

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 519.8

DOI: <https://doi.org/10.32840/1814-1161/2021-5-8>

Горбачук В.М.

доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник,
завідувач відділу інтелектуальних інформаційних технологій
Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова
Національної академії наук України

Гавриленко С.О.

магістр, науковий співробітник
відділу інтелектуальних інформаційних технологій
Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова
Національної академії наук України

Голоцуков Г.В.

магістр, науковий співробітник
відділу інтелектуальних інформаційних технологій
Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова
Національної академії наук України

Gorbachuk Vasyi

Doctor of Physics and Mathematics, Senior Research Associate,
Head of the Department of Intelligent Information Technologies
V.M. Glushkov Institute of Cybernetics of the NAS of Ukraine

Gavrilenko Serhii

Master, Research Associate
at the Department of Intelligent Information Technologies
V.M. Glushkov Institute of Cybernetics of the NAS of Ukraine

Golotsukov Hennadii

Master, Research Associate
at the Department of Intelligent Information Technologies
V.M. Glushkov Institute of Cybernetics of the NAS of Ukraine

АНАЛІЗ СКЛАДНИКІВ МІЖНАРОДНИХ РЕЙТИНГІВ ОСВІТНЬО-НАУКОВИХ УСТАНОВ УКРАЇНИ

ANALYSIS OF THE COMPONENTS OF INTERNATIONAL RANKINGS RESEARCH-EDUCATIONAL INSTITUTIONS OF UKRAINE

Практичне застосування показників, що використовуються в міжнародній системі експертизи, передбачено Законом України «Про наукову і науково-технічну діяльність» від 26 листопада 2015 р. З 2010 р. схвалені урядом Концепції розвитку електронного урядування в Україні помітно впливають на цифровізацію суспільства, зокрема на цифровізацію освітньо-наукових програм і відповідних установ. Цифровізація програмно-цільового планування та управління в ефективних корпоративних інформаційних системах стає важливим засобом глобальної конкуренції, зокрема конкуренції у високотехнологічних галузях. Станом на 2021 р. лише кілька відсотків освітньо-наукових установ України охоплюються апробованими світовими рейтингами, відбиваючи стан високотехнологічних

галузей України. Ретельна робота над міжнародними показниками науково-технічної діяльності на основі сучасних інформаційно-комунікаційних технологій є невід'ємною частиною організаційних зусиль в умовах глобальної конкуренції.

Ключові слова: науково-організаційна діяльність, науково-технічні рейтинги, освітньо-наукові програми, технології, конкуренція.

Практическое применение показателей, используемых в международной системе экспертизы, предусмотрено Законом Украины «О научной и научно-технической деятельности» от 26 ноября 2015 г. С 2010 г. одобренные правительством Концепции развития электронного управления в Украине заметно влияют на цифровизацию общества, в частности на цифровизацию образовательно-научных программ и соответствующих учреждений. Цифровизация программно-целевого планирования и управления в эффективных корпоративных информационных системах становится важным средством глобальной конкуренции, в частности конкуренции в высокотехнологичных отраслях. По состоянию на 2021 г. лишь несколько процентов образовательно-научных учреждений Украины охватываются апробированными мировыми рейтингами, отражая состояние высокотехнологичных отраслей Украины. Тщательная работа над международными показателями научно-технической деятельности на основе современных информационно-коммуникационных технологий является неотъемлемой частью организационных усилий в условиях глобальной конкуренции.

Ключевые слова: научно-организационная деятельность, научно-технические рейтинги, образовательно-научные программы, технологии, конкуренция.

The practical application of the indicators used in the international expertise system is provided by the Law of Ukraine "On Scientific and Scientific-Technological Activity" of November 26, 2015. Since 2010, the government-approved Concepts for the Development of e-Government in Ukraine have had a significant impact on the digitalization of society, in particular on the digitalization of education and research programs and related institutions. Digitalization of program-target planning and management in efficient corporate information systems is becoming an important means of global competition, particularly competition in high technology industries. As of 2021, only a few percent of educational and research institutions (ERIs) in Ukraine are covered by well-known, verified global rankings, which reflects the current situation of the Ukrainian high technology industry. Working diligently with international science and engineering performance, based on modern information and communications technology (ICT), is an integral part of organizational efforts in a globally competitive environment. The use of modern ICTs, in particular, domestic distributed information technologies in scientific and organizational activity can be useful for improving the scientific and technical performance of domestic ERIs. The use of distributed information technologies in scientific and organizational activities should play the role of a decision support system to maximize the world rankings of ERIs of Ukraine under given resource constraints, as well as to plan an effective trajectory for improving these ratings in the dynamics. If such an application is successful, the positive effect will exceed the projected costs by orders of magnitude. The development of science and engineering indicators is similar to the development of financial and economic ratings, and therefore affects the global markets of educational and research services, as well as investments in high technology industries. Given the imperfections of domestic financial markets, these indicators play an important role for domestic ERIs.

Keywords: scientific and organizational activity, science and engineering ratings, education and research programs, technologies, competition.

