

ІНДИКАТИВНЕ ОЦІНЮВАННЯ НАУКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО РОЗВИТКУ УКРАЇНИ: МЕТОДОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ

В. П. Горбулін, С. К. Полумієнко, О. Є. Стрижак

На сьогодні високий рівень науково-технічних досліджень і розробок, які можуть бути широко використані на практиці, є запорукою успіху країни у її поступу вперед та в забезпеченні добробуту населення. Відтак це вимагає активного розвою національної дослідницької сфери. Для конструктивного визначення пріоритетів і завдань цього розвитку необхідно володіти методами оцінювання стану сфери науково-технічних досліджень і розробок. Це актуалізує завдання зі створення відповідної системи індикаторів, яка характеризує рівень науково-технологічного потенціалу країни.

Мета публікації полягає у визначенні методів індикативного аналізу науково-технологічного потенціалу, що спрямовані на забезпечення розвитку України. Виділено основні категорії та види ресурсів. Проведено аналіз підходів щодо оцінки категорії «науково-технологічні ресурси», які використовуються в національній та міжнародній практиці. Запропоновано систему індикаторів стану науково-технологічних ресурсів, що узагальнює підходи, які розглядалися. Система базується на порівняльній оцінці регіональних ресурсів, містить індикатори, котрі описують обсяг науково-технологічних ресурсів у різних галузях досліджень, що виконуються в регіонах країни. При цьому індикатори описують активи наукових організацій, кількість і кваліфікацію їхніх співробітників, обсяг та публікацію результатів досліджень, включно й оцінку підготовки кадрів. Крім кількісних, використовуються якісні оцінки науково-технологічної діяльності. На основі індикаторів побудовано агреговані оцінки, що характеризують різні аспекти досліджень та використовуються як безпосередні порівняльні оцінки, так і поправочні коефіцієнти. Далі будуються регіональні та інтегральний національний індекси рівня розвитку науково-технологічного потенціалу.

Ключові слова: науково-технологічний розвиток, ресурсний підхід, індикатори, інтегральний індекс.

Горбулін Володимир Павлович –

доктор технічних наук, професор, академік НАН України, перший віце-президент НАН України

Полумієнко Сергій Костянтинович –

доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України

Стрижак Олександр Євгенійович –

доктор технічних наук, старший науковий співробітник, головний науковий співробітник Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України

The high level of research and development that can be widely used in practice is a key to the country's success in its development and in ensuring the welfare of the population. Achievement of such a level not only of the development, but also of the application of the results of scientific and technical research requires the active development of the national research area. For a constructive determination of the priorities and objectives of this development, it is necessary to have evaluation methods for the state of research and development. This makes the actual the problem of creating an appropriate system of indicators, which characterizes the level of scientific and technical potential of the country.

The purpose of this paper is to define methods of indicative estimation of scientific and technological potential, aimed at providing the country development. There are defined main categories and types of resources. The analysis of approaches to the evaluation of the category of scientific and technological resources used in national and international practice has been carried out. It is suggested the system of indicators of the status of scientific and technological resources, which generalizes the considered approaches. This system is based on a comparative evaluation of regional resources, including indicators describing the volume of different scientific and technological resources in various areas of research, carried out in the regions country. In this case, the indicators describe the assets of scientific organizations, the number and qualifications of their employees, the volume, publication of research results, including estimates of staff training. In addition to quantitative qualitative characteristics of scientific and technological activities are also used. On the basis of the system of indicators, aggregated estimates are presented that characterize various aspects of research and development, and use both direct comparative evaluations and correction coefficients. Then, regional and integral national indices of the scientific and technological development level are being constructed.

Keywords: scientific and technological development, resource approach, indicators, integral index.

Постановка проблеми. Загальновідомо, що на сьогодні науково-технологічні ресурси є ключовими факторами розвитку будь-якої країни. Не менш важливим є рівень їх використання в економіці та в життєдіяльності суспільства. Окремим ключовим фактором є здатність країни та її регіонів до розробки нових науково-технологічних засобів масового вжитку. Саме ця здатність, тобто високий рівень наукових досліджень, які можуть бути використані на практиці у різнобічних товарах і послугах, можуть вивести країну на високі щаблі світового розвитку. Стосовно України, то такі засоби вкрай необхідні для того, щоб вивести країну з постійного кризового становища її економіки та поліпшити рівень добробуту населення. Ці та інші відомі причини зумовляють необхідність дослідження проблеми оцінювання науково-технологічних ресурсів України як основи її розвитку. На сьогодні конструктивні методи такого оцінювання, які, крім фіксації поточного стану, надавали б певні напрями подальшого розвитку, практично відсутні.

Метою статті є висвітлення основ індикативного оцінювання розвитку науково-технологічного потенціалу на основі ресурсного підходу до проблеми збалансованого розвитку, загальні положення якого викладені в [1; 2], однак у цих працях відсутні детальні характеристики засобів оцінювання науково-технологічних ресурсів.

Аналіз наукових джерел та виклад основного матеріалу. Ресурс – це все, що використовується при цільовій діяльності людини або людей, і сама їхня діяльність також. Зокрема, дослідники С. К. Полумієнко, О. Є. Стрижак, О. М. Трофимчук [2] виділяють такі категорії ресурсів, як-от: природні; соціально-демографічні; інформаційно-комунікаційні; науково-технологічні; фінансово-економічні; інфраструктурні; оборонно-військові; політичні; урядові, які, у свою чергу, включають більше 40 видів.

Ці ресурси, зважаючи на їхні характеристики, по-перше, розглядаються як статична оцінка стану розвитку суспільства. Для аналізу його життєдіяльності використовуються зовнішні щодо переліку ресурсів засоби, які відображають їхні зміни в процесі розвитку. По-друге, кожен із ресурсів описується незалежно від інших ресурсів величиною, тобто не є певним відношенням, функцією або іншим показником, наприклад, не є традиційною величиною ВВП на душу населення, яка є результатом розрахунків. По-третє, опис ресурсів має ґрунтуватися на ефективно досяжній, регулярній і достовірній інформації, бути інформативним за мінімуму показників.

Оцінювання ресурсів виконується на основі системи більше ніж 450 індикаторів, які відоб-

ражають кількісні порівняльні величини обсягів ресурсів у регіонах країни. Крім кількісних оцінок, використовуються якісні оцінки, які зіставляються у кожному з видів або категорій ресурсів. Наприклад, стосовно соціальних ресурсів такі оцінки можуть відображати:

- стабільність;
- рівень тиску зі сторони соціо-еколого-економічних підсистем, інших регіонів та країн;
- інтелектуальні, психологічні та інші якості, що відображають норми й традиції використання ресурсів;
- вплив категорії ресурсів на інші ресурси та її важливість для них;
- ризик бідності, навантаження непрацездатного населення на працездатне;
- якість закладів освіти, витрати коштів і часу на освіту;
- якість медичних послуг;
- важливість освіти для успіху на ринку праці, власного бізнесу;
- сприйняття алкоголю, наркотиків;
- самооцінка рівня якості життя;
- сприйняття безпеки та злочинності;
- сприйняття органів влади, ситуації в країні, задоволення цією ситуацією;
- сприйняття та схильність до актів непокори, терористичних дій;
- потенціал у майбутньому та ін.

На основі кількісних та якісних оцінок ресурсів формуються агреговані порівняльні оцінки рівня розвитку країни в цілому. Приклад аналізу таких агрегованих оцінок наведено в [3].

У дослідженні спочатку зупинимося на огляді існуючих підходів до оцінювання науково-технологічного потенціалу країни. При цьому намагатимемося відходити від суто наукометричних підходів, подібних, наприклад, до [4], які зорієнтовані більшою мірою на дослідження проблеми, а не на методи її вирішення.

