в масштабах государств, имеющих суверенитет, национальные институты и культуру; наднациональные экосистемы, которые объединяют взаимосвязанные и взаимодействующие предприятия и институты сопредельных стран или даже континентов.

Для характеристики промышленных экосистем национального уровня исследованы показатели экономического, промышленного и инновационного развития в разрезе групп относительно однородных в экономическом отношении стран. Установлено, что в группе стран западной традиции США пока опережают европейцев: инновационная и организационная культура американских корпораций выше, чем у европейских конкурентов. В современные лидеры по выбранным показателям постепенно выходят также представители стран конфуцианской и индуистской культур, рутины многих предприятий которых уже прошли естественный отбор и позволяют генерировать экономически значимые знания, способствующие их выживанию и дальнейшему успешному развитию. В отличие от экономических экосистем ведущих промышленных стран, промышленной экосистеме Украины не удалось сохранить и унаследовать организационные рутины и культурный капитал, на которых базируются высокие промышленные технологии, что увеличивает технологические разрывы между отечественной индустрией и индустрией развитых стран.

С целью ускорения развития промышленной экосистемы Украины и преодоления его негативных тенденций предложено внесение соответствующих корректив в проект Стратегии инновационного развития Украины по созданию групп высокого уровня по ключевым технологиям; определению и периодическому обновлению национального перечня ключевых технологий; повышению уровня финансирования НИОКР; стимулированию частного финансирования НИОКР.

Ключевые слова: эволюционная экономика, экосистема, экономическая экосистема, промышленная экосистема, технологическое развитие, технологический разрыв.

JEL: O330, O140

Myroslava O. Soldak,

PhD in Economics,

Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine,

03057, Ukraine, Kyiv, 2 M. Kapnist Str.

E-mail: soldak@nas.gov.ua

<https://orcid.org/0000-0002-4762-3083>

INDUSTRIAL ECOSYSTEMS AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT

The paper proposes to consider industrial ecosystems in the context of technological development. Researches in this area require the application of an evolutionary economic methodology that uses the tools of evolutionary biology, in particular – the notion of an ecosystem. This methodology offers new approaches to solving economic problems that cannot be solved by the traditional economic mainstream, focused on the selfish rational behavior of economic agents and analysis of equilibrium states. At the same time, it still remains debatable, fragmentary and needs further development.

The concept of ecosystems in biology and economics is analyzed, and general characteristics of the latest economic researches, from standpoints of evolutionary methodology as a stable network of interconnected enterprises, based on corresponding manufacturing technologies, is presented. In this case, diverse by the degree of development industrial ecosystems correspond to different stages of technological development, between which there are technological gaps. It is justified that dominant technologies and relevant institutions are changing under the influence of geographic, historical, genetic and cultural factors, which determine the ability to survive, longevity and reproductive potential of ecosystems. It was established that, as in biology, industrial ecosystems can be of different levels: local ecosystems located in the same city, district or region; regional ecosystems, spanning individual regions; national ecosystems, that is, the systems across the states having sovereignty, national institutions and culture; supranational ecosystems that unite interconnected and interacting enterprises and institutions of neighboring countries or even continents.

To characterize industrial ecosystems at the national level, indicators of the economic, industrial, and innovative development in the context of groups of relatively homogeneous countries have been examined. It was established that in the group of countries of the Western tradition the USA are still ahead of Europe: the innovative and organizational culture of American corporations is higher than that of EU competitors. According to given indicators, representatives of Confucian and Hindu cultures are also becoming contemporary leaders, routines of whose many enterprises have already undergone a natural selection and allow them to generate economically meaningful knowledge that contributes to their survival and further successful development. Unlike economic ecosystems of leading industrial countries, Ukrainian industrial ecosystems have failed to be preserved and inherit organizational routines and cultural capital that underpin high industrial technologies, which widens technological gaps between the domestic industry and the industry of developed countries.

In order to accelerate the development of the industrial ecosystem of Ukraine and overcome its negative trends, it is proposed to make appropriate adjustments to the draft of Strategy of innovative development of Ukraine, aimed at creating high-level groups by key technologies; to define and periodically update the national list of key technologies; to raise the level of R&D funding; to stimulate private R&D funding.

Keywords: evolutionary economics, ecosystem, economic ecosystem, industrial ecosystem, technological development, technological gap.

JEL: O330, O140

Формат цитування:

Солдак М.О. Промислові екосистеми і технологічний розвиток. *Економіка промисловості*. 2019. № 4 (88). С. 75-91. doi: <http://doi.org/10.15407/econindustry2019.04.075>

Soldak, M.O. (2019). Industrial ecosystems and technological development. *Econ. promisl.*, 4 (88), pp. 75-91. doi: <http://doi.org/10.15407/econindustry2019.04.075>

Надійшла до редакції 08.11.2019 р.