Постановка проблеми. Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 10 липня 2019 р. була схвалена Стратегія розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030 р. на основі орієнтирів міждержавної конкурентоспроможності та попередніх вітчизняних розробок [1–3]. Важливими елементами реалізації цієї Стратегії є вимірювані міжнародні науково-технічні показники [4–6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В сучасну інформаційну еру міжнародні порівняння відіграють істотну роль [7; 8]. З 1983 р. видання US News & World Report (засноване у 1948 р.) публікує рейтинги бізнес-шкіл США. За подібними авторитетними рейтингами оцінюють освітньо-наукові установи (ОНУ) та роботу їх керівників, а також приймають інвестиційні та ка-

дрові рішення [9]. Зараз ці рейтинги поділено на категорії національних університетів, коледжів вільних мистецтв, регіональних університетів і регіональних коледжів для Півночі, Півдня, Заходу і Середнього Заходу США. Рейтинги засновані на даних видання, зібраних із щорічних опитувань кожного університету і коледжу, а також з опитувань адміністраторів і викладачів різних університетів та коледжів. Методологію цих рейтингів розробив Роберт Морс, який здобув наукові ступені бакалавра з економіки університету Цинциннаті (заснованого у 1819 р.) та магістра ділового адміністрування з фінансів університету штату Мічиган (заснованого у 1855 р.), а також працював у Міністерстві фінансів США (Department of Treasury) та інвестиційному банку E.F. Hutton Co. Inc. (заснованому у 1904 р.).

Формулювання цілей статті (**постановка завдання**). У 2021 р. ОНУ України відчули посилення міжнародної конкуренції за людський капітал порівняно з 2020 р., коли вживалися жорсткіші протиепідемічні обмеження. Наслідком безвізового режиму України та ЄС, який набув чинності 11 червня 2017 р., стала більша конкуренція за кадри та їх підготовку [2; 3]. Головною метою роботи є докладний аналіз показників, із яких складаються міжнародні рейтинги ОНУ, і пропозиція шляхів їх поліпшення, заснованих на сучасних технологіях.

Виклад основного матеріалу дослідження. У 1990 р. Нунціо Кваквареллі заснував у Великобританії компанію “Quacquarelli Symonds” (QS) для аналізу вищих навчальних засобів світу. Н. Кваквареллі здобув наукові ступені магістра з економіки Кембриджського університету (заснованого у 1209 р.) та магістра ділового адміністрування з підприємництва і фінансів Уортонської школи бізнесу (заснованої у 1881 р.). Н. Кваквареллі також заснував некомерційний фонд QS Education Trust і розробив рейтинги QS World University Rankings (www.TopUniversities.com), вперше опубліковані у 2004 р. За методологією QS, станом на 2021 р. оцінка (evaluation) університету дорівнює такому значенню:

$$E = 0,4 \times AR + 0,2 \times FSR + 0,2 \times CpF + 0,1 \times ER + 0,05 \times ISR + 0,05 \times IFR,$$

де AR – академічна репутация (Academic Reputation); FSR – відношення кількості викладачів до кількості студентів (Faculty Student Ratio); CpF – середнє число цитувань на викладача (Citations per Faculty); ER – репутация серед роботодавців (Employer Reputation); ISR – частка (у відсотках) іноземних студентів серед усіх студентів (International Students Ratio); IFR – частка іноземних викладачів серед усіх викладачів (International Faculty Ratio).

Чим більше значення E, тим вище світовий рейтинг (CP).

З 2012 р. в рейтингу QS згадуються Київський національний університет (КНУ) імені Тараса Шевченка (заснований у 1834 р.) і Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (КПІ) (заснований у 1898 р.), з 2014 р. – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» (ХПІ) (заснований у 1885 р. як Харківський практичний технологічний інститут), з 2015 р. – Харківський національний університет (ХНУ) імені Василя Каразіна (заснований у 1805 р.) і Сумський державний університет (СумДУ) (заснований у 1948 р. як навчально-консультаційний пункт Московського заочного інституту металообробної промисловості), з 2017 р. – Донецький національний університет (ДонНУ) імені Василя Стуса (заснований у 1937 р. як Сталінський державний педагогічний інститут, евакуйований у 2014 р. до м. Вінниця), з 2019 р. – Національний університет «Львівська політехніка» (заснований у 1816 р. як Цісарсько-королівська реальна школа), з 2020 р. – Національний університет України «Києво-Могилянська академія» (НаУКМА) (заснований у 1615 р. як Київська братська школа), з 2022 р. – Львівський національний університет (ЛНУ) імені Івана Франка (заснований у 1661 р. як Львівська єзуїтська колегія). Незважаючи на відмінності своєї історії чи спеціалізації, різні університети порівнюються подібно до того, як порівнюються різні активи. У табл. 1–3 наведено динаміку показників QS World University Rankings для ОНУ України за 2012–2022 рр.

КНУ імені Т. Шевченка мав найвищий свій світовий рейтинг у 2015 р. (401), СумДУ – у 2015 р. (651), ХНУ імені В. Каразіна – у 2017 р.

