

С. М. Порев, С. Р. Смолинець

## ПРОБЛЕМА ОЦІНЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ НАУКИ НА МАКРОРІВНІ

*Статтю присвячено вирішенню проблеми оцінювання результативності систем досліджень і розробок країн за допомогою економічних показників, що могли б бути корисними для вирішення завдань вдосконалення наукової політики та менеджменту, зокрема в Україні.*

*Запропоновано показники, що представляють безпосереднє відношення видатків промисловості та підприємництва до загальних витрат на дослідження та розробки, а також модифікацію, в якій видатки промисловості та підприємництва віднесено до суми всіх інших витрат.*

*Оригінальність підходу полягає в тому, що автори або обмежуються показниками, що мають економічний зміст, або використовують їх співвідношення, уникаючи зіставлення та поєднання несумірних сутностей. Водночас вважається, що при оцінюванні результатів досліджень і розробок доцільно оперувати поняттями фрагментів знань на основі уявлень класичної епістемології та інформації як засобу ментально-матеріальних когнітивних комунікацій.*

**Ключові слова:** показники, результати, макрорівень, витрати, наукові дослідження і розробки, економічний, когнітивний.

**Вступ.** В умовах стрімкого проникнення наукового пізнання і технологій в усі сфери діяльності людини виникають потреби у стимулюванні та забезпеченні розвитку науки як продуктивної сили і важливої складової соціально-економічного розвитку країн. У свою чергу, як сама наукова діяльність вчених, так і науково-технологічна політика та менеджмент наукових досліджень і розробок (НДР) постійно вимагають розвитку методів і засобів створення знань, вдосконалення дослідницьких проектів та програм, оцінювання й стимулювання їхньої результативності, когнітивної якості та економічної корисності. Публікації фахівців [1] вказують на важливу роль показників, що представляють на макрорівні вплив фінансування досліджень на результати НДР, зокрема, якщо постають питання, скільки країна повинна витратити на науку і як при цьому повинен використовуватись людський потенціал.

Запорукою економічної корисності проектів і програм НДР, ефективності політики та менеджменту у сфері науки є адекватне представлення у методах, засобах та показниках змісту процесів пізнання як не лише когнітивно, а й економічно та організаційно вмотивованих процесів. Однак наука має своїм основним результатом нові наукові знання, що представлені у наукових описах та поясненнях, теоріях і концепціях, які складно оцінити та порівняти. Вони, у загальному випадку, можуть бути принципово несумірними [2]. У роботі І. Лакатоша показано, що єдиним несуперечливим підходом щодо оцінювання «дослідницьких програм» є доведення того, що позитивна евристика однієї переважає відповідну для іншої [3, с. 52], наскільки одна переважає іншу за евристичною силою, скільки нових фактів вони запропонували, наскільки програми мали здатність пояснювати все нові спростування, що виникали у процесі зростання знань. Якщо ідеї методології дослідницьких програм Лакатоша використовувати для порівняння у когнітивному вимірі фрагментів знань, оцінювання буде не кількісним, а якісним, тимчасовим і таким, що є потенційно спростовним.

Складнощі порівняння в економічному вимірі показників результатів НДР, що співвідносяться із фрагментами створюваних знань, значною мірою обумовлені несумірністю у когнітивному вимірі самих цих фрагментів як конструктів, у яких суб'єктивне поєднане із суспільним доробком, а новостворене залишається потенційно незавершеним [2, 3]. Для того щоб обійти когнітивну проблематичність, однак зберегти зміст і ознаки складових якості, цінності та корисності результатів НДР, достатньо традиційними виступають підходи щодо підміни порівняння фрагментів знань оцінюванням форм, що їх представляють, – наукових публікацій та їх цитувань, описів технологій та розробок, обсягів фінансування проектів їхнього створення або вартості (ціни) купівлі тощо. Частина цих вторинних форм результатів НДР опосередковано чи безпосередньо може бути представлена на макро-, мезо- і мікрорівнях економічного аналізу. Фахівці відзначають [4], що для низки показників немає строгого віднесення їх до певного рівня, а самі ці рівні виступають як розмиті. На макрорівні акценти часто робляться на матеріальному обміні, міжнародній торгівлі

та матеріальних накопиченнях в національних економіках у цілому. На мезорівні показники дають змогу більш диференційовано відстежувати інформацію і більш детально аналізувати галузі виробництва та категорії споживання.

Наше дослідження економічних показників науки на макрорівні стосуватиметься тематики економічного зростання чи стагнації національних інноваційних систем країн [5], як чинники яких розглядаються фінансування НДР та їх когнітивно-комунікативна результативність, трансформації кадрового наукового потенціалу, а також відповідні методи, засоби і заходи державної політики та менеджменту науки.

Стосовно проблем економічного зростання, у сучасних роботах [6] вказується на те, що із початку досліджень за цією тематикою увага фахівців зосереджувалась на зростанні робочої сили та накопиченні капіталу, а технічний прогрес розглядався як екзогенний. Однак пізніше неокласична модель зростання розширюється шляхом інтерпретації створення знань як ендогенного процесу, що залежить від кількості людського капіталу, залученого до НДР. Вважається, що існує сильний зв'язок між продуктивністю економіки країни та витратами на НДР, але йдеться не так про одержання нових знань, як про їх втілення в інноваціях, що перетворюються на товари та послуги і реалізуються підприємством.

У сучасній теорії та практиці економетрики і наукометрики можна говорити про три підходи щодо оцінювання аспектів результативності НДР. Перший підхід передбачає використання співвідношень економічних показників на макрорівні: валового внутрішнього продукту (GDP), загальних витрат на НДР (GERD), витрат (державного бюджету) «уряду» (GOVERD), витрат промисловості та підприємництва (*Business Enterprise Expenditure on R&D* – BERD), зокрема питомих витрат на одного дослідника, одну зайняту особу тощо [7, 8]. Другий підхід передбачає використання тих чи інших показників кількості наукових публікацій, їх цитувань та індексів, що створені на їхній основі [1, 9, 10]. Третій підхід передбачає використання комплексних індексів та індикаторів, панелей, табло (*scoreboard*), у яких їх автори намагаються поєднати показники, що представляють предмет аналізу у різних вимірах [5]. Останній підхід дає можливість одержати певні загальні корисні оцінки економічного характеру незважаючи на те, що окремі складові цих комплексів показників є несумірними.