Аналіз методів оцінювання науково-технологічного потенціалу країни

Перш за все зауважимо, що ресурсний підхід широко використовується для оцінювання науково-технологічного потенціалу країни (див. [5–9] та інші праці). Зокрема, ЮНЕСКО визначає науково-технічний потенціал як сукупність наявних ресурсів, якими країна володіє та які можуть слугувати базою для наукових відкриттів, винаходів і технічних нововведень, а також для вирішення національних і міжнародних проблем, що ставляться перед сучасною наукою [5]. До основних елементів наукового потенціалу відносять: людські ресурси країни, які працюють у науці й техніці; фінансові ресурси, які країна спрямовує на наукові дослідження; засоби наукового виробництва; центри та служби наукової інформації; поточні й перспективні програми наукових досліджень; центри з керівництва науково-технічною діяльністю (табл. 1).

Таблиця 1

Структура наукового потенціалу

Забезпеченість кадрами	Науково-інформаційна забезпеченість	Матеріально-технічна забезпеченість	Оптимальність організації наукової системи
Загальна чисельність. Кваліфікаційний склад. Вікова структура. Наявність ресурсів і резервів наукових кадрів. Наявність потужних центрів з підготовки кадрів вищої кваліфікації	Наявність доробку власних наукових ідей і оригінальних методик. Інформованість про світовий досвід. Джерела інформації (доступ до літературних джерел, мережі Internet)	Фінансова забезпеченість науки. Наявність наукового обладнання, інструментарію та експериментальної бази відповідного класу. Досягнутий технічний рівень і можливості індустрії. Наявність високих дослідницьких технологій	Стратегічні принципи розвитку науки (критерії вибору напрямку). Оптимальність організації наукової системи щодо втрат наукового потенціалу. Відповідність існуючої організації та структури кращим світовим зразкам

Джерело: [5].

Деякі науковці [6] у структурі наукового потенціалу виокремлюють ресурсну, інституціональну та просторову складові частини. У *ресурсній* складовій частині виокремлюють такі компоненти: кадрову, інтелектуальну, фінансову, виробничо-технологічну, просторову, інформаційну, правову та організаційно-управлінську. *Інституціональна* структура заснована на виділенні потенціалу, по-перше, окремих суб'єктів, що здійснюють науково-дослідну діяльність; по-друге, типів наукових організацій. *Просторовий* аспект потенціалу характеризує особливості територіального розміщення ресурсів, задіяних у наукових дослідженнях і розробках.

Інші вчені [7–9] на додаток до ресурсної складової частини пропонують розглядати результати науково-технічної діяльності, які в межах запропонованого в [2] підходу відносяться до стратегій, що характеризують діяльність учасників системи.

В аналітичних довідках [10–11], підготовлених на замовлення МОН України, зроблено аналіз стану науково-технічної та інноваційної діяльності країни на основі таких показників:

- кількісна оцінка наукових організацій і кадрового забезпечення наукової сфери України;
- фінансове забезпечення наукової сфери України;
- кількісна оцінка наукових і науково-технічних робіт, що тривають або завершені;
- кількісна оцінка створення й упровадження науково-технічної продукції;
- кількісна оцінка забезпечення безперервності етапів (видів) наукового процесу;
- кількісна оцінка публікаційної та патентної діяльності;
- фінансове забезпечення інноваційної сфери України;
- кількісна оцінка стану впровадження інноваційної діяльності та трансферу технологій, створених за рахунок коштів державного бюджету.

Аналіз проведено на основі даних за 2015–2016 рр., проте зроблені в [10–11] оцінки цілком можна віднести й на поточний стан розвитку національної науково-технічної діяльності.

Перш за все, зазначається, що продовжувалась тенденція до зменшення фінансування з державного бюджету та незначне скорочення загальної чисельності працівників організацій, які виконували наукові й науково-технічні роботи; також зменшилася кількість одиниць створеної науково-технічної продукції¹. Незважаючи на це, спостерігається тенденція до збільшення кількості наукових публікацій, те саме, певним чином, стосується й упровадження результатів науково-дослідних розробок.

Зауважимо, що в обох згаданих довідках присутні суперечності. Наприклад, ідеться про те, що загальна кількість публікацій зросла, у той же час вказується, що в межах державних цільових науково-технічних програм – навпаки. Дані про кількість впроваджень, особливо про їхні реальні результати, теж викликають сумніви. Виникає запитання: якщо за два роки, стосовно яких складені довідки, кількість реальних результатів перевищує 10 000, то де хоча б 5000 підприємств, які вийшли на ринок з новою або оновленою продукцією? Одночасно робиться висновок: «Протягом останніх років наукоємність ВВП залишається критично низькою, що призводить до втрачання наукою здатності виконувати економічну функцію» [11]. А де ж упровадження? Там же читаємо: «Шляхами вирішення цього питання (досягнення оптимального співвідношення обсягів фінансування. – *Авт.*), можуть бути:

- підвищення рівня підтримки наукової сфери з державного бюджету, зокрема на проведення прикладних наукових досліджень та науково-технічних (експериментальних) розробок із збереженням рівня базового фінансування основної діяльності наукових установ, наукових організацій та наукових досліджень у вищих навчальних закладах, що враховує щорічний індекс інфляції;
- залучення коштів вітчизняних та іноземних замовників».

Але для таких банальних висновків не потрібен проведений аналіз, вони звучать уже років двадцять. Може, справа в самій методиці оцінювання результатів науково-технічного потенціалу? В обох довідках немає інтегральних оцінок того, що є в національній науці, насамперед співвідношення вкладених коштів та одержаних внаслідок цього реальних резуль-

¹ Загалом не зрозуміло, що таке «одиниця створеної науково-технічної продукції», особливо якщо порівнювати різні галузі наукової діяльності (*авт.*).

татів, звісно, за виключенням фундаментальних досліджень, які, певним чином, на це не претендують.

Наведені оцінки не об'єднані в яку-небудь логічну схему чи систему, а представляють собою різнобічні оцінки, зроблені за окремими показниками, що характеризують наукову діяльність. Наприклад, аналіз кількості фахівців та їх розподіл за галузями науки, джерелами фінансування, замовниками або спеціальностями, науковими ступенями чи званнями нічого, крім одержаного розподілу, не дає. З цього не вдасться створити яку-небудь стратегію розвитку галузі науки, хіба що дати традиційне визначення про необхідність збільшення фахівців з науковими ступенями, омолодження кадрів [12] та потребу у фінансовому забезпеченні цього процесу. Але це – знов-таки банальний висновок, що не потребує проведеного аналізу.

Але, згідно з прогнозом [12], «українська наука втрачає здатність до самовідтворення і високопродуктивної праці. Деградація кадрового потенціалу науки ставить під сумнів саму можливість її безпосереднього впливу як на інноваційне оновлення економіки, так і на підготовку висококваліфікованих кадрів, без яких освоєння навіть зарубіжних технологій стає проблематичним». Це практично повторює наведений вище висновок [11].

Сьогодні Україна має вкрай недостатнє, як для сучасного світу, наукове забезпечення – 1183 дослідників на 1 млн населення, у той же час середній показник у країнах ЄС у 2003 р. становив 3388 [12]. При цьому Єврокомісія визнала необхідним залучити додатково близько 500 тис. дослідників. Керівництво Німеччини, де цей показник становить 4355, також офіційно заявляє про недостатню кількість дослідників.

У [12] також вказується традиційне порівняння частки обсягу витрат на наукові дослідження та розробки у ВВП країн ЄС–28, зокрема, у 2014 р. вона в середньому становила 2,03 %. Більшою за середню частка витрат на дослідження й розробки була у Фінляндії – 3,17 %, Швеції – 3,16 %, Данії – 3,05 %, Австрії – 2,99 %, Німеччині – 2,87 %, Бельгії – 2,46 %, Словенії – 2,39 %, Франції – 2,26 %. Також зазначається, що у середньому розвинені країни витрачають близько 0,5 % ВВП на фундаментальні дослідження, лідером є Швейцарія (0,9 %). У США, де дві третини фінансування досліджень

і розробок (ДіР) припадає на бізнес, фундаментальні дослідження забезпечуються переважно за рахунок федерального бюджету, у 2015 р. ця сума становила 31,9 млрд дол. США.