Таблиця 1

Світовий рейтинг QS освітньо-наукових установ України

ОНУ/рік	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019						
Показник	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	AR	FSR	CpF	ER	ISR	IFR
КНУ імені Тараса Шевченка	501	441	421	421	431	411	531	18,8	60,6				
КПІ імені Ігоря Сікорського	601	601	551	601	551	501	601		61,9				
ХПІ		701	701	701	701	701	701		57,3				
ХНУ імені Василя Каразіна			481	491	382	401	481	12,5	70,7	1,8	8,2	79,4	1,5
СумДУ			651	701	701	801	751		48,3			34,2	
ДонНУ імені Василя Стуса					809	901							
Львівська політехніка							751		50,1				

Таблиця 2

Світовий рейтинг QS освітньо-наукових установ України

ОНУ/рік Показник	2020							2021						
	CP	AR	FSR	CpF	ER	ISR	IFR	CP	AR	FSR	CpF	ER	ISR	IFR
КНУ імені Тараса Шевченка	541	16,7	58		24,9			601		42,1		28,8		
КПІ імені Ігоря Сікорського	701		46,7		21,6			701		41,1		26,1		
ХПІ	651		66,4					651		67,9				
ХНУ імені Василя Каразіна	491	10,8	72,2	1,8	11,4	78,4	1,3	477	11,2	72,9	1,9	15,9	70,9	1,4
СумДУ	701		52,8			43,8		701		55,7			52,5	
Львівська політехніка	751		48,2					801		48,6				
НаУКМА	1001							1001		27,6				

Таблиця 3

Світовий рейтинг QS освітньо-наукових установ України

ОНУ/рік Показник	2022						
	CP	AR	FSR	CpF	ER	ISR	IFR
КНУ імені Тараса Шевченка	601	18,1	40,3	2,7	29,4	7,3	1,1
КПІ імені Ігоря Сікорського	701	12,9	39,7	1,4	25,6	3	1
ХПІ	651	6	68,3	1,3	10,3	17,9	1,1
ХНУ імені Василя Каразіна	511	11,9	66,7	1,6	14,5	64,1	1,1
СумДУ	701	4,7	53,1	2	4,1	54,6	1,2
Львівська політехніка	801	7,1	47,4	1,7	11,3	1,7	1
НаУКМА	1001	4,8	32,7	1,3	11,1	1,4	1,2
ЛНУ імені Івана Франка	1001	1	35,4	1,5	5,7	2	1,1

(382), ДонНУ імені В. Стуса – у 2017 р. (809), КПІ імені В. Сікорського – у 2018 р. (501), Львівська політехніка – у 2019 р. (751), НаУКМА – у 2020 р. (1 001), ХПІ – у 2022 р. (651), ЛНУ імені І. Франка – у 2022 р. (1 001). Оскільки університети України (крім ХПІ) на 2022 р. мають свої нижчі світові рейтинги, ніж раніше, то питання міжнародних показників ОНУ України є важливими.

Вперше опублікували глобальні рейтинги університетів (Academic Ranking of World Universities, ARWU) у 2003 р. Центр університетів світового класу (Center for World-Class Universities, CWCU) і Вища школа освіти (раніше – Інститут вищої освіти) Шанхайського університету (транспорт) Цзяо Тонг (заснованого у 1896 р. імператорським едиктом). З 2009 р. ARWU публікується і захищається авторським правом ShanghaiRanking Consultancy, незалежною організацією дослідження вищої освіти (www.shanghairanking.com). Показники ARWU є об'єктивними, оскільки враховують серед випускників і викладачів кількість Нобелівських лауреатів, нагороджених медаллю Філдса (Fields), працівників з високими індексами цитування за Clarivate Analytics, число статей у журналах

“Nature” та “Science”, число статей, індексованих Science Citation Index (SCI) (заснований у 1964 р.), Science Citation Index Expanded (SCIE), Social Sciences Citation Index (SSCI) (заснований у 1985 р.), середню продуктивність викладача. ARWU має Міжнародну консультативну раду. Водночас показники ARWU не беруть до уваги всі нагороди, крім Нобелівської премії та медалі Філдса; якість освіти та зайнятість випускників; якість публікацій (бази даних ISI Web of Science; www.webofknowledge.com), за винятком журналів “Nature” та “Science”; публікації в галузі мистецтва і гуманітарних наук.

З 2012 р. міжнародні порівняння ОНУ проводить Центр світових рейтингів університетів (Center for World University Rankings, CWUR) з юридичною адресою (з 2016 р.) в економічній зоні м. Рас-Аль-Хайма (Ras Al Khaimah) Об'єднаних Арабських Еміратів (ОАЕ), де, за даними ООН 2019 р., номінальний валовий внутрішній продукт (ВВП) становив 43 103 дол. США (для порівняння, цей показник в Україні становив 3 496 дол.) (табл. 4).