Підходи та окремі системи показників, що пропонуються та обґрунтовуються фахівцями, можуть мати певну корисність. Однак відомо, що на сьогодні немає ні єдиної «найкращої» системи показників, ні універсального підходу [11], що, зокрема, є й наслідком розмитості та багатовимірності змісту і сенсу наукових і науково-прикладних результатів. У той же час перед структурами політики та менеджменту у сфері науки, а також перед самими вченими постійно постають завдання уточнення того, на що саме і яким чином варто спрямовувати НДР, як поєднати якість та корисність їх результатів у когнітивному, економічному та соціальному вимірах. Виходячи із наявних напрацювань фахівців, автори роботи намагатимуться їх доповнити у напрямі вдосконалення показників щодо оцінювання НДР із економічних позицій, однак не абстрагуючись від когнітивних і комунікативних аспектів їх результатів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Х. Холландерс [12] розглядає перелік показників та методологічні аспекти так званого «Європейського інноваційного табло», яке забезпечує порівняльну оцінку НДР та інноваційні показники держав-членів ЄС. У чотирьох розділах і десяти підрозділах табло представлено 27 показників. Зокрема, розділ «Рамкові умови» охоплює: людські ресурси (3 показники), привабливі дослідницькі системи (3 показники), сприятливе для інновацій середовище (2 показники). Підрозділ «Привабливі дослідницькі системи» містить показники кількості спільних міжнародних наукових публікацій, найбільш цитованих публікацій та іноземних докторантів. Серед показників розділу «Інвестиції» – витрати GOVERD, BERD і венчурного капіталу. Для кожного року складається зведений індекс інновацій, що обчислюється як незважена середня величина перерахованих балів для всіх показників, де всі показники мають однакову вагу (1/27, якщо дані доступні для всіх 27 показників).

При розгляді різних критеріїв та показників економічного зростання у документі Єврокомісії зазначається, що країни з високим рівнем доходу демонструють сильну і позитивну кореляцію між зростанням загальної факторної продуктивності (*total factor productivity*) та BERD [13], оскільки їх здатність до інновацій і технологічний прогрес є основними рушіями підвищення продуктивності. Однак вказується, що це неправильно для країн ЄС із нижчим та середнім рівнем доходу, де інші фактори можуть сприяти зростанню продуктивності, наприклад, покращення ділового середовища.

Інноваційні показники у країнах Євросоюзу мають значну неоднорідність [14]. Розподіл інвестицій у НДР за секторами демонструє великі відмінності між країнами Євросоюзу, зокрема у регіонах центральної, східної та південно-східної Європи. Приватні інвестиції в НДР відіграють меншу роль у цих країнах, ніж у середньому для країн Євросоюзу, а іноземне фінансування та державні витрати на НДР відіграють набагато більшу роль. Низька загальна якість науково-технологічних систем країн також заважає підвищенню інноваційних показників. При представленні процесів перетворення інвестицій у НДР на досконалі наукові результати використовуються показники частки публікацій серед 10 % найбільш високоцитованих [14, с. 17].

Дослідження у статті І. Шаровської [15] ґрунтується на використанні динамічної регресійної моделі панельних даних, узагальненого методу моментів. Наведені результати підтверджують позитивний та статистично значущий вплив державних витрат на НДР, які є головним рушієм економічного зростання протягом аналізованого періоду. Авторка вважає, що вплив відповідних видатків бізнесу є меншим. Традиційні показники зростання, такі як більша частка кваліфікованих людських ресурсів та вища інтенсивність інвестицій, також мають позитивні впливи, у моделях використовуються показники частки активного населення. Серед використовуваних показників витрат на НДР – GERD, GOVERD, BERD, витрати у сфері вищої освіти (*Higher Education Expenditure on R&D* – HERD). Співвідношення показників збалансовується за допомогою коефіцієнтів.

У роботі Т. Скрінджарік [16] ставилося завдання оцінити віддачу від державних інвестицій у науку, технології та інновації з позицій порівняння макроекономічної перспективи країн. Для оцінювання використовувались Аналіз охоплення даних (*Data envelopment analysis – DEA*) і такі показники: GOVERD, BERD і HERD на душу населення, загальний персонал НДР і дослідники у відсотках до загальної чисельності зайнятих; кількість публікацій у журналах певної категорії на мільйон жителів країни; заявки на патенти Європейського патентного відомства на мільйон жителів; відсоток високотехнологічного експорту від загального обсягу експорту у секторах вищої освіти, бізнесу та у державному секторі.

У публікаціях Р. ван Елка зі співавторами [17, 18] емпірично оцінювався макроекономічний взаємозв'язок між GOVERD та зростанням продуктивності економіки країн. Автори вказують, що прогнозоване зростання від державних інвестицій [18, с. 77] не є однозначно позитивним. Відмінності в очікуваній віддачі від GOVERD можуть бути головним чином пов'язані із використанням різних типів моделей, а не з різними зразками або припущеннями у межах цих моделей. Зазначено, що важко визначити економічну віддачу від GOVERD за макроекономічними підходами [18, с. 79]. Результати наукових досліджень не є однорідними, оскільки інвестиції стосуються різних галузей і видів досліджень. Взаємозв'язок витрат на НДР з економічним зростанням є непрямим і довгостроковим, а основний механізм включає багато складних взаємодій з іншими суб'єктами інноваційної системи. У роботах аналіз на макроекономічному рівні фокусувався безпосередньо на впливі науки на економічне зростання, однак, на думку самих авторів, було отримано лише обмежене розуміння відповідних процесів. Крім того, коливання рівня GOVERD та сильна кореляція з іншими факторами поставили під сумнів результати проведеного емпіричного аналізу.

Результати досліджень Р. ван Елка зі співавторами [17, 18] свідчать про те, що GOVERD не дають автоматичної віддачі з точки зору зростання економіки чи продуктивності. Результат залежить від національного контексту, в якому інституції та державна політика відіграють важливу роль. Отже, на думку авторів, замість того, щоб оцінювати лише абсолютну грошову вартість державних інвестицій, було б корисно дізнатися більше про оптимальні способи витрачання державних коштів. Відзначено, що мікроекономічні оцінки можуть дати уявлення про ефективність конкретних установ чи заходів наукової політики, але вони також за своєю природою часто фокусуються на вузькому контексті, що ускладнює одержання повних результатів.

При аналізі проблем прийняття рішень в умовах несумірних цілей, конкуруючих альтернатив та суперечливих інтересів широко використовуються методи ієрархічного зважування. Однак, за наявності кількох суперечливих або несумірних цілей, єдиного найкращого рішення, як правило, не існує, тому потрібно зважувати різні критерії для знаходження оптимального компромісу [19]. Як відзначає П. Глакмен, коли оцінки результатів науки та їх впливу поєднуються в одній системі показників, виникають проблеми, і задля оцінки потенційного та фактичного впливу можуть знадобитися нові метрики та критерії [20].

Аналіз публікацій підтверджує, що на сьогодні не визначено найкращої системи показників, складові якої повно і несуперечливо характеризували б економічний ефект від фінансування НДР на макро- та мезорівнях, що конче потрібно задля визначення методів і засобів стимулювання

та забезпечення розвитку науки в країнах і окремих секторах соціально-економічних систем. Це свідчить про доцільність продовження пошуку економічних і фінансових показників, засобів оцінювання результативності науки, що є цілком актуальним і для державної політики та менеджменту у нашій країні.