У більшості випадків, чомусь при цьому традиційному порівнянні не згадується величина ВВП, без якої робити такі порівняння просто некоректно. Додамо: якщо ми хочемо розвивати країну на технологічній основі, а іншого шляху, власне, й немає, то про порівняння часток ВВП на ДіР уже треба забути, враховуючи порівняльний обсяг ВВП України. Дійсно, за деякими даними, в 2014 р. ВВП ЄС становив 18 526,5 млрд дол. США, Сполучених Штатів Америки – 17 418,9 млрд дол., України – 370,8 млрд дол. США. Про яке порівняння часток ВВП на ДіР можна говорити, якщо ВВП ЄС та України відрізняються практично в 50 разів?

Зупинимось на окремих підходах до оцінки науково-технічного потенціалу в Білорусі та РФ, де структура наукової діяльності й методи управління нею подібні до тих, що існують в Україні.

У [8] проведено аналіз різних методик оцінювання науково-технічного потенціалу регіону, зокрема розглядаються:

- методика інтегральної оцінки науково-технічного потенціалу країни (Японія), заснована на порівняльній оцінці абсолютних показників країн (або регіонів), що характеризують ресурсні можливості та результати науково-технічної діяльності;
- методика комплексної оцінки науково-технічного потенціалу країни (США), що включає розрахунок таких індикаторів, як національна орієнтація, соціоекономічна інфраструктура, технологічна структура, продуктивність;
- методика розрахунку індексу знань (Світовий банк), що є середнім значенням трьох субіндексів: інноваційної системи; освіти та людського потенціалу; інформаційної інфраструктури;
- методика структурного аналізу інноваційної активності території, заснована на розрахунку трьох індексів: наукоємності галузі, технологічної незалежності, технологічного обміну;
- методика факторного аналізу інноваційного потенціалу регіону, заснована на оцінці таких елементів, як-от: дослідницький потен-

ціал населення; витратоємність валового регіонального продукту (ВРП) щодо дослідницьких робіт; наукоємність ВРП стосовно докторів наук та дослідників із науковими ступенями; винахідницький потенціал економічно активного населення; рівень інноваційної активності організацій;

- методика кластеризації регіонів, заснована на розрахунку шести ознак розвитку інноваційної системи регіону, до яких належать: співвідношення рівнів заробітної плати в галузі «Наука та наукове обслуговування» та в економіці регіону в цілому; співвідношення внутрішніх витрат на ДіР та ВРП; частка експорту у ВРП; частка персоналу, зайнятого ДіР, у загальній чисельності зайнятих в економіці; кількість виданих патентів і авторських свідоцтв на 1 млн осіб; середньодушовий рівень ВРП;
- методика розрахунку індексу інновативності регіонів, основу якої становить набір з п'яти факторів, виражених відносними показниками: частка чисельності персоналу, зайнятого ДіР, у загальній чисельності зайнятих в економіці; чисельність студентів вищих навчальних закладів на 10 тис. осіб населення; кількість зареєстрованих патентів на 1000 осіб, зайнятих в економіці; витрати на технологічні інновації у розрахунку на одну особу; рівень інтернетизації.

Деякими авторами [8] виділяється методика розрахунку оцінки науково-технічного потенціалу регіону як сукупності його ресурсів і результатів науково-технічної діяльності, яка надає досить точне визначення відповідного рейтингу регіону. Вагомим стримуючим фактором її широкого використання є складність розрахунків і високий рівень витрат праці.

У вказаній публікації зазначається, що органи державної статистики відслідковують такі показники: кількість організацій, які виконували ДіР; чисельність персоналу, зайнятого ДіР; чисельність (частка) дослідників з ученими ступенями за секторами діяльності; кількість організацій, які здійснюють підготовку аспірантів (докторантів); чисельність аспірантів (докторантів), прийом і випуск із аспірантури (докторантури), у т. ч. із захистом; середньорічна вартість основних засобів, які використані для проведення наукових ДіР; обсяг виконаних робіт і послуг організаціями, зайнятими ДіР; витрати на дослідження та розробки; середньомісячна номінальна нарахована заробітна

плата працівників організацій за видом економічної діяльності «Наукові дослідження та розробки»; надходження патентних заявок і видача патентів на об'єкти інтелектуальної власності; кількість використаних передових виробничих технологій.

Перелічені критерії оцінки наукового потенціалу регіону відносять до групи абсолютних показників та, як зазначається, вони є найбільш зручними для відстеження змін у динаміці, але при визначенні рейтингу «науковості» регіонів важливо зважати не на абсолютні, а на відносні показники з використанням вагових коефіцієнтів [8]. Додатково до наведеного вище переліку індикаторів уводяться такі: внутрішні витрати на ДіР (також розглядаються як частка ВРП); витрати на технологічні інновації; кількість створених передових виробничих технологій.

Пропонується використання багатьох з перелічених показників у відношенні до кількості населення регіону та будується агрегований індекс, для розрахунку якого використовується шкала якісних оцінок.

Також у [8] зазначається, що під час аналізу науково-технічного потенціалу часто поза увагою залишається оснащеність сучасними технічними засобами. Як основні індикатори результатів науково-технічної діяльності вищих навчальних закладів потрібно враховувати: опубліковані книги, статті; виставкові експонати; завершені дисертаційні дослідження; кількість дисертаційних рад, захистів дисертацій; визнання результатів наукової діяльності науковою громадськістю; кількість премій, нагород, до яких треба додати гранти, іменні стипендії тощо.

Разом з цими показниками у [13] пропонується враховувати: кількість, формат, охоплення та структуру вищих навчальних закладів, кількість їх спеціальностей; обсяг високотехнологічного експорту; частку наукоємного виробництва; кількість наукових публікацій у верифікованих та міжнародно-визнаних журналах та реєстрацій у *Web Science* та *Scopus*.

У [13], зокрема, вказується, що кількість наукових публікацій, вочевидь, не завжди відображає науковий результат, зазвичай у 90 % із них нічого практичного або фундаментально значимого вичленувати не можна, особливо це стосується гуманітарних наук.

У світі публікується [13] близько 2,7–3 млн наукових статей у різних галузях науки, культури й техніки. Найбільше статей – з медицини, далі йдуть інжиніринг, біохімія – генетика – біологія, комп’ютерні науки, фізика й астрономія. Безперечним лідером щодо кількості цитованих і верифікованих наукових статей є США. У 2015 р. на США припадало 18,7 % загальносвітових публікацій. Наймовірний ривок у цій царині зробив Китай, який вийшов на друге місце – майже 15 % світової частки. Утрічі від Китаю відстають Німеччина та Велика Британія із часткою в 5 %, на 5-му місці Японія – 4,15 %, Росія посідала 14-те місце – 1,7 %. *Для порівняння:* США мали 487,1 тис. цитованих наукових публікацій, Україна – 8,6 тис., займаючи одне з останніх місць у цьому рейтингу.

У [14] розглядаються різні системи індикаторів та інтегральні індекси. Зокрема, індекс інтелектуального потенціалу вищого навчального закладу. Перелік базових індикаторів, за допомогою якого розраховується цей індекс, практично співпадає з переліком усіх перелічених вище показників, до якого можна додати такі індикатори: кількість наукових лабораторій; кількість лабораторій, які мають галузевий або міжвузівський статус.

Також описано досить прості схеми формування інтегральних індексів, у т. ч. індекс інновативності регіону Всесвітнього економічного форуму.

На окрему увагу заслуговують методи оцінювання факторів формування та впливу науково-технічного потенціалу на розвиток суспільства, що використовуються Організацією з економічного співробітництва та розвитку² (ОЕСР). На сьогодні до ОЕСР входять 36 країн світу, також є країни, які входять на правах партнерів. Україна до переліку цих країн не входить. Бюджет ОЕСР становить 374 млн євро. Одним із напрямів діяльності ОЕСР є різнобічний аналіз стану й тенденцій розвитку суспільства. Аналіз рів-

ня розвитку досліджень і розробок є одним із таких напрямів та ґрунтується, вочевидь, на одній із найбільших у світі баз статистичних даних з різнобічних аспектів соціально-економічного розвитку.