В ОАЕ більше населення, ніж м. Рас-Аль-Хайма (є місцем історичного порту Джульфар на березі Перської затоки і постійного про-

живання людей протягом 7 тис. років), мають лише відомі міста Дубай, Абу-Дабі (столиця ОАЕ), Шарджа, Аль-Айн (головним тренером футбольного клубу Аль-Айн з 2021 р. є відомий український спортсмен Сергій Ребров, який першим забив 100 голів в українській Прем'єр-лізі), Аджман. У 2000 р. указом еміра була створена зона вільної торгівлі (ЗВТ) в м. Рас-Аль-Хайма, яка забезпечує безподаткове середовище, можливість повної іноземної власності, швидкість оформлення віз, свободу глобального пошуку кадрів і матеріалів, іншу ділову підтримку. Ця ЗВТ має чотири парки вільних зон, а саме бізнес-парк для офісних клієнтів, виробничий парк для важкої промисловості, технологічний парк для торгівлі та легкої промисловості, академічну зону для навчальних закладів. Ця ЗВТ має представництва в Індії з 2005 р., у Туреччині – з 2007 р., у Німеччині – з 2008 р. Президентом CWUR є Надім Махассен, який отримав науковий ступінь доктора філософії з фізики університету Уельсу Суонсі (Великобританія) (заснованого у 1920 р.) у 2002 р.

З 2019 р. у рейтингах CWUR згадуються ОНУ України. У табл. 4 застосовані такі скорочення: ІЯД – Інститут ядерних досліджень (заснований у 1970 р. на базі відділу ядерної фізики Інституту фізики АН УРСР (заснований у 1929 р. як Науково-дослідний інститут фізики Наркомосвіти УРСР на базі кафедри фізики КПІ)), НАНУ – Національна академія наук України (заснована у 1918 р. як Українська академія наук), ІК – Інститут кібернетики (заснований у 1957 р. як Обчислювальний центр АН УРСР на базі лабораторії обчислювальної математики та техніки Інституту математики АН УРСР), ІТФ – Інститут теоретичної фізики (заснований у 1966 р.), ФТІНТ – Фізико-технічний інститут низьких температур (заснований у 1960 р. на базі Українського фізико-технічного інституту (заснований у 1928 р. у м. Харків)), РР – дослідницька робота (research performance), QoF – якість викладачів (quality of faculty).

Для пояснення світового рейтингу 235 за QoF для ФТІНТ імені Б. Веркіна можна зазна-

чити світовий рейтинг 235 за ринковою капіталізацією компанії NIO (заснована у 2014 р. як електромобільна компанія; NIO у лістингу біржі NYSE) з Китаю, яка у серпні 2021 р. становила 72,45 млрд. дол., аусічні 2021 р. – 96,57 млрд. дол. (companiesmarketcom.com). Така капіталізація співвимірні з ВВП України за 2020 р., що становив 153,781 млрд. дол. (за даними ООН). Проте QoF становить лише 10% загальної (total) рейтингової оцінки ОНУ:

$$T = 0,1 \times QoF + 0,4 \times RP + 0,25 \times QoE + 0,25 \times AE,$$

де QoE – якість навчання (quality of education), AE – зайнятість випускників (alumni employment). Крім того, CWUR не враховує значення РР, QoE, AE для ФТІНТ імені Б. Веркіна і не враховує QoF, QoE, AE для ІЯД НАНУ, ІК імені В. Глушкова НАНУ, ІТФ імені М. Боголюбова НАНУ. CWUR складає переліки ОНУ, упорядковані за допомогою показників QF, RP, QE, AE.

Продовжуючи традиції вищезгаданих рейтингів US News & World Report, ОНУ США лідирують за міжнародними науково-технічними показниками, де важливу роль відіграють Національний науковий фонд (National Science Foundation, NSF), Агентство передових оборонних проєктів (Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA), Національна адміністрація з аеронавтики і космічного простору (National Aeronautics and Space Administration, NASA), створені у ході міжнародної науково-технічної конкуренції.

Звіт про наукові та інженерні показники (індикатори) [10], схвалений Конгресом США, містить високоякісну кількісну інформацію про американські та міжнародні науково-технічні підприємства. Відображаючи виключно факти, ці показники не пропонують можливих стратегій чи рекомендацій для дій. Задля задоволення різних інформаційних потреб і смаків показники подаються у різноманітних формах, а саме текстовій, табличній, графічній; у різних споживачів можуть бути різні уявлення про важливість показників у різних ситуаціях.

Дані є індикаторами, що кількісно узагальнюють інформацію про сферу, якість і жит-

Таблиця 4

Світовий рейтинг CWUR освітньо-наукових установ України

ОНУ/період років	2019–2020		2020–2021			2021–2022		
	CP	RP	CP	QoF	RP	CP	QoF	RP
КНУ імені Т. Шевченка	1 330	1 280	1 398		1 327	1 400		1 334
ХНУ імені В. Каразіна	1 935	1 877						
ІЯД НАНУ			1 705		1 621	1 678		1 605
ІК імені В. Глушкова НАНУ			1 736		1 658	1 716		1 646
ІТФ імені М. Боголюбова НАНУ			1 753		1 676	1 736		1 660
ФТІНТ імені Б. Веркіна			1 914	236		1 966	235	

тездатність науково-технічного (science and engineering, S&E) підприємства (НТП) чи його динаміку (моделювання динаміки НТП є окремим питанням). Мета показників звіту [10] полягає в тому, щоби краще розуміти поточне середовище та інформаційно підтримувати прийняття рішень у майбутньому.