**Метою статті** є продовження пошуку шляхів вирішення проблеми оцінювання на макrorівні систем досліджень і розробок за допомогою економічних показників, зокрема таких, що могли б бути корисними для вирішення завдань вдосконалення наукової політики та менеджменту в Україні.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Можливо, одним із основних економічних показників результативності проекту НДР можна було б вважати відображення у ціні корисності одержаного нового знання мінус витрати коштів на його створення. Однак головними зауваженнями до наведеного є те, що:

- витрати на проект НДР мають суттєві підстави не збігатися зі справжньою вартістю, так би мовити, «усіх» або хоча б «суттєвих для певного випадку» досліджень, які мали наслідком створення відповідного фрагменту знань, зокрема саме конкретними виконавцями досліджень та у відповідному організаційному контексті;

- ринкова або будь-яка інша ціна створеного фрагменту знань на момент завершення проекту НДР навряд чи відповідатиме його «справжній» економічній корисності, оскільки остання у загальному випадку є лише очікуваною й потенційно можливою, підлягає більш ретроспективному оцінюванню у майбутньому, ніж прогностичному сьогодні.

Так само, на рівні країн та їх секторів дуже корисними, а можливо – й головними, могли б бути економічні показники результативності НДР, що представляли б різницю, а також відношення між сумою цін фрагментів одержаного нового знання і витрат на їх створення. Однак обчислення обох зазначених складових може бути лише приблизним, занадто складним або неможливим. Доведеться погодитись на обмежений облік створення попередніх знань та на експертні оцінки щодо очікуваного використання новостворених.

Навіть якщо погодитись на потенційну приблизність отримуваних економічних оцінок, наприклад на макrorівні економічних показників, з'ясується, що сучасна статистика (наприклад – статистика ЮНЕСКО [8]) щодо GERD, GOVERD, BERD, HERD тощо не представляє окремо ні сум вартості проектів НДР, ні сум цін, за які відбулися купівля-продаж усіх створених нових знань, дослідних зразків, технологій та інших форм представлення наукових і науково-прикладних результатів. І за відсутністю даних безпосереднього оцінювання, яка має суттєві підстави, доводиться користуватися наявними показниками світової статистики, враховуючи їх фінансову конкретність, але когнітивно-економічну приблизність, навіть умовність.

Аналіз літератури вказує на наявність багатьох підходів, у яких обґрунтовується адекватність обраних показників когнітивним, економічним, комунікативним та іншим критеріям щодо оцінювання результатів НДР. Однак схеми та системи оцінювання часто використовують представлення у показниках не властивостей форм і змісту знання та інформації, а оперують кількістю вторинних засобів, у яких когнітивні сутності матеріалізовано – статей і цитувань, патентів тощо. Поєднання у комплексних показниках первинних економічних складових (обсягів фінансування) із вторинними когнітивними віддаляє форми оцінки від сутності процесів.

Як свідчать результати досліджень і нормативно-правові документи [11, 21–23], кількість публікацій і цитувань у фахових наукових журналах, особливо таких, що обліковуються у міжнародних базах даних Скопус і Веб оф Сайнс, залишаються вживаними показниками, що претендують на статус наукометричних. Традиційною мотивацією є те, що статті для того, щоб бути опублікованими у відповідних журналах, мають містити нові наукові результати, що повинно засвідчуватися рецензуванням незалежних вчених-експертів. Що стосується цитувань, то вони вважаються такими, що підтверджують корисність змісту публікацій для фахової наукової спільноти.

Однак стосовно цих показників мають місце і зауваження. У достатньо загальному плані, зокрема й у статистичному вимірі, залишається сумнівним те, що декілька публікацій завжди мають більшу наукову цінність та представляють більш важливий науковий результат, ніж одна. Що стосується цитувань, то відомі узагальнюючі дослідження, наприклад, робота Л. Борнманна і Х.-Д. Денієла [10], в яких показано, що вчені цитують публікації інших фахівців далеко не лише тому, що їхні результати є корисними для них саме із позицій пізнання, запозичення даних та інформації.

Розглянемо питання використання кількостей публікацій і цитувань, порівнюючи окремі бібліометричні та економічні показники НДР на макrorівні для України і Польщі (таблиця 1).

Таблиця 1 – Фінансування НДР, публікації (П) та цитування (Ц) у журналах, що обліковуються у Скопус

		2011 р.	2013 р.	2016 р.	2018 р.	
Україна	GERD*	2,49	2,57	1,41	1,46	
	Витрати на соціальні науки*	0,13	0,13	0,05	0,06	
	Усі галузі науки	П	8381	10181	11281	14115
		Ц	82105	71152	65069	29131
	Економіка, економетрика, фінанси	П	30	568	489	338
		Ц	172	520	528	605
	Бізнес, менеджмент, облік	П	32	71	684	1088
		Ц	97	295	1748	1873
Соціальні науки**	П	102	365	726	875	
	Ц	784	2413	1663	1068	
Польща	GERD *	5,24	6,30	7,72	10,70	
	Витрати на соціальні науки*	0,31	0,40	0,56	n/d	
	Усі галузі науки	П	33360	39644	47425	51181
		Ц	431714	446055	357424	142036
	Економіка, економетрика, фінанси	П	226	419	663	759
		Ц	1331	2060	2319	1218
	Бізнес, менеджмент, облік	П	538	489	989	1130
		Ц	2895	3218	4365	2056
Соціальні науки**	П	1373	1685	3025	3719	
	Ц	6776	8397	9749	5307	

\*витрати у млрд. одиниць із паритетною купівельною спроможністю у цінах 2005 р. [8]

\*\*статистика SCImago [9] щодо публікацій та цитувань представляє економічні та соціальні науки окремо, тоді як статистика ЮНЕСКО [8] щодо фінансування поєднує їх

Складено авторами за: [8, 9]

Дані у таблиці 1 свідчать про позитивну динаміку показників науки у Польщі. Це, за даними ЮНЕСКО [8], стосується й чисельності дослідників. Витрати на НДР у Польщі за 2011 – 2018 рр. зросли у 2,04 разу, кількість публікацій – в 1,53. Відношення витрат на соціальні науки у 2016 р. до аналогічних у 2011 р. – 1,81, тоді як кількість публікацій збільшилась у 2,19 разу. Таким чином, спостерігається загальна позитивна динаміка показників, однак, простої лінійної залежності між ними немає.

Не складно побачити, що зростання кількості публікацій вчених України, особливо у галузі соціально-економічних наук, відбувається усупереч зменшенню фінансування НДР. Статистичні дані ЮНЕСКО [8] також засвідчують скорочення чисельності дослідників в Україні, зокрема й у галузі соціально-економічних наук. Останнє ставить під сумнів те, що значне зростання кількості публікацій у цих галузях знань свідчить про відповідне збільшення обсягів та якості одержаних наукових результатів за наведений період, і це відбувається усупереч зменшенню фінансування та кадрового наукового потенціалу. Зростання кількості наукових публікацій у Скопус можна пояснити значною мірою тими вимогами, що встановлюються нормативно-правовими документами країни для осіб, які претендують на присудження їм наукових ступенів і присвоєння вчених звань [22, 23]. З наведеного випливає, що на макрорівні динаміка бібліометричних показників публікацій має підстави не збігатися зі змінами людського потенціалу та фінансування досліджень, а фактично кількості публікацій та цитувань не є еквівалентами ні когнітивних здобутків, ні економічних результатів.