Аналіз інформації щодо ДіР засновується на 142 індикаторах [15], дані для яких одержують із бази ОЕСР. Вони, зокрема, відображають витрати на ДіР бюджетними установами, приватним сектором; кількість дослідників та докторів наук; участь жінок у ДіР; витрати на вищу освіту та кількість студентів. Акцентується на окремих галузях досліджень, насамперед це – комп’ютерні технології, аерокосмічні дослідження, фармацевтика. На основі кожного з індикаторів в онлайн-режимі можна одержати різнобічні довідки, рейтинги, порівняльні та відносні характеристики й ін.

Водночас у 2017 р. ОЕСР підготовлено цікавий звіт [16], де проводиться аналіз розвитку ДіР та їх впливу на суспільство й економіку (табл. 2). Як зазначається, метою звіту є надання політикам та аналітикам засобів для

Таблиця 2

Напрями аналізу розвитку та впливу ДіР

Напрями, що аналізуються	Складники
Знання, таланти та навички	Інвестиції у знання. Вища освіта та фундаментальні дослідження. Наукова та інженерна робоча сила. Дослідники. Навички в цифрову епоху. Надходження від інформаційно-комунікаційних і технологічних навичок. Капітал знань
Передові дослідження та співробітництво	Передові дослідження та спеціалізація. Досконалість у науковому співробітництві. Міжнародна мобільність висококваліфікованих кадрів. Учені в динаміці. Глобалізація ДіР. Винаходи через кордони. Співпраця щодо інновацій
Інновації у фірмах	ДіР у бізнесових колах. Найкращі учасники ДіР. Інтелектуальна власність. Змішані способи інновацій. Податкові стимули для ДіР. Політичне середовище та попит на інновації
Лідерство та конкурентоспроможність	Спеціалізація ДіР. Розуміння електронного бізнесу. Електронний бізнес у різних галузях та застосуваннях. Динаміка стартапів. Технологічна перевага. Участь у глобальних ланцюжках створення вартості. Торгівля та робота
Суспільство та цифрові перетворення	З’єднаність. Нові учасники цифрового простору. Інтернет-користувачі. Напрями діяльності користувачів. Е-споживачі поза кордоном. Електронний уряд. Довіра

² The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) [Електронний ресурс] / офіц. сайт. – Режим доступу: www.oecd.org

порівняння подібних за величиною країн або країн з аналогічною структурою економіки та для моніторингу процесу досягнення бажаних національних або наднаціональних політичних цілей.

Зупинимося на окремих оцінках процесу науково-технологічного розвитку [16]. Перш за все визначається, що найбільшим виконавцем ДіР у світі є Сполучені Штати, внутрішні витрати яких на ДіР у 2015 р. перевищили 500 млрд дол. Другий за величиною показник має Китай (409 млрд дол. за паритетом купівельної спроможності), який перевершив об'єднаний ЄС–28 (386 млрд дол. США за паритетом купівельної спроможності). Ізраїль та Корея мають найвищий коефіцієнт витрат на ДіР у ВВП. Починаючи з 2013 р., загальні внутрішні витрати ОЕСР на ДіР залишаються стабільними – на рівні 2,4 % ВВП. У 2015 р. податкові пільги на ДіР становили майже половину загальної державної підтримки бізнес-досліджень і розробок у країнах ОЕСР.

Дослідження й розробки є висококонцентрованою діяльністю, відтак невелика кількість приватних компаній має значну частку загального обсягу дослідницьких робіт. Зокрема, 50 найбільших «бізнесових» виконавців національних наукових досліджень контролюють 40 % їх обсягу в Канаді та у США, 55 % – у Німеччині та Японії, 70 % – у Данії та Новій Зеландії. Незважаючи на це, малі та середні підприємства (МСП) все ж таки мають значну частку «бізнесових» ДіР, починаючи з 21 % у Бельгії та закінчуючи 56 % у Норвегії. Загалом, більшість досліджень і розробок виконуються фірмами, створеними п'ять або більше років тому. Державне фінансування є особливо важливим для невеликих виконавців ДіР. МСП проводять у середньому 35 % бізнес-досліджень і розробок, але отримують майже 60 % державних фінансових коштів. Кошти з-за кордону відіграють важливу роль для середніх і великих виконавців ДіР.

Як вказується [16], загальний обсяг наукового виробництва, проіндексований у базі даних *Scopus*, суттєво зріс у 2005–2016 рр. Частка Китаю в 10 % кращих світових публікацій збільшилася до 14 %, що вивело цю країну на друге після США місце. Об'єднаний ЄС–28 зберігає свою частку глобальної високоякісної наукової продукції, перевершуючи Сполучені Штати як «джерело потужності», але оцінка «досконало-сті» досліджень ЄС відстає приблизно на 12 %.

Найбільшими інвесторами в галузі ДіР є провідні гравці сфери технологій, близько 64 % від усіх патентних сімей зареєстровані в п'яти найбільших у світі офісах інтелектуальної власності (*IP5 Patent Families*). Їхні штаб-квартири зосереджені лише в кількох країнах, зокрема, у США, Японії та Китаї. У середньому кожний із 2000 провідних інвесторів наукових досліджень має філії у 21 країні та працює в 9 різних галузях промисловості. Топ-інвестори ДіР відіграють провідну роль, особливо в розвитку цифрових технологій. Вони мають близько відповідно 75 і 55 % загальної кількості *IP5*-патентів та розробок (*designs*), пов'язаних з інформаційно-комунікаційними технологіями (ІКТ) (*рис. 1*).

IP5 Patent families



Designs



Рис. 1. Розподіл ³ інтелектуальної власності та розробок серед провідних корпорацій

Джерело: [16].

³ Представлена на рисунку «хмара» слів створена на основі інформації про розподіл патентних і дизайнерських портфельів провідних корпоративних інвесторів з ДіР, обсяги яких відображено розміром шрифту назви компанії; компанії, що працюють у галузі ІКТ, виділені жирним шрифтом [16].

Розвиток та поширення інформаційних технологій у всі сфери діяльності є ключовим фактором розвитку світу. Упродовж 2012–2015 рр. п'ять країн світу займали 69...98 % у розвитку двадцяти «проривних» ІКТ. Японія та Корея зробили свій внесок у всіх «вибухових» галузях ІКТ, розвиток яких у цей період був найшвидшим, разом контролюючи близько 21–70 % усієї патентної діяльності. Справа в тім, що, крім кінцевих ІКТ-продуктів, продукція національних галузей ІКТ також упроваджується через проміжні продукти в широкому діапазоні товарів та послуг (інвестиції в основний капітал, споживання домогосподарств і держави), які задовольняють кінцевий попит, причому як усередині країни, так і за кордоном. У 2011 р. на США, Японію та Китай припадало близько 45 % світового поширення ІКТ. Європейський Союз мав частку 23 %, незначно вищу, ніж у США.

Створення та ефективне використання нових технологій вимагають належної кваліфікації. Економіки, де працівники використовують ІКТ більш інтенсивно (наприклад, Нідерланди, Норвегія та Нова Зеландія), також мають більшу частку «нерутинних робочих місць», пов'язаних з відносно складними завданнями. До цього слід додати, що у більшості європейських країн у 2014 р. 30–60 % робочих місць були «підтримані» споживачами зовнішніх ринків. У США ця величина – лише 15 %, але це становить 13 млн робочих місць. У 2016 р. 20 % інтернет-покупців з Європи замовили товар продавця з неєвропейської країни.