Показники готуються під керівництвом Національної наукової ради (National Science Board, NSB) США Національним центром науково-технічної статистики (National Center for Science and Engineering Statistics, NCSES). NSB встановлює стратегії NSF, а саме незалежного агентства уряду США на підтримку фундаментальних досліджень і освіти у всіх немедичних галузях науки й техніки. Наприклад, NSF має повноваження у галузях соціальних, поведінкових, технічних, природничих, математичних наук.

У медичній галузі Національний інститут здоров'я (National Institutes of Health, NIH) є основним агентством уряду США, відповідальним за біомедичні дослідження та дослідження громадського здоров'я. NIH бере початок від заснованої у 1887 р. гігієнічної лабораторії з вивчення бактерій у рамках Морської лікарняної служби США. Ця лабораторія розширювала свої функції на карантинні та дослідницькі програми за межі функцій морських лікарень. Спочатку лабораторія розташовувалася у морській лікарні Нью-Йорка на острові Стейтен-Айленд з основним карантинним об'єктом США 1800–1858 рр.

Систему морських лікарень для догляду за хворими моряками США передбачив Закон США 1798 р. про допомогу хворим і неповносправним морякам. Фонд морських лікарень був переданий під управління нинішньої Берегової охорони США, заснованої у 1915 р., у складі Міністерства фінансів США. Зараз NIH є частиною Міністерства охорони здоров'я та соціальних служб США, заснованого у 1953 р. як Міністерство охорони здоров'я, освіти та соціального забезпечення (Міністерство освіти засновано у 1979 р.) на місці Федерального агентства безпеки, заснованого у 1939 р. До 1950 р. підтримка основних галузей наукових досліджень США надходила через спеціалізовані установи, а саме NIH (медичні дослідження) і створену у 1946 р. Комісію США з атомної енергії (ядерна фізика і фізика елементарних частинок). У 1950 р. президент США у 1945–1953 рр. Гаррі Трумен (1884–1972 рр.) підписав закон про створення NSF (з місією «сприяти прогресу науки; просувати національне здоров'я, процвітання і добробут; забезпечувати національну оборону»), який передбачав NSB (з місією «підтримки освіти та досліджень серед усіх галузей

науки і технології, а також інвестицій Америки в майбутнє») у складі 24 працівників за сумісництвом (яких призначає Президент США), а також директора (який призначається Президентом і схвалюється Сенатом США). NSB служить незалежним стратегічним дорадчим органом для Президента і Конгресу США з питань науково-технічних досліджень та освіти. NSB має статутний обов'язок «надавати Президенту і Конгресу звіти про конкретні окремі питання політики, пов'язані з наукою, технікою, науково-технічною освітою, коли Конгрес або Президент встановлює потребу в таких звітах» (наприклад, звіт про наукові та інженерні показники [10], звіт про середньомасштабне устаткування NSF).

У 1951 р. заступник керівника Управління морських досліджень (заснованого у 1946 р. з місією «планування, сприяння та заохочення наукових досліджень, визнаючи їх першорядне значення стосовно підтримання майбутньої морської могутності та збереження національної безпеки») Алан Уотермен (1892–1967 рр.) був призначений Г. Труменом першим директором NSF. А. Уотермен здобув науковий ступінь доктора філософії з фізики Принстонського університету у 1916 р. Конгрес значно збільшив асигнування NSF на 1958 р. після того, як 4 жовтня 1957 р. СРСР успішно вивів у космос перший штучний супутник Землі. Проєктом супутника керував ракетний інженер Сергій Корольов (1907–1966 рр.), який народився у м. Житомир і навчався (за контрактом) у Київському політехнічному інституті у 1924–1926 рр., Московському вищому технічному училищі (МВТУ) імені М. Баумана у 1926–1929 рр. У 1937 р. Народний комісаріат внутрішніх справ СРСР заарештував співробітників Реактивного науково-дослідного інституту (РНДІ) Георгія Лангемака (народився у 1898 р. у м. Старобільськ на Луганщині і навчався у Військово-технічній академії у 1923–1928 рр.) та Івана Клейменова (народився у 1899 р. у с. Стара Сурава (Дубровка) Усманського району на Тамбовщині і навчався у Військово-повітряній інженерній академії (ВПІА) імені М. Жуковського у 1923–1928 рр.) на підставі листа Андрія Костікова (народився у 1899 р. у м. Козятин на Вінниччині і навчався у ВПІА імені М. Жуковського у 1930–1933 рр.), який очолював РНДІ і був заарештований у 1944 р.