Спірним є питання щодо строгої кореляції між зростанням GERD, кількості дослідників у еквіваленті повного робочого часу та кількості публікацій у Скопус на інтервалі 2011 – 2018 рр. для потужних країн [8, 9], в яких (окрім КНР) процес розвитку науки та інновацій є більш стабільним. Так, у США показник GERD за 2011 – 2018 рр. зріс в 1,20 разу, відношення чисельності дослідників збільшилося в 1,14, кількість публікацій зросла в 1,12 разу. Для КНР, відповідно: 1,99; 1,42; 1,54. Велика Британія: 1,19; 1,23; 1,22. ФРН: 1,23; 1,28; 1,18. Франція: 1,09; 1,23; 1,12.

Процеси функціонування науки набагато більш складні, багатовимірні й далеко не завжди безпосередньо визначаються лише фінансуванням, хоча, за інших рівних умов, саме фінансування й ефективне використання кадрового наукового потенціалу мають підстави виступати головними чинниками. Однак показники публікацій і цитувань, які є вторинними відносно основного наукового результату – нового наукового знання, суттєво залежать від того, яку роль їм відводять суспільство та система менеджменту науки як певного «еквіваленту» результативності.

Таким чином, є достатні підстави вважати, що бібліометричні показники не можна розглядати ні як еквівалент макроекономічних, ні як такі, що адекватно представляють головний зміст наукового результату як складної та багатовимірної сутності. І кількість публікацій, і кількість цитувань, і різні індекси, що можуть створюватися на їх основі, являють собою певний когнітивно-комунікативний результат, але лише за умов належного опрацювання змісту кожного твору та його ефективного використання задля пізнання та інноваційно-економічних цілей. Окрім цього, що підкреслюється прикладом використання показників кількості наукових публікацій в Україні [11], вони набувають власного значення у складі критеріїв одержання наукових ступенів і вчених звань як засобів отримання особами наукових і науково-педагогічних посад та додаткових коштів. У цих умовах складно вважати ці бібліометричні показники такими, що адекватно становлять наукометричну цінність у сенсі створення нового наукового знання та відображають економічні процеси виробництва товарів і реалізації наукового кадрового потенціалу.

У макроекономічному аналізі сфери наукової та науково-технічної діяльності традиційно використовуються показники GERD та GDP. За першим показником Україна у 2014 – 2018 рр. поступалася Угорщині, а у 2017 – 2018 рр. – і Румунії. Розрив показників GERD потужних держав і України є дуже значним. Так, у 2018 р. витрати на НДР у млрд. одиниць паритетної купівельної спроможності (PPP\$) у цінах 2005 р. становили [8]: КНР – 439,02; США – 460,58; ФРН – 99,99; Франція – 48,88; Велика Британія – 40,24; Польща – 10,70; Угорщина – 3,26; Румунія – 1,61; Україна – 1,46. Відношення GERD до GDP у 2018 р. становило [9]: КНР – 2,19 %; США – 2,84 %; ФРН – 3,09 %; Франція – 2,20 %; Велика Британія – 1,72 %.

Наведемо також для порівняння показники окремих країн Східної Європи, зміни у фінансовому забезпеченні науки в яких надають цікаві приклади. Так, відношення GERD до GDP у 2018 р. по країнах становило: Польща – 1,21 (у 2013 р. – 0,87; у 2015 – 1,00; у 2017 – 1,03); Угорщина – 1,55 (у 2013 р. – 1,39; у 2015 – 1,36; у 2017 – 1,35); Румунія – 0,51 (у 2013 р. – 0,39; у 2015 – 0,49; у 2017 – 0,51). Доводиться констатувати, що для України ці відношення є наступними: у 2013 р. – 0,76; у 2015 – 0,61; у 2017 – 0,45; у 2018 – 0,47 [8].

Економічні показники на макрорівні GERD та їх відношення до GDP можуть бути корисним інструментом державної політики у сфері науки, однак вони дуже віддалено свідчать про результативність досліджень і розробок. Фінансування за джерелами GOVERD також може здійснюватися не на засадах замовлення економічно корисних результатів, а з позицій більш загальних завдань, зокрема й соціально-культурного характеру. Так, якщо GOVERD здійснюється на засадах «базового» або «інституціонального» механізмів [24], державні структури можуть не вимагати реалізації проектів створення прикладних результатів, розробок і технологій, товарів і послуг. Частина «базового» фінансування спрямовується на виконання фундаментальних досліджень, які безпосередньо не передбачають економічно визначеного прикладного результату. Більш того, навіть якщо йдеться про державні програми та проекти НДР, вони далеко не завжди фінансуються за схемами сплати коштів за завершений економічно корисний результат. У той же час підприємства промисловості та підприємництво як економічно вмотивовані замовники, як правило, обумовлюють фінансування НДР вимогами одержання їх виконавцями конкретних результатів, що мають бути складовими інноваційних циклів створення та реалізації товарів і послуг.

Наведені міркування можуть свідчити про те, що зі спектра витрат на НДР, які представлені у базі статистичних даних ЮНЕСКО [8], витрати BERD певною мірою можуть кваліфікуватись і як фінансування виконання робіт, і як кошти за отримуваними прикладні економічно корисні результати. На нашу думку, хоча BERD є лише частиною GERD, вони змістовно найбільш близькі до представлення на макрорівні економічної корисності результатів НДР, наближені до виробництва і реалізації товарів. Тобто показник BERD більш пов'язаний з економічною корисністю результатів НДР [11, 21], ніж GOVERD, HERD і, власне, GERD.

Корисними виявляються не лише наведені статистикою ЮНЕСКО показники, а й їхні співвідношення, зокрема, відношення GOVERD як до GERD у цілому, так і до його складових. Якщо

показники BERD певною мірою представляють економічну корисність науково-прикладних результатів, то відношення BERD/GERD також відображає й орієнтацію системи НДР країни на забезпечення потреб економіки та технологічного розвитку, її інноваційну спрямованість.

У таблиці 2 показники КНР, США, ФРН та Франції свідчать про значний попит промисловості та підприємництва на результати НДР і стабільну співпрацю науки й бізнесу. Велика Британія відома тим [11], що продовжує стимулювати обмін знаннями між вченими та підприємництвом, зокрема у межах концепції підприємницьких екосистем.