Розглянуті підходи до оцінювання науково-технічного потенціалу дозволяють зробити такі висновки:

- аналіз рівня розвитку ДіР необхідний для визначення політики та стратегій соціально-економічного розвитку й використовується як на рівні провідних міжнародних організацій, так і на національному рівні в процесах прийняття рішень на вищих щаблях влади; проте матеріали, що розглядалися, не описують шляхи досягнення країнами одержаних результатів, поліпшення чи оптимізації науково-технологічної діяльності;
- на думку фахівців, важко визначити певну універсальну систему показників, за допомогою якої можна було б однозначно оцінити та порівняти рівень розвитку науково-технічного потенціалу країн унаслідок специфі-

ки самих країн та галузей наукових досліджень, але існують достатньо повні системи індикаторів, які використовуються для аналізу окремих факторів ДіР;

- такі системи ґрунтуються, насамперед, на кількісних показниках з фінансування ДіР, кількості персоналу, публікацій, на основі яких визначаються різнобічні відносні та порівняльні оцінки; якісні характеристики використовуються в окремих випадках, хоча доповнення ними кількісних оцінок дає можливість одержати більш повноцінні оцінки стану розвитку; здебільшого якісні оцінки є в певному сенсі узагальненими прикінцевими висновками, наприклад, низький – високий рівень, тощо;
- розглянуті системи оцінювання рівня розвитку науково-технічного потенціалу здебільшого складаються зі статичної та динамічної складових, які відповідно виражають стан ресурсів та результати їх використання; оцінювання результатів, на відміну від ресурсів, має досить неоднозначні оцінки – кількість різного рівня публікацій, одиниць продукції, впроваджень тощо;
- інтегральні індекси або показники, які можуть давати однозначну оцінку стану розвитку, використовуються достатньо мало, що пов'язано зі специфікою та різноманітністю галузей наукових досліджень;
- достатньо повна оцінка рівня науково-технічного потенціалу та стратегій з його розвитку вимагає великого обсягу достовірної та регулярної інформації, а також роботи з її аналізу.

Таким чином, порівняння рівня розвитку науково-технологічного потенціалу має ґрунтуватися на абсолютних та відносних величинах, причому відносні характеристики, які частіше застосовуються на практиці, є більш конструктивними. Виходячи з цього, слушним є визначення, по-перше, вихідної національної частки у світовій економіці та у сфері ДіР (наприклад, через обсяг ВВП); по-друге, реального деталізованого стану сфери ДіР; по-третє, бажаного місця у світовій економіці та власного відношення до нього. Саме це має стати підґрунтям до створення та відпрацювання стратегій розвитку науково-технологічного потенціалу країни, які мають забезпечити останній визначене бажане місце у світі.

Система базових індикаторів оцінювання науково-технологічного потенціалу країни

Зважаючи на специфіку досліджень, що істотно впливає на вид, якість і вартість необхідного обладнання й споруд (наприклад, достатньо порівняти обсяг потрібного для досліджень обладнання в математиці та ядерній фізиці), науково-технологічні ресурси будемо визна-

чати за галузями досліджень, скажімо, визна-чаючи їх за структурою відділень НАН України (до цієї структури можна додати відділення інших національних академій). Проведений вище огляд дозволяє визначити показники – індикатори, на основі яких оцінюватимуться науково-технологічні ресурси країни (табл. 3). Індикатори розглядаються на річній основі тільки щодо організацій або підприємств, що займаються науковою діяльністю.

Таблиця 3

Індикатори стану науково-технологічних ресурсів

Базові індикатори у галузі досліджень i	Позначення	
Кількість організацій	nr_1	r_1
Кількість наукових підрозділів	nr_2	r_2
Кількість наукових підрозділів з міжнародною участю	nr_3	r_3
Площа земельних ділянок	nr_4	r_4
Обсяг нерухомого майна (будинки та споруди)	nr_5	r_5
Вартість основних засобів	nr_6	r_6
Чисельність персоналу	nr_7	r_7
Кількість співробітників з науковим ступенем кандидата наук	nr_8	r_8
Кількість співробітників з науковим ступенем доктора наук	nr_9	r_9
Витрати на НДДКР з державного бюджету	nr_{10}	r_{10}
Витрати на НДДКР з регіонального бюджету	nr_{11}	r_{11}
Обсяг недержавних замовлень та договорів	nr_{12}	r_{12}
Обсяг міжнародних проектів, договорів, грантів	nr_{13}	r_{13}
Обсяг експорту	nr_{14}	r_{14}
Обсяг заробітної плати	nr_{15}	r_{15}
Обсяг необхідних для досліджень матеріалів, комплектуючих тощо	nr_{16}	r_{16}
Обсяг витрат на технологічні інновації, високотехнологічне обладнання	nr_{17}	r_{17}
Кількість використаних передових технологій, засобів та ін.	nr_{18}	r_{18}
Кількість створених передових технологій, засобів та ін.	nr_{19}	r_{19}
Кількість організацій, у яких здійснюється підготовка аспірантів (докторантів)	nr_{20}	r_{20}
Чисельність аспірантів (докторантів), ураховуючи вступ/випуск	nr_{21}	r_{21}
Чисельність захистів дисертацій	nr_{22}	r_{22}
Кількість виконаних розробок	nr_{23}	r_{23}
Кількість виконаних фундаментальних досліджень	nr_{24}	r_{24}
Кількість монографій	nr_{25}	r_{25}
Кількість наукових статей	nr_{26}	r_{26}
Кількість наукових статей у міжнародних журналах	nr_{27}	r_{27}
Кількість патентних заявок та одержаних патентів	nr_{28}	r_{28}
Кількість реєстрацій в <i>Web Science</i> та <i>Scopus</i>	nr_{29}	r_{29}
Кількість посилань на опубліковані матеріали (h -індекс)	nr_{30}	r_{30}
Кількість премій, нагород, грантів та ін.	nr_{31}	r_{31}

Джерело: складено авторами.

Величини, позначені в *табл. 3* через *nr*, є абсолютними значеннями індикаторів, які характеризують національну сферу науково-технічних досліджень. Для порівняння з міжнародним рівнем замість таких натуральних величин треба розглядати відповідні відносні значення, які відображають національну частку кожного з ресурсів у його міжнародному обсязі. Але визначення таких величин потребує істотних витрат часу й коштів на знаходження відповідних даних, які, враховуючи комерційну таємницю певних міжнародних і національних оцінок, навряд чи будуть повними та однозначними.

Тому на поточному етапі досліджень пропонується розглядати величини *nr* як суб'єктивні експертні (можливо, однакові для кількох індикаторів) оцінки частки національних науково-технологічних ресурсів у їх світовому обсязі. Наприклад, для такої оцінки можна використати відомі величини частки витрат на ДіР в Україні та у світі (окремі оцінки були наведені вище). Певним чином, такі оцінки й виражатимуть суб'єктивну порівняльну характеристику стану національної науки, що й необхідно для визначення внутрішніх оцінок та, на цій базі, – шляхів її розвитку у світовому руслі.

Внутрішні оцінки науково-технологічних ресурсів будемо розглядати на регіональному та (на основі їх визначення) на державному рівнях. Для цього введені в *табл. 3* відносні величини обсягу ресурсів r_i будемо розглядати по регіонах країни j та позначатимемо через $r_{i,j}$ тобто це значить, що маємо відносну оцінку ресурсу r регіону j , який застосовується в предметній галузі i науково-технічних досліджень.

Одержані величини $r_{i,j}$ безрозмірні, що дозволяє проводити подальші операції над ними, незважаючи на їх змістовну інтерпретацію. За побудовою $r_{i,j}$ змінюються в межах від 0 до 1.

Введемо агреговані оцінки науково-технологічних ресурсів.

1. Будемо виражати характеристику кількості та структури науково-дослідних організацій, що відносяться до предметної галузі i регіону j , через величину

$$a_{i,j,1} = (r_{i,j,1} + r_{i,j,2} + r_{i,j,3}) / 3, \quad (1)$$

де величини $r_{i,j,2}$ та $r_{i,j,3}$ відображають різнобічність, диверсифікацію та розпорошеність досліджень через наявність різних підрозділів,

у т. ч. з міжнародною участю, як певних організацій чи підприємств, так і індивідуальних дослідників.