У 1938 р. Г. Лангемак та І. Клейменов були розстріляні, а співробітники РНДІ Сергій Корольов і Валентин Глушко (народився у 1908 р. у м. Одеса і навчався у профтехшколі «Метал» імені Л. Троцького у 1919–1924 рр.) – заарештовані. У 1935 р. Г. Лангемак і В. Глушко опублікували спільну книгу «Ракеты, их устройство и применение» обсягом 118 сторінок, видану «ОНТИ НКТП СССР». У 1929 р. вийшла книга

Юрія Кондратюка (Олександр Шаргей народився у 1897 р. у м. Полтава і навчався у Петроградському політехнічному інституті у 1916 р.) «Завоевание межпланетных пространств» обсягом 72 сторінки, видана типографією облспоживспілки («Новосибирск: Типография Сибкрайсоюза») власним коштом. Цю книгу придбала бібліотека Конгресу США. Розроблена в книзі траса Кондратюка відіграла важливу роль для успіху космічної програми «Apollo» (що виконувалася у 1961–1972 рр. і мала вартість близько 160 млрд. дол. у сучасних цінах) США і загальних цілей NSF. Г. Лангемак та І. Клейменов були удостоєні звання Героя Соціалістичної Праці СРСР у 1991 р. за створення реактивної зброї; С. Корольов і В. Глушко були двічі удостоєні звання Героя Соціалістичної Праці СРСР у 1956 р. і 1961 р. РНДІ (заснований у 1933 р.) був реорганізований в інститут Наркомату авіаційної промисловості у 1944 р.

У 1946 р. уряд СРСР створив у Міністерстві озброєння СРСР особливе конструкторське бюро, яке у 1950 р. очолив С. Корольов і яке зараз є публічним акціонерним товариством «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С. Королева» (РККЕ у лістингу біржі МСХ). У 1946 р. Раднарком СРСР також прийняв постанову про організацію Вищої фізико-технічної школи СРСР, на основі якої постав Московський фізико-технічний інститут (МФТІ).

У 1954 р. Корольов запропонував Міністру озброєння Дмитру Устинову (1908–1984 рр.) план розроблення супутника Землі. Дмитро Устинов (народився у м. Самара і навчався в Іваново-Вознесенському політехнічному інституті, МВТУ імені М. Баумана, Військово-механічному інституті у 1929–1934 рр.) був Міністром оборони СРСР у 1976–1984 рр., а його син Микола Устинов (1931–1992 рр.; народився у м. Ленінград і навчався в МВТУ імені М. Баумана у 1949–1959 рр.) очолював кафедру квантових оптичних систем МФТІ.

29 липня 1955 р. Президент США (у 1953–1961 рр.) Дуайт Ейзенхауер (1890–1969 рр.) (навчався у військовій академії Вест-Пойнт у 1911–1915 рр.) оголосив план США запуску штучного супутника у період Міжнародного геодезичного року, а саме від 1 липня 1957 р. до 31 грудня 1958 р. Тоді 8 серпня 1955 р. Політбюро Комуністичної партії Радянського Союзу схвалило пропозицію створення штучного супутника, а 30 серпня 1955 р. С. Корольов представив Державній комісії з ракетних випробувань дані розрахунків траєкторії польоту до Місяця (траси Кондратюка). 30 січня 1956 р. Рада міністрів СРСР схвалила практичні роботи для штучного супутника. Ці комплексні роботи здійснювали науковці та ключові міністерства.

Так, Академія наук СРСР здійснювала загальне наукове керування і постачання дослідницьких інструментів; Міністерство оборонної промисловості (колишнє Міністерство озброєння) – збирання супутника; Міністерство радіотехнічної промисловості – розроблення системи управління, системи телеметрії, радіотехнічних пристроїв; Міністерство суднобудівної промисловості – розроблення гіроскопічних приладів; Міністерство машинобудування – встановлення наземної пускової установки, засобів заправки ракетним паливом і транспортування; Міністерство оборони – проведення запусків.

7 лютого 1958 р. для фінансування пов'язаних з обороною досліджень було створено DARPA, а 29 липня 1958 р., через три роки після згаданої заяви Д. Ейзенхауера, для фінансування наук про космос була створена NASA. NSB підзвітна Президенту і Конгресу США, а NSF підзвітний NSB. NSB проводить засідання 6 разів на рік для присудження основних грантів (awards) NSF, розгляду нових програм NSF, визначення стратегічних напрямів NSF, з'ясування істотних науково-технічних питань національної політики. NSB ініціює та проводить дослідження, а також звітує з широкого кола стратегічних тем, публікує директивні документи чи заяви з питань, важливих для науково-технічних досліджень США та освітніх установ. NSB визначає критичні для майбутнього NSF питання, затверджує стратегічний план NSF і подання щорічного бюджету до Офісу менеджменту і бюджету (Office of Management and Budget, OMB) – найбільшого офісу у Виконавчому офісі Президента (Executive Office of the President, EOP) США. Найпомітнішою функцією OMB є вироблення бюджету Президента США, а також перевірка програм, стратегій та процедур державних установ щодо відповідності політики Президента і координація міжвідомчих стратегічних ініціатив. NSB аналізує бюджет NSF для забезпечення прогресу та послідовності відповідно до стратегічного напрямку, визначеного для NSF, і для забезпечення балансу між новими інвестиціями та основними програмами.