Таблиця 2 – Відношення BERD до GERD

	2011	2013	2015	2017
КНР	0,74	0,75	0,75	0,76
США	0,58	0,61	0,63	0,62
ФРН	0,66	0,65	0,66	0,66
Франція	0,55	0,55	0,54	0,56
Велика Британія	0,46	0,46	0,50	0,54
РФ	0,28	0,28	0,26	0,30
Польща	0,28	0,37	0,39	0,53
Румунія	0,38	0,32	0,38	0,55
Україна	0,27	0,29	0,41	0,30
Угорщина	0,48	0,47	0,50	0,53

Складено авторами за даними ЮНЕСКО [8] від 22.02.2021

Другу групу представляють країни, в яких в останні три десятиліття відбулася трансформація економічних систем, і які досягли різних результатів у співпраці науки та промисловості й підприємництва. Наведене відношення для трьох із цих країн у 2017 р. перевищує 0,5 і вони наблизились до показників розвинених країн Західної Європи. Фінансування та результативність науки РФ характеризуються специфічною ситуацією. З одного боку, у цій країні достатньо значні витрати GOVERD (у 2017 р. – 16,33 млрд. PPP\$, у цінах 2005 р. за даними від 22.02.2021), що перевищують відповідні у Франції (15,61 млрд.) та у Великій Британії (10,16 млрд.), однак менші, ніж у ФРН (26,83 млрд.) [8]. З іншого, BERD у РФ значно менше, ніж у наведених у таблиці 2 п'яти економічно потужних держав.

Що стосується України, то її показники підтверджують невисокий попит вітчизняних підприємств на прикладні результати. Відомо [11], що у системі НДР Україні бракує коштів на доведення цих результатів до відповідності вимогам конкурентоспроможних виробництв, варто констатувати обмеженість як трансферу технологій, так і заходів щодо двостороннього обміну знаннями між вченими і підприємництвом.

GOVERD [8] України у 2017 р. (0,64 млрд. PPP\$, у цінах 2005 р. за даними від 20.03.2021) був у 5,2 разу нижчим, ніж у Польщі (3,33 млрд.) і нижчим за відповідний в Угорщині (0,85 млрд.). Разом GOVERD і відношення BERD до GERD вказують на неефективне використання системи НДР в Україні. Доводиться констатувати, що у трикутнику «влада – промисловість і підприємництво – система НДР» проблеми стимулювання та забезпечення науки, її результативності задля економіки та суспільства в Україні вирішуються лише фрагментарно.

На нашу думку, дані таблиці 3, що представляють показник відношення BERD до різниці GERD мінус BERD, є ще більш переконливими.

Таблиця 3 – Відношення BERD/(GERD-BERD)

	2011	2013	2015	2017
ФРН	1,91	1,89	1,91	1,96
Польща	0,39	0,60	0,64	1,11
Румунія	0,60	0,45	0,59	1,19
Україна	0,37	0,41	0,67	0,43
Угорщина	0,90	0,88	0,99	1,11

Складено авторами за даними ЮНЕСКО [8] від 20.03.2021

Як відомо, важливе місце у системі економічних показників розвитку науки у країнах належить відношенню GERD до кількості дослідників, зокрема у розрахунку на одного дослідника в еквіваленті повного робочого часу. Дані таблиці 4 засвідчують вкрай обмежене фінансування діяльності дослідників в Україні, фактично – тривалу відсутність належного фінансового забезпечення науки.

Таблиця 4 – GERD у розрахунку на одного дослідника в еквіваленті повного робочого часу, тис. одиниць із паритетною купівельною спроможністю у цінах 2005 р.

	2011	2013	2015	2017	2018
КНР	167,5	194,1	211,0	232,2	235,3
США	305,2	301,9	301,6	310,7	309,9
ФРН	239,9	233,5	228,9	230,6	230,8
Велика Британія	134,9	129,1	130,2	134,9	130,2
РФ	47,6	51,7	53,6	60,1	55,6
Франція	180,4	174,4	172,5	162,9	159,5
Польща	81,8	88,2	94,4	75,8	90,8
Румунія	74,4	53,0	76,2	87,9	93,3
Україна	43,4	48,9	40,7	31,8	34,9
Угорщина	89,5	96,5	101,0	94,8	103,8

За даними ЮНЕСКО [8] від 22.02.2021

Однак слід відзначити, що використання цього питомого показника вимагає однакових норм для країн стосовно розрахунків і збору статистичних даних щодо дослідників, зокрема за сумісництвом чи контрактом. Окрім цього, можуть мати місце різні підходи щодо того, яку саме діяльність вважати дослідженнями та розробками і як враховувати внесок осіб, що виконують споріднені науці види діяльності. Зокрема, статистика щодо дослідників у секторі вищої освіти України викликає певні сумніви.

Відповідно до Закону України «Про наукову і науково-технічну діяльність» [25]: «вчений – фізична особа, яка проводить фундаментальні та (або) прикладні наукові дослідження і отримує наукові та (або) науково-технічні (прикладні) результати». Наведене за змістом значною мірою збігається із поняттям «дослідник» у Керівництві Фраскати [26, с. 162]. З другого боку, «науково-педагогічний працівник – це вчений ...» відповідно до зазначеного закону [25], а тому кожний викладач закладів вищої освіти фактично повинен виконувати функції дослідника. Статистичні дані не підтверджують реалізації цієї норми у секторі вищої освіти України. Більш того, вони дещо нижчі за очікувані [21].

Звернемо увагу на суттєві кількісні розбіжності. Так, за статистичними даними, у секторі вищої освіти України у 2017 р. – 15 147 дослідників, у 2018 – 14 041 [7, 8], тоді як кількість викладачів у 2017 р. – 159 729, у 2018 – 156 337 [8]. Якщо кількість дослідників у секторі вищої освіти має враховувати і штатних наукових працівників, і діяльність аспірантів та докторантів (в окремих випадках – і магістрантів [26]), а також викладачів-дослідників, то наведені дані викликають певні сумніви у контексті дещо інших співвідношень показників східноєвропейських країн. Наприклад, якщо порівняти дані України і Польщі, кількість дослідників у секторі вищої освіти останньої (у 2017 р – 111 163) більша за відповідну в Україні у понад сім разів. Навряд чи збігаються методи і засоби формування показників кількості дослідників у секторі вищої освіти України із підходами щодо їх визначення в Угорщині (17 324), Румунії (15 523), Литві (11 988), які мають у 6–12 разів менше викладачів у закладах вищої освіти.

**Дискусія та висновки.** Проблематичність оцінювання й стимулювання науки як виду діяльності, якості та корисності НДР значною мірою пов'язана із тим, що їх головний результат – нове наукове знання – має багатовимірний вплив на економіку, суспільство та мислення.

У нашому дослідженні увагу зосереджено на тому, яким чином сьогодні оцінюється на макрорівні економічна складова результатів НДР. Для того щоб говорити про економічний результат цієї діяльності, варто усвідомлювати нове наукове знання як товар. Однак тут мають місце складнощі з тим, що знання, відповідно до класичних уявлень епістемології [27], виступає як «виправдане істинне переконання». Первинним результатом НДР виступає знання, інформація і дані у ментальній формі, так би мовити, ментальний зміст, «матерія мислення» у розумі людини.