За побудовою, збільшення кількості наукових підрозділів збільшує сукупну кількісну оцінку $a_{i,j,1}$ наявних організацій. Зауважимо, що в матеріалах, які розглядалися вище, наприклад, у звіті [16], кількість організацій та підрозділів загалом не аналізується на користь аналізу кількості фахівців, адже саме вони мають виконувати ДіР.

2. Оцінюватимемо відносний обсяг нерухомого майна та обладнання, наявного в організаціях предметної галузі i регіону j , через величину

$$a_{i,j,2} = (r_{i,j,4} + r_{i,j,5} + r_{i,j,6}) / 3. \quad (2)$$

Ця оцінка, можливо, чи не вперше, вводиться для порівняння науково-технічного потенціалу. Але при аналізі будь-якого бізнес-плану проекту вона є обов'язковою, тому що впливає на фінансові результати проекту, його рентабельність, окупність та ін. У зарубіжних дослідженнях така оцінка теж не виконується, оскільки обладнання й нерухоме майно є власністю компаній-виконавців ДіР, оцінювати ефективність використання якого є справою власника. У нашому випадку ці ресурси є власністю держави (а вже потім – організації), відтак має ставитися завдання ефективного використання державного майна.

3. Чисельність персоналу будемо оцінювати за допомогою величини

$$a_{i,j,3} = r_{i,j,7} * (1 + (r_{i,j,8} + r_{i,j,9}) / 2). \quad (3)$$

Тут додатково враховується поправка на кількість докторів та кандидатів наук, наявність яких збільшує загальну оцінку.

4. Обсяг усіх надходжень оцінюватимемо за допомогою величини

$$a_{i,j,4} = (1 + r_{i,j,12}) * (1 + r_{i,j,13}) * (1 + r_{i,j,14}) * (r_{i,j,10} + r_{i,j,11}). \quad (4)$$

Оцінки (базового) бюджетного фінансування примножуються в разі наявності бізнесової реалізації (впровадження) результатів розробок, участі в міжнародних дослідженнях, експорту створеної продукції.

5. Процес виконання наукових досліджень будемо характеризувати насамперед, використовуючи оцінку порівняльного обсягу зарплати $a_{i,j,5} = r_{i,j,15}$ та оцінку необхідних витрат на проведення досліджень і розробок

$$a_{i,j,6} = (1 + r_{i,j,19} - r_{i,j,18}) * (r_{i,j,16} + r_{i,j,17}). \quad (5)$$

За такого оцінювання як поправка використовується різниця відносних обсягів створених та придбаних у процесі ДіР технологій.

6. Оцінка процесу підготовки кадрів вищої кваліфікації розглядається як усереднена величина кількості організацій та аспірантів (докторантів), що ними підготовлена, з поправкою на кількість захистів підготовлених дисертацій

$$a_{i,j,7} = (1 + r_{i,j,22}) * (r_{i,j,20} + r_{i,j,21}) / 2. \quad (6)$$

7. Результати наукової діяльності визначаються за допомогою проміжних оцінок. По-перше, це – кількість розробок (тем) або фундаментальних досліджень $r_{i,j,23} + r_{i,j,24}$. Якщо вважати, що кожна розробка або фундаментальне дослідження мають відобразитися в опублікованій монографії, то величина $r_{i,j,25} - (r_{i,j,23} + r_{i,j,24})$ буде позитивною або негативною оцінкою цього фактору залежно від наявності публікацій. Вважаючи, що публікація монографії не є обов'язковим результатом, визначимо проміжну оцінку $r_{i,j,25-28} = (1 + r_{i,j,25} - (r_{i,j,23} + r_{i,j,24})) * (r_{i,j,23} + r_{i,j,24})$ виконання ДіР. По-друге, до цієї оцінки необхідно додати обсяг інших публікацій, патентних заявок і патентів (у разі придбання останніх також збільшиться обсяг експорту), для цього будемо брати величину кількості публікацій $r_{i,j,26}$ з поправками на кількість міжнародних публікацій та патентів: $r_{i,j,26-28} = r_{i,j,26} * (1 + r_{i,j,27}) * (1 + r_{i,j,28})$. На основі проміжних оцінок утворимо таку оцінку:

$$a_{i,j,8} = (1 + r_{i,j,19}) * (1 + r_{i,j,30}) * (1 + r_{i,j,31}) * (r_{i,j,23-25} + r_{i,j,26-28}). \quad (7)$$

Тут враховуються поправки на кількість створених технологій, цитування (у т.ч. потенційне), одержані премії та нагороди, які, в разі позитивності їх оцінок, збільшують значення оцінки.

Сформуємо інтегральну оцінку. Перш за все, вважатимемо, що метою розвитку є обсяги доходів від науково-технічної діяльності як організацій, так і окремих осіб, тобто їхні зар-

плати. Інші критерії (у поточній ситуації) будемо відносити на другий план. Тоді головною метою є збільшення суми оцінок $a_{i,j,4} + a_{i,j,5}$, що відобразатиме усереднена величина $aa_{i,j} = (a_{i,j,4} + a_{i,j,5}) / 2$. Досягнення цієї мети залежить від заінтересованості держави, бізнесу, суспільства в результатах проведених досліджень, від забезпечення науково-технологічної діяльності, самого її виконання, тобто від необхідної кількості співробітників, споруд, обладнання, матеріалів, інших ресурсів, вид та обсяг яких залежать від предметної галузі, та ін.

При цьому збільшення або зменшення обсягів таких ресурсів можуть позначитися й негативно на одержаному результаті або ж на бажаному значенні величини $aa_{i,j}$. У той же час можна покласти, що величини $1 - a_{i,j,2}$ та $4 - a_{i,j,6}$ (4 – максимальне значення $a_{i,j,6}$), які зростають у разі зменшення майна організацій та їх витрат на дослідження, відповідають необхідності застосування саме визначених їх обсягів.

Можемо сформувати агреговану оцінку рівня розвитку науково-технічного потенціалу галузі ДіР i та регіону країни j :

$$A_{i,j} = ((aa_{i,j} + a_{i,j,8}) / 2) * (1 + a_{i,j,1}) * (1 - a_{i,j,2}) * (1 + a_{i,j,3}) * (4 - a_{i,j,6}) * (1 + a_{i,j,7}). \quad (8)$$

Як поправочні коефіцієнти також використовуються оцінки кількості організацій та їхніх підрозділів, кадрового, у т.ч. наукового, забезпечення.

Але агрегат (8) відображає, як і більшість із розглянутих вище систем індикаторів, суто кількісні характеристики.

В окремих випадках не менш важливими є також і якісні характеристики стану ресурсів. Такі оцінки формуються з використанням п'ятибальної оціночної шкали (від 0 до 4):

- $q_1(A_{i,j})$ – рівень кваліфікації співробітників наукових установ, підприємств та організацій,
- $q_2(A_{i,j})$ – рівень активності наукових організацій та їхніх працівників;
- $q_3(A_{i,j})$ – рівень зацікавленості працівників наукових організацій у практичному використанні одержаних результатів;
- $q_4(A_{i,j})$ – рівень зарплати;

- $q_5(A_{i,j}) - q_7(A_{i,j})$ – рівень зацікавленості в результатах НДДКР у регіоні, країні та світі;
- $q_8(A_{i,j}) - q_{10}(A_{i,j})$ – рівень використання результатів науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт (НДДКР) у регіоні, країні та світі;
- $q_{11}(A_{i,j})$ – рівень публікацій та патентів;
- $q_{12}(A_{i,j})$ – рівень традицій наукової діяльності в регіоні;
- $q_{13}(A_{i,j})$ – рівень визнання науковців у регіоні;
- $q_{14}(A_{i,j})$ – рівень популярності НДДКР серед молоді регіону;
- $q_{15}(A_{i,j})$ – рівень забезпечення організацій необхідним обладнанням і матеріалами тощо.