Директора і заступника директора NSF призначає Президент і затверджує Сенат США. Директор і заступник директора NSF відповідають за адміністрування, планування, складання бюджету та повсякденну діяльність NSF. Крім NSB, NSF включає чотири офіси (Офіс директора, Офіс генерального інспектора, Офіс менеджменту бюджету, фінансів і грантів, Офіс менеджменту інформації та ресурсів) і сім дослідницьких директоратів (директорат біологічних наук (молекулярна та клітинна біологія, біологія організмів, наука про довкілля)), директорат комп'ютерних та інформаційних наук

і техніки (теоретична інформатика (computer science), фундаментальне апаратне і програмне забезпечення, системи і мережі, штучний інтелект), директорат інженерії (біоінженерія, екологічні системи, системи цивільного будівництва і машинобудування, хімічні та транспортні системи, електричні та комунікаційні системи, проєктування та виробництво), директорат наук про Землю (геологічні, атмосферні та океанічні науки), директорат математичних і фізичних наук (математика, астрономія, фізика, хімія, матеріалознавство), директорат освіти і людських ресурсів (наукова, технологічна, інженерна, математична освіта на кожному її рівні), директорат соціальних, поведінкових та економічних наук (нейронаука, менеджмент, психологія, соціологія, антропологія, лінгвістика, наука про наукову політику (science of science policy, SoSP), економіка), який включає NCSES – одне з головних федеральних статистичних агентств США. Офіс директора має у своєму складі дослідницькі офіси, такі як Офіс кіберінфраструктури, Офіс полярних програм, Офіс інтегративної діяльності, Офіс міжнародної науки і техніки.

NSF має близько 2 100 працівників на постійних, тимчасових і контрактних посадах у своїй штаб-квартирі у м. Александрія, штат Вірджинія (до 2017 р. – у сусідньому м. Арлінгтон) біля столиці США м. Вашингтон, а саме близько 1 400 працівників на постійних посадах NSB та Офісу генерального інспектора, близько 200 науковців на тимчасових посадах, 450 працівників на контрактних посадах. Вчені науково-дослідних установ можуть приєднуватися до NSF як тимчасові директори програм (ротатори), контролюючи процес розгляду по суті (merit review) та шукаючи нові можливості фінансування. Такі директори мають контракти на період від одного до чотирьох років, а NSF має десятки таких контрактів. Для сприяння співпраці між науково-технічними спільнотами США і науковими спільнотами інших континентів до 2018 р. NSF підтримував три зарубіжні офіси. Замість використання таких офісів з 2018 р. NSF спрямовує невеликі команди до конкретних міжнародних установ на тижневий період для оцінювання наявних досліджень і вивчення можливостей співпраці.

Крім досліджень у конкретних дисциплінах, NSF фінансує низку програм, які координують зусилля експертів у багатьох дисциплінах і часто передбачають співпрацю з іншими федеральними агентствами США. Прикладами таких наскрізних програм є нанотехнології, цифрові бібліотеки, екологія інфекційних захворювань, наука про навчання. З огляду на роль NIH, DARPA, NASA NSF не є основною державною установою для фінансування фун-

даментальних наук. Річний бюджет NSF на 2020 р. становив близько 8,3 млрд. дол. США, позаяк ринкова капіталізація станом на 31 березня 2021 р. (2021:I) для американських високотехнологічних компаній "Apple", "Microsoft", "Amazon", "Alphabet", "Facebook", "Tesla" оцінювалася у 2 050, 1 778, 1 558, 1 395, 839, 641 млрд. дол. відповідно. Щодо медичної галузі, то ринкова капіталізація "Johnson & Johnson" оцінювалася у 372 млрд. дол. у 2019:I, "Pfizer" – у 264 млрд. дол. у 2001:I (10 серпня 2021 р. акції "Pfizer" зросли до свого рекордного у новому тисячолітті рівня), "Procter & Gamble" – у 216 млрд. дол. у 2008:I. Отже, розвиток організованих фінансових ринків держави є важливим для її науково-технічного розвитку.

NCSES збирає дані опитувань і партнерських відносин з іншими агентствами для того, щоб запропонувати дані про науково-технічну робочу силу США, випускників передових науково-технічних програм США, витрати на дослідження і розробки (ДіР) за галузями економіки США.

Показники звіту [10] підлягають ретельному огляду внутрішніми та зовнішніми експертами за напрямками, федеральними агентствами, членами NSB, статистичними оглядачами NCSES задля з'ясування точності, покриття і збалансованості індикаторів. Цей звіт містить докладну інформацію про вимірювання, щоб допомагати користувачам краще розуміти відповідні дані, як дані збиралися і як дані належно застосовувати. Звіт надає відносно доступний аналіз об'єктивних фактичних даних з використанням простих статистичних інструментів. Додаток звіту містить детальну інформацію про методологічні та статистичні критерії, а також про критерії якості даних.