Натомість для обміну, використання, продажу знання стає доступним лише у вигляді своїх інтерпретацій як сукупностей знаків, у формах даних та інформації [11, 28] на матеріальних носіях. По суті, не саме по собі нове наукове знання, а його матеріальне представлення у вигляді наукової та науково-технічної інформації можна замовити за кошти, придбати і використати в інноваційному циклі створення новітніх технологій, товарів та послуг. Враховуючи те, що трансфер та обмін знаннями здійснюються за посередництвом матеріальних носіїв, а засобами інтерпретації знаків, символів, образів виступають мови у контексті культури і соціально-економічних відносин, економічні аспекти «виробництва» та «споживання» знань стають не такими прозорими, як у випадку матеріальних товарів. Економічний агент може замовити створення потрібних йому знань (у формі інформації як матеріального представлення знаків та образів) за певні кошти. Проте оцінювання економічного ефекту від використання знань (а насправді – матеріальної репрезентації інформації) через створені на їх основі товари та послуги є непрямим. Тому, дуже спрощено, як економічні показники може бути доцільним використовувати кошти, за які відбувається замовлення НДР, а за можливістю – й ринкові ціни на когнітивний продукт.

Тлумачення BERD як коштів замовників, що використовуватимуть результати НДР у промисловості та підприємстві для створення та реалізації товарів і послуг, виглядає достатньо вмотивованим. Натомість, використання GOVERD задля оцінювання результативності НДР, на нашу думку, не має однозначного мотивування. Частина витрат державного бюджету взагалі стосується фундаментальних досліджень та інституціонального [24] функціонування наукових установ. Останнє у низці країн відбувається на засадах «фінансування досліджень, що ґрунтується на результативності» (*performance based research funding* [29]) і, за сучасним визначенням, не представляє ні замовлення конкретних результатів, ні ціну їх «купівлі». Навіть якщо йдеться про гранти, науково-технічні програми й проекти у складі GOVERD, фінансування з боку держави не означає, що саме вона буде тим замовником, який використовуватиме одержані знання безпосередньо при створенні товару та послуги. Дійсно, у складі GOVERD має місце так зване «державне замовлення», а певна частина результатів НДР безпосередньо використовується органами державної влади. Однак сьогодні не існує загальнодоступної міжнародної статистики щодо розмежування таких витрат у GOVERD, BERD або у GERD у цілому.

Звернемо увагу на те, що частина витрат BERD також може не стосуватися безпосередньо замовлення створення нових науково-технологічних знань. Ця частина витрат не представлена окремо у проаналізованих джерелах статистики, що є певним обмеженням наших досліджень. Разом із тим, і самі витрати BERD мають певний подвійний сенс. З одного боку, це кошти на виконання проектів, здійснення діяльності щодо створення знань. З другого боку, частина з них – це певна ціна одержуваних знань, яка, однак, не дорівнює повній вартості їхнього створення. Разом із тим, задля уникнення невизначеності і замовники, і виконавці, як правило, користуються припущенням, що вартість створюваних знань (матеріалізованих у формі інформації на носіях) у межах конкретного проекту досліджень дорівнює вартості виконання відповідного проекту. Певною мірою враховуючи це і не маючи інших статистичних даних, ми використовуємо BERD і у загальних витратах на науку країн, і у складовій, що представляє вартість отриманих результатів.

Наведене надає підстави вважати достатньо корисним показник відношення BERD до GERD (або до різниці GERD мінус BERD) для оцінювання на макрорівні економічної складової корисності результатів, зважаючи на те, що світова та вітчизняна статистика не надає безпосередніх даних для обчислення відношення ціни та/або ринкової вартості загальних та/або секторальних результатів НДР до відповідних витрат на них.

Використання цього показника у нашому аналізі статистики ЮНЕСКО та вітчизняних джерел вказує на те, що за цим показником системи науки країн можуть бути оцінені і порівняні із позицій економічної корисності НДР, а наведені оцінки значною мірою відповідають загальним уявленням щодо ефективності систем науки, а певною мірою – й національних інноваційних систем країн. Так, одним із наших висновків є те, що система науки України має не лише суттєво обмежене фінансування НДР із загального фонду державного бюджету і не тільки проблему скорочення чисельності дослідників і негативну трансформацію кадрового наукового потенціалу, а й порівняно невисоку ефективність обміну знаннями із промисловістю та підприємством.

У нашій роботі підтверджується те, що бібліометричні показники кількості публікацій та цитувань не представляють результатів НДР із позицій їх економічної корисності та якості, вартості одержуваних знань у формі товарів та послуг. На нашу думку, ці показники представляють

певну бібліометричну, комунікативну цінність. Лише за дотримання норм щодо наявності нових наукових знань у публікаціях, а також за певних умов розмежування цитувань (посилань) бібліометричні показники можуть, швидше, не безпосередньо мати, а представляти й пізнавальну (когнітивну) цінність. Проте вони, завдяки встановленню певних норм у суспільстві, можуть набувати й власної соціальної цінності, впливати на економічні складові. Однак це більше стосується цінності знань, що представлені у конкретній публікації, а також конкретного цитування, якщо воно засвідчує корисність сприйнятого матеріалу. Дослідження проблематики оцінювання публікацій та цитувань свідчить про те, що їх кількість далеко не є еквівалентом когнітивної, економічної та соціальної корисності. І навіть комунікативна корисність як відображення ефективності передачі знань від автора до читача далеко не завжди більша у двох статтях, ніж в одній, у двох цитуваннях, ніж в одному.

Оригінальність нашого підходу певною мірою пов'язана із тим, що автори або обмежуються показниками, що мають економічний зміст, або використовують їх співвідношення, уникаючи зіставлення та поєднання несумірних сутностей. Наведений аналіз публікацій вказує на те, що автори інших моделей та підходів з оцінювання часто оперують складними величинами, [1, 13–18], індексами й «табл» [12], що представляють предмет моделювання у різних вимірах, однак інколи недостатньо враховують несумірність показників, що стає суттєвим для висновків.

Напрацьовуючи наш підхід, ми також намагались уникати підміни одних сутностей іншими, когнітивних – економічними тощо, а також занадто сильних спрощень реальних суспільно-економічних процесів. Окремі автори сучасних досліджень [17, 18] зазначають те, що використані ними економічні моделі вичерпно не представляють результативність НДР у країнах, мають місце невраховані чинники. Дані у нашій таблиці 1 вказують на невідповідність кількості статей і цитувань динаміці фінансування НДР та чисельності дослідників. Праці фахівців [10] та наші дослідження [11] доводять, що бібліометричні показники не обов'язково представляють навіть когнітивні аспекти одержаного знання, його оригінальність і ґрунтовність, а більше говорять про певну комунікативну цінність публікацій, що потребує уточнень.

Оригінальність нашого підходу оцінювання результативності НДР також пов'язана із тим, що ми намагаємося дотримуватись коректного представлення знань та інформації відповідно до наявних уявлень про них, сучасних теорій та концепцій. Зокрема, автори вважають, що доцільно оперувати поняттями знань на основі уявлень класичної епістемології, а інформації – як засобу ментально-матеріальних когнітивних комунікацій.

Обмеженням нашого дослідження є опрацювання результатів лише певного спектра досліджень, використання лише бази даних ЮНЕСКО [8] та вітчизняної державної статистики [7]. Предметом подальших досліджень може бути уточнення економічних аспектів результативності наукової та науково-технічної діяльності, вдосконалення системи показників і засобів стимулювання розвитку науки із їх використанням.