З урахуванням якісних оцінок, інтегральна оцінка – індекс рівня розвитку науково-технологічного потенціалу регіону – має вигляд:

$$Aq_{i,j} = A_{i,j} * q(A_{i,j}); q(A_{i,j}) = \frac{1}{75} \sum_{p=1}^{15} q_p(A_{i,j}). \quad (9)$$

Зауважимо, що наведені оцінки мають ілюстративний характер, потребують введення нормуючих та вагових коефіцієнтів, відпрацювання яких неможливе без аналізу реальних даних. Крім цього, науково-технологічні ресурси є тільки частиною всієї сукупності ресурсів, необхідної для аналізу проблеми розвитку національних ДіР. Представлення цієї сукупності

ресурсів у вигляді онтологічної системи (рис. 2) дозволило знайти узагальнені методи формування, структуризації та впорядкування вихідних даних за категоріями й видами ресурсів.

На основі оцінок (9) можна створити різнобічні рейтинги за предметними галузями досліджень, регіонами тощо, іншими словами – визначити статичні характеристики стану розвитку науково-технічного потенціалу. Мінімальне, середнє або в інший спосіб визначене за інтегральною оцінкою (9) значення можна визначити як індекс рівня розвитку національного науково-технологічного потенціалу. Однак це значення не дозволить визначити стратегію розвитку країни, оскільки для цього потрібно виходити зі значно ширшої сукупності регіональних оцінок [2].

Висновки

Проведений аналіз підходів до індикативного аналізу процесів науково-технологічного розвитку дозволяє зробити певні висновки. Насамперед підкреслити важливість рівня використання та розробки передових технологій, адже саме вони здатні забезпечити стабільний національний розвиток. При цьому, на наш погляд, присутніми є два фактори: по-перше, важлива не кількість, а якість досліджень та їх результатів насамперед з точки зору масовості їх застосування; по-друге, для виходу України на рівень досліджень і розробок, близький до

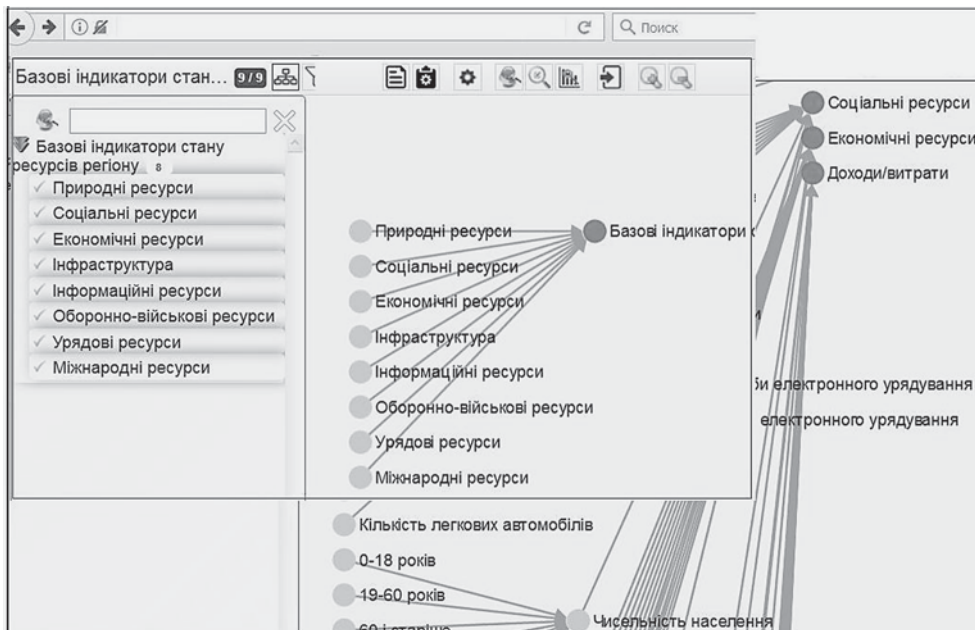


Рис. 2. Зразок представлення таксономії категорій та індикаторів
Джерело: [2].

світового, національна наука повинна мати вищі за світові темпи, що в разі її розпорошеності вимагає не тільки істотно більших коштів, а й більшої зацікавленості в результатах її розробок на світовому рівні. Останнє виглядає більш проблематичним, оскільки ці дослідження мають зацікавувати найбільші транснаціональні корпорації світу.

На особливу увагу заслуговують інформаційно-комунікаційні технології, які є підґрунтям не тільки науково-технологічної діяльності, а й усієї життєдіяльності суспільства, структура якої завдяки ІКТ швидко змінюється. Частка ІКТ і суміжних з ними галузей у ВВП, особливо провідних країн світу, продовжує зростати, як і ефективність та екологічність виробництва, створюються нові робочі місця, тим самим підвищується сукупний рівень якості життя населення та ін.

У системі, яка висвітлювалась у статті, ІКТ-індикатори не розглядаються, оскільки відносяться до окремої категорії. Аналіз цієї категорії, як і інших ресурсів, виконується на наступному етапі – визначення стратегій розвитку, які вимагають застосування інших засобів, зокрема теоретико-ігрового та когнітивного підходів, трансдисциплінарного аналізу тощо. У цьому сенсі запропонована система індикаторів є початковим етапом визначення стратегій розвитку країни, характеризуючи його статичний стан. Визначення стратегій, у т. ч. збалансованого розвитку, методів і шляхів їх знаходження та подальшої реалізації виходить за межі цієї публікації та буде розглядатися в майбутньому.

Список використаних джерел

1. Polumiienko S., Rybakov L., Trofymchuk O. The Game-Theoretical Approach to the Simulation of Sustainable Development Strategies // Journal of Earth Science and Engineering. – 2013. – No. 3. – Рр. 337–340.
2. Полумієнко С. К., Стрижак О. Є., Трофимчук О. М. Ресурсно-онтологічний підхід до оцінки рівня національного розвитку // Математичне моделювання в економіці. – 2016. – № 3–4. – С. 7–26.
3. Полумієнко С. К., Горда С. Є. Щодо підходу до формування індексу національної безпеки [Електронний ресурс] // Сталій розвиток – XXI століття: управління, технології, моделі. Дискусії 2017 : кол. монографія / за наук. ред. проф. Хлобистова Є. В. ; НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»; Ін-т телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України; Вища еко-

номіко-гуманітарна школа. – К., 2017. – 546 с. – Режим доступу : https://docs.wixstatic.com/ugd/b93fb2_d2b1db785ee7471f9fe65b0cad264f1e.pdf