Показники звіту [10] охоплюють усталені розділи, такі як математика початкової і середньої школи та природнича освіта; вища освіта в галузі науки і техніки; науково-технічна робоча сила; тренди США і міжнародні порівняння у ДіР; наукові ДіР; промисловість, технології і глобальний ринок; ставлення і розуміння громадськості до науки і техніки; винахідництво, трансфер знань, інновації. Крім того, звіт включає онлайн-інструмент даних «Індикатори штатів» (<https://ncses.nsf.gov/indicators/states>), який забезпечує науково-технічні дані на рівні кожного штату США для використання людьми, залученими до регіонального прийняття рішень, журналістами та зацікавленими громадянами.

За розділом «Індикатори штатів» включають фінансові чинники (входи) на ДіР, такі як ДіР як відсоток валового внутрішнього продукту (ВВП); федеральні зобов'язання щодо ДіР на одного зайнятого працівника; федеральні

зобов'язання щодо ДіР на одну особу в галузі науки і техніки; частка видатків агентства штату на ДіР у ВВП; частка видатків на ДіР, що здійснюються бізнесом, у ВВП; частка наукових ДіР у ВВП.

За розділом «Індикатори штатів» включають результати ДіР, такі як частка присвоєних докторських ступенів у науково-технічній галузі та галузі охорони здоров'я від працюючих, які мають докторські ступені в цих галузях; випуск науково-технічних статей на 1 000 докторів наук у зазначених галузях, які працюють у науково-освітніх установах; кількість рецензованих науково-технічних статей на мільйон доларів рецензованих науково-технічних ДіР; кількість рецензованих патентів, виданих на 1 000 докторів наук у зазначених галузях, які працюють у науково-освітніх установах; кількість патентів на 1 000 осіб, зайнятих у галузі науки і техніки.

За розділом «Індикатори штатів» включають показники науки і техніки в економіці, такі як частка серед усіх підприємств закладів із зайнятістю в сучасних галузях науки, техніки, технології; частка нетто-формувань зазначених закладів серед усіх підприємств; частка зайнятості в зазначених закладах від загальної зайнятості; середньорічна частка федерального фінансування інноваційних досліджень і трансферу технологій малого бізнесу у ВВП; середньорічна частка федерального фінансування інноваційних досліджень малого бізнесу у ВВП; середньорічна частка федерального фінансування трансферу технологій малого бізнесу у ВВП; частка сплаченого венчурного капіталу у ВВП; частка угод венчурного капіталу серед зазначених закладів; сплачений венчурний капітал на угоду венчурного капіталу.

Застосовуючи розподілені інформаційні технології (РІТ) науково-організаційної діяльності (НОД) [11], можемо ефективно супроводжувати електронний документообіг науково-технічної продукції, вести моніторинг науково-технічних показників і здійснювати їх програмування на основі оброблення великих мережевих даних [12].

Висновки. Застосування сучасних вітчизняних РІТ НОД може бути корисним для поліпшення науково-технічних показників вітчизняних ОНУ. Застосування РІТ НОД слугуватиме також системою підтримки прийняття рішень для максимізації світових рейтингів освітньо-наукових установ України за заданих ресурсних обмежень, а також для планування ефективної траєкторії підвищення цих рейтингів у динаміці. У разі успішного застосування позитивний ефект на порядки перевищуватиме прогнозовані витрати. Розроблення науково-технічних по-

казників є подібним до розроблення фінансово-економічних рейтингів, тому впливає на світові ринки освітньо-наукових послуг та інвестиції у високотехнологічні галузі.

Бібліографічний список:

1. Горбачук В. Орієнтири конкурентоспроможності. *Економічні реформи сьогодні*. 1997. № 3.
2. Горбачук В. На порозі Четвертої промислової революції. *Причорноморські економічні студії*. 2016. Вип. 8. С. 216–220.
3. Череп А., Можайська К. Стратегія зовнішньоекономічної діяльності України в умовах євроінтеграції. *Держава та регіони. Серія: Економіка та підприємництво*. 2017. № 1. С. 17–20.
4. Горбачук В., Горошук Н. Порівняльний аналіз рейтингів університетів і динаміки наукової продукції України та сусідніх держав у 2003–2008 рр. *Економічна безпека України і виклики сьогодення*. 2010. Ч. II. С. 113–115.
5. Горбачук В., Лещинська Л. Міжнародні інтеграційні процеси та вимірювання рівня піратства. *Актуальні питання міжнародних відносин*. 2012. Вип. 109 (I). С. 40–42.
6. Формування «розумної спеціалізації» в економіці України / за ред. І. Єгорова. Київ : ДУ «Інститут економіки та прогнозування НАН України», 2020. 278 с.
7. Горбачук В., Гавриленко С., Голоцуков Г., Ніколенко Д. Економіка інтернет-застосунків і цифрового контенту. *The role of technology in the socio-economic development