#### Список використаних джерел

1. Leydesdorff L., Wagner C. Macro-level indicators of the relations between research funding and research output. *Journal of Infometrics*. 2009. Vol. 3. No. 4. P. 353–362.
2. Kuhn T. *The structure of scientific revolutions*. 2-nd ed. Enl. Chicago, 1970. 222 p.
3. Lacatos I. *The methodology of scientific research programmes*. Cambridge University Press, 1978. 257 p.
4. Vercalsteren A., Christis M., Van Hoof V. *Indicators for a circular economy*. Report. Belgium: Vlaanderen Circular, 2018. 42 p.
5. Hollanders H., Es-Sadki N., Merkelbach I., Khalilova A. *European innovation scoreboard 2020*. Report of the European Innovation Scoreboard project, Brussels, European Commission, 23 June 2020. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020. 98 p.
6. Erken H., Donselaar P., Thurik R. Total factor productivity and the role of entrepreneurship. *J. Technol. Transfer*. 2018. No. 43. P. 1493–1521.
7. *Наукова та інноваційна діяльність України: стат. зб. 2019 / Держ. служба статистики України*. Київ, 2020. 100 с.
8. UIS stat. UNESCO statistics. URL: <http://data.uis.unesco.org/> (дата звернення: 20.03.2021).
9. SCImago Journal & Country Rank. URL: <http://www.scimagojr.com/> (дата звернення: 09.03.2021).
10. Bornmann L., Daniel H.-D. What do citation counts measure? A review of studies on citing behavior. *Journal of documentation*. 2008. Vol. 64. No. 1. P. 45–80.

11. Порев С. М. Між наукою і грою. Політика досліджень, університети і підприємницькі екосистеми: монографія. Друге видання. LAP Lambert Academic Publishing, 205 с.
12. Hollanders H. European Innovation Scoreboard 2020: Methodology Report. Brussels: European Commission, 2020.
13. European Commission. Science, Research and Innovation Performance of the EU 2020. A fair, green and digital Europe. Luxembourg: Publication Office of the EU, 2020. 774 p.
14. Correia A., Bilbao-Osorio B., Kollar M., Gereben A., Weiss C. Innovation investment in Central, Eastern and South-Eastern Europe: Building future prosperity and setting the ground for sustainable upward convergence. EIB Regional Study, 2018. 38 p.
15. Szarowska I. Does public R&D expenditure matter for economic growth? GMM approach. *Journal of international studies*. 2017. Vol. 10. No. 2. P. 90–103.
16. Skrinjaric T. R&D in Europe: Sector decomposition of sources of (in) efficiency. *Sustainability*. 2020. Vol. 12. Issue 1432.
17. Van Elk R., Verspagen B., ter Weel B., van der Wiel K., Wouterse B. A macroeconomic analysis of the returns to public R&D investments. *CPB Discussion Paper*. 2015. 313. 34 p.
18. Van Elk R., ter Weel B., van der Wiel K., Wouterse B. Estimating the returns to public R&D investments: Evidence from production function models. *Economist*. 2019. No. 167. P. 45–87.
19. Engau A. Interactive decomposition-coordination methods for complex decision problems. In *Handbook of multicriteria analysis*, Zopounidis C., Pardalos P. M. (Eds.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010. P. 329–365.
20. Gluckman P. Which science to fund: time to review peer review? Office of the Prime Minister's Science Advisory Committee, Wellington, 2012. 11 p.
21. Порев С. М. Результативність та невикористані можливості університетської науки в Україні. *Світогляд*. 2020. Т. 15, № 3 (83). С. 3–10.
22. Про опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук: Наказ Міністерства освіти і науки України від 23.09.2019 р. № 1220. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1086-19#Text> (дата звернення: 10.03.2021).
23. Про затвердження Порядку присвоєння вчених звань науковим і науково-педагогічним працівникам: Наказ Міністерства освіти і науки України від 14.01.2016 р. № 13. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0183-16> (дата звернення: 10.03.2021).
24. Chang H. Peer review of the Ukrainian research and innovation system (Horizon 2020 Policy Support Facility). Luxembourg: Publications Office of the EU, 2016. 79 p.
25. Про наукову і науково-технічну діяльність: Закон України № 848-VIII, редакція від 16.10.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/848-19#Text> (дата звернення: 17.03.2021).
26. OECD. Frascati Manual 2015: Guidelines for collecting and reporting data on research and experimental development. The measurement of scientific, technological and innovation activities. Paris, 2015. 402 p.
27. Ichikawa J. J., Steup M. The analysis of knowledge. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, E. N. Zalta (Ed.), 2018. URL: <https://plato.stanford.edu/archives/sum2018/entries/knowledge-analysis/>
28. Mingers J., Stading C. What is information? Toward a theory of information as objective and veridical. *Journal of Information Technology*. 2018. No. 33. P. 85–104.
29. Zacharewicz T., Lepori B., Reale E., Jonkers K. Performance-based research funding in EU Member States – a comparative assessment. *Science and Public Policy*. 2019. Vol. 46. No. 1. P. 105–115.

### References

1. Leydesdorff, L., Wagner, C. (2009). "Macro-level indicators of the relations between research funding and research output", *Journal of Infometrics*, vol. 3, no. 4, pp. 353-362.
2. Kuhn, T. (1970). *The structure of scientific revolutions*, 2-nd ed., Enl. Chicago.
3. Lacatos, I. (1978). *The methodology of scientific research programmes*. Cambridge University Press.
4. Vercalsteren, A., Christis, M., Van Hoof, V. (2018). *Indicators for a circular economy*. Report. Belgium: Vlaanderen Circular.
5. Hollanders, H., Es-Sadki, N., Merkelbach, I., Khalilova, A. (2020). *European innovation scoreboard 2020, Report of the European Innovation Scoreboard project*, Brussels, European Commission, 23 June 2020. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
6. Erken, H., Donselaar, P., Thurik, R. (2018). "Total factor productivity and the role of entrepreneurship", *J. Technol. Transfer*, no. 43, pp. 1493-1521.
7. State Statistics Service of Ukraine (2020). "Scientific and innovative activities of Ukraine": stat. coll. 2019 ["Naukova ta innovatsiina diialnist Ukrainy": stat. zb. 2019], Kyiv [in Ukrainian].
8. UIS stat. UNESCO statistics, available at: <http://data.uis.unesco.org/> (accessed: March 20, 2021).
9. SCImago Journal & Country Rank, available at: <http://www.scimagojr.com/> (accessed: March 09, 2021).
10. Bornmann, L., Daniel, H.-D. (2008). "What do citation counts measure? A review of studies on citing behavior", *Journal of documentation*, vol. 64, no. 1, pp. 45-80.