4. Наукометрія. Індикатори науки і технології : учеб. пособие для вузов / Г. В. Осипов, С. В. Климовицкий ; отв. ред. В. А. Садовничий. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во «Юрайт», 2018. – 172 с.
5. Пугач С. Підходи до оцінки структури наукового потенціалу економічної і соціальної географії України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ukr-tur.narod.ru/istoukrgeo/allpubl/antropos/pidhdoozinky.htm>
6. Бородин М. А., Бурьлова А. Г. Оценка научного потенциала региона на основе теории нечетких множеств [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-nauchnogopotentsiala-regiona-na-osnove-teorii-nechetkih-mnozhestv>
7. Аверченков В. И., Кожухар В. М., Сазонова А. С. Оценка научного потенциала региона // Вестник Брянского гос. тех. ун-та. – 2009. – № 2 (22). – С. 123–129.
8. Белова Н. А. Методика оценки научного потенциала региона / Чебоксарский ин-т экономики и менеджмента СПБГПУ [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://uecs.ru/uecs51-512013/item/2047-2013-03-22-06-13-14>
9. Разуваев В. В. Методика оценки научно-технического потенциала регионов Российской Федерации [Електронний ресурс] // Вестник Пермского ун-та. Экономика. – 2012. – Вып. 3 (14). – Режим доступу : <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-otsenki-nauchno-technicheskogo-potentsiala-regionov-rossijskoj-federatsii>
10. Стан розвитку науки і техніки, результати наукової, науково-технічної, інноваційної діяльності, трансферу технологій за 2015 рік [Електронний ресурс] : аналіт. довідка // Укр. ін-т науково-технічної і економічної інформації; М-во освіти і науки України. – Режим доступу : <https://mon.gov.ua/storage/app/media/nauka/informatsiyno.../2-3-ad-kmu-2015.pdf>
11. Стан розвитку науки і техніки, результати наукової, науково-технічної, інноваційної діяльності, трансферу технологій за 2016 рік [Електронний ресурс] : аналіт. довідка // Укр. ін-т науково-технічної і економічної інформації; М-во освіти і науки України. – Режим доступу : <https://mon.gov.ua/storage/app/media/nauka/informatsiyno-analitychni/na-sajt-mon-ad-kmu-11.07.17.pdf>
12. Попович О. С., Костиця О. П. Прогнозні оцінки еволюції вікової структури і чисельності дослідників в Україні на найближче десятиріччя // Наука та наукознавство. – 2017. – № 1 (95). – С. 48–58.
13. Оценка научно-технического потенциала стран мира [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://spydell.livejournal.com/632565.html>
14. Абдуллин А. Р., Фаррахетдинова А. Р. Способы оценки потенциала науки и ее кадров; Ин-т Гос. управления, права и инновационных технологий (ИГУПИТ) // Интернет-журнал «Науковедение». – 2013. – № 4.

15. Main Science and Technology Indicators [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.oecd.org/sti/sci-tech/msti.htm>

16. OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2017: The digital transformation [Электронный ресурс]. – Paris, OECD Publishing. – Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264268821-en>

References

1. Polumiienko, S., Rybakov, L., & Trofymchuk, O. (2013). The Game-Theoretical Approach to the Simulation of Sustainable Development Strategies. *Journal of Earth Science and Engineering*, 3, 337–340 [in English].

2. Polumiienko, S. K., Stryzhak, O. E., & Trofymchuk, O. M. (2016). Resursno-ontologichnyi pidkhdid do otsinky rivnia natsionalnoho rozvytku [Resource- ontological approach to the national development evaluation]. *Matematychni modeliuvannia v ekonomitsi – Mathematical Modeling in Economics*, 3–4 [in Ukrainian].

3. Polumiienko, S. K., & Gorda, S. Ye. (2017). Shchodo pidhodu do formuvannia indeksu natsionalnoi bezpeky [On the approach to the formation of the national security index]. *Stalyi rozvytok – XXI stolittia: upravlinnia, tehnologii, modeli. Dyskusii 2017 – Sustainable development – XXI century: management, technology, models. Discussions 2017*. (E. V. Khlobystov, Ed.). *docs.wixstatic.com*. Retrieved from https://docs.wixstatic.com/ugd/b93fb2_d2b1db785ee7471f9fe65b0cad264f1e.pdf [in Ukrainian].

4. Osipov, G. V., Klimovitskii, S. V., & Sadovnichii, V. A. (ed.). (2018). *Naukometriia. Indikatory nauki i tekhnologii [Scientometrics. Indicators of science and technology]*. Moscow, Izdatelstvo Yurait [in Russian].

5. Pugach, S. Pidkhydy do otsinky struktury naukovo-ho potentsialu ekonomichnoi i sotsialnoi heohrafii Ukrainy [Approaches to the evaluation of the structure of the scientific potential of economic and social geography of Ukraine]. (n. d.). *ukr-tur.narod.ru*. Retrieved from <http://ukr-tur.narod.ru/istoukrgeo/allpubl/antropos/pidhdoozinky.htm> [in Ukrainian].

6. Borodina, M. A., & Burylova, L. G. Otsenka nauchnogo potentsiala regiona na osnove teorii nechetkih mnozhestv [Evaluation of the scientific potential of the region on the basis of the fuzzy sets theory]. (n. d.). *cyberleninka.ru*. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-nauchnogo-potentsiala-regiona-na-osnove-teorii-nechetkih-mnozhestv> [in Russian].

7. Averchenkov, V. I., Kozhukhar, V. M., & Sazonova, A. S. (2009). Otsenka nauchnogo potentsiala regiona [Evaluation of the scientific potential of the region]. *Vestnik Brianskogo gosudarstvennogo universiteta – Bulletin of Bryansk State Technical University*, 2 (22), 123–129 [in Russian].

8. Belova, N. A. Metodika otsenki nauchnogo potentsiala regiona [Methodology for evaluating of the scie-

ntific potential of the region]. *Cheboksary: Cheboksary Institute of Economics and Management SPbGPU*. (n. d.). *uecs.ru*. Retrieved from <http://uecs.ru/uecs51-512013/item/2047-2013-03-22-06-13-14> [in Russian].

9. Razuvaev, V. V. (2012). Metodika otsenki nauchno-tehnicheskogo potentsiala regionov Rossiyskoi Federatsii [Methodology for evaluating of the scientific and technical potential of the regions of the Russian Federation]. *Vestnik Permskogo universiteta. Ekonomika – Bulletin of Perm University. Economy*, 3 (14). *cyberleninka.ru*. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-otsenki-nauchno-tehnicheskogo-potentsiala-regionov-rossiyskoy-federatsii> [in Russian].

10. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy. Stan rozvytku nauky i tehniki, rezultaty naukovoї, naukovo-tekhnichnoi, innovatsiinoi diialnosti, transferu tehnologii za 2015 rik [The Ministry of Education and Science of Ukraine. Status of development of science and technology, results of scientific, scientific and technical, innovation, technology transfer for 2015]. Kyiv: Ukrainskyi instytut naukovo-tekhnichnoi i ekonomichnoi informatsii. (n. d.). *mon.gov.ua*. Retrieved from <https://mon.gov.ua/storage/app/media/nauka/informatsiyno.../2-3-ad-kmu-2015.pdf> [in Ukrainian].

11. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy. Stan rozvitku nauki i tehniki, rezultaty naukovoї, naukovo-tekhnichnoi, innovatsiinoi diialnosti, transferu tehnologii za 2016 rik [The Ministry of Education and Science of Ukraine. Status of development of science and technology, results of scientific, scientific and technical, innovation, technology transfer for 2016.]. Kyiv: Ukrainskyi instytut naukovo-tehnichnoi i ekonomichnoi informatsii. (n. d.). *mon.gov.ua*. Retrieved from <https://mon.gov.ua/storage/app/media/nauka/informatsiyno-analitychni/na-sajt-mon-ad-kmu-11.07.17.pdf> [in Ukrainian].

12. Popovich, O. S., & Kostritsia, O. P. (2017). Prohnozni otsinky evoliutsii vikovoi struktury i chyselnosti doslidnykiv v Ukraini na naiblyzhche desiatyrichchia [Forecast estimations of the age structure evolution and number of researchers in Ukraine over the next decade]. *Nauka ta naukoznavstvo – Science and Science of Science*, 1 (95), 48–58 [in Ukrainian].

13. Otsenka nauchno-tehnicheskogo potentsiala stran mira [Estimation of scientific and technical potential of the countries of the world]. (n. d.). *spydell.livejournal.com*. Retrieved from <https://spydell.livejournal.com/632565.html> [in Russian].

14. Abdullin, A. R., & Farraketdinova, A. R. (2013). Sposoby otsenki potentsiala nauki i yeie kadrov [Methods for evaluating of the potential of science and its staff]. *Naukovedenie – Science of Science*, 4 [in Russian].

15. Main Science and Technology Indicators. (n. d.). *www.oecd.org*. Retrieved from <http://www.oecd.org/sti/sci-tech/msti.htm.c> [in English].

16. OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2017: The digital transformation. Paris: OECD Publishing. (n. d.). *dx.doi.org*. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1787/9789264268821-en> [in English].