11. Porev, S. M. (2019). *Between science & game. Research policy, universities and entrepreneurial ecosystems: monograph [Mizh naukoiu i hroiu. Polityka doslidzhen, universytety i pidpriemnytski ekosystemy: monohrafiia]*. LAP Lambert Academic Publishing [in Ukrainian].
12. Hollanders, H. (2020). *European Innovation Scoreboard 2020: Methodology Report*, Brussels: European Commission.
13. European Commission (2020). *Science, Research and Innovation Performance of the EU 2020. A fair, green and digital Europe*. Luxembourg: Publication Office of the EU.
14. Correia, A., Bilbao-Osorio, B., Kollar, M., Gereben, A., Weiss, C. (2018). *Innovation investment in Central, Eastern and South-Eastern Europe: Building future prosperity and setting the ground for sustainable upward convergence*, EIB Regional Study.
15. Szarowska, I. (2017). "Does public R&D expenditure matter for economic growth? GMM approach". *Journal of international studies*, vol. 10, no. 2, pp. 90-103.
16. Skrinjaric, T. (2020). "R&D in Europe: Sector decomposition of sources of (in) efficiency", *Sustainability*, vol. 12, iss. 1432.
17. Van Elk, R., Verspagen, B., ter Weel, B., van der Wiel, K., Wouterse, B. (2015). "A macroeconomic analysis of the returns to public R&D investments", *CPB Discussion Paper*, 313.
18. Van Elk, R., ter Weel, B., van der Wiel, K., Wouterse, B. (2019). "Estimating the returns to public R&D investments: Evidence from production function models", *Economist*, no. 167, pp. 45-87.
19. Engau, A. (2010). "Interactive decomposition-coordination methods for complex decision problems". In *Handbook of multicriteria analysis*, Zopounidis, C., Pardalos, P. M. (Eds.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 329-365.
20. Gluckman, P. (2012). *Which science to fund: time to review peer review?* Office of the Prime Minister's Science Advisory Committee, Wellington.
21. Porev, S. M. (2020). "Effectiveness and untapped opportunities of university science in Ukraine" ["Rezultativnist' ta nevykorystani mozhlyvosti universytets'koyi nauky v Ukrayini"], *Svitohlyad*, vol. 15, no. 3, pp. 3-10 [in Ukrainian].
22. "On the publication of results of dissertations for the degree of Doctor and Candidate of Sciences": Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine no. 1220, dated Sept. 23, .2019 ["Pro opublikuvannya rezultativ dysertatsiy na zdobuttya naukovykh stupeniv doktora i kandydata nauk": Nakaz Ministerstva osvity i nauky Ukrayiny vid 23.09.2019 r. № 1220], available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1086-19#Text> (accessed: March 10, 2021) [in Ukrainian].
23. "On approval of assignment of academic titles to scientific and scientific-pedagogical worker": Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine no. 13 dated Jan. 14, 2016 ["Pro zatverdzhennya Poryadku prysvoyennya vchenykh zvan' naukovym i naukovo-pedahohichnym pratsivnykam": Nakaz Ministerstva osvity i nauky Ukrayiny vid 14.01.2016 r. № 13], available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0183-16> (accessed: March 10, 2021) [in Ukrainian].
24. Chang, H. (2016). *Peer review of the Ukrainian research and innovation system* (Horizon 2020 Policy Support Facility). Luxembourg: Publications Office of the EU.
25. "On scientific and scientific-technical activities": the Law of Ukraine no. 848-VIII, edition of Oct. 16, 2020 ["Pro naukovu i naukovo-tekhnichnu diyal'nist'": Zakon Ukrayiny № 848-VIII, redaktsiya vid 16.10.2020], available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/848-19#Text> (accessed: March 17, 2021) [in Ukrainian].
26. OECD (2015). *Frascati Manual 2015: Guidelines for collecting and reporting data on research and experimental development. The measurement of scientific, technological and innovation activities*. Paris.
27. Ichikawa, J. J., Steup, M. (2018). "The analysis of knowledge", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, E. N. Zalta (Ed.), available at: <https://plato.stanford.edu/archives/sum2018/entries/knowledge-analysis/>
28. Mingers, J., Stading, C. (2018). "What is information? Toward a theory of information as objective and veridical", *Journal of Information Technology*, no. 33, pp. 85-104.
29. Zacharewicz, T., Lepori, B., Reale, E., Jonkers, K. (2019). "Performance-based research funding in EU Member States – a comparative assessment", *Science and Public Policy*, vol. 46, no. 1, pp. 105-115.

**S. N. Porev, S. R. Smolynets**

### **THE PROBLEM OF EVALUATION OF ECONOMIC EFFICIENCY OF SCIENCE AT THE MACRO LEVEL**

*The article is devoted to solving the problem of evaluating the effectiveness of research and development systems of countries with the help of economic indicators that could be useful for solving the tasks of improving scientific policy and management, in particular in Ukraine.*

*It is noted that the main ones could be economic indicators of the effectiveness of research and development, which would represent the difference and the relationship between the sum of the prices of fragments of new knowledge and the cost of their creation. However, it is shown that the calculation of both of these components can hardly be accurate enough, due to the nature of knowledge formation and the peculiarities of their use.*

*It is shown that the publications number in Ukraine, especially in the case of social and economic sciences, is improved contrary to the decrease of funding and reducing the number of researchers. The growth of a publications number in Scopus can be explained mostly by the norms of the state power documents, as regard to scientific reports, and the award of scientific degrees and the assignment of academic titles. It is proved that at the macro level bibliometric indicators of publications have grounds not to reflect changes in human scientific potential and research funding, and in fact they are not equivalent to either cognitive achievements or economic results.*

*Indicators representing the direct ratio of industrial and business expenditures to total R&D expenditures, as well as a modification in which industrial and business expenditures are attributed to the sum of all other expenditures, are proposed. We think these indicators to some extent could represent the orientation of the research and development system of the country to meet the needs of the economy and technological development, its innovative orientation.*

*The originality of the approach is that we either limit ourselves to indicators that have economic meaning, or use their ratios, avoiding the comparison and combination of incommensurable entities. We believe that in evaluating the results of research and development, it is advisable to operate with the concepts of fragments of knowledge based on the ideas of classical epistemology and information as a means of mental and material cognitive communication. When creating new combinations of known economic indicators of research and development, we mean that their main result is the resulting fragments of new scientific knowledge, rather than secondary forms of publications, citations, financial expenditures, which may be non-equivalent to the main results.*

**Keywords:** *indicators, results, macro level, expenditure, research and development, economic, cognitive.*

*Стаття надійшла до редакції 25.02.2021*

*Прийнято 12.03.2021*

DOI 10.24025/2306-4420.1.60.2021.227578

**Порев С. М.**, к.т.н., завідувач лабораторії проблем організації науки у вищих навчальних закладах, Інститут магнетизму НАН та МОН України  
e-mail: sn\_porev@ukr.net  
ORCID 0000-0001-6244-9194

**Porev S. N.**, Ph.D., head of the laboratory for problems of science organization in universities, the Institute of Magnetism of NAS and MES of Ukraine

**Смолинець С. Р.**, студентка, Інститут інформаційних технологій в економіці Київського національного економічного університету ім. В. Гетьмана  
e-mail: sonya14092002@gmail.com  
ORCID 0000-0001-7835-0981

**Smolynets S. R.**, student, the Institute of Information Technologies in Economics of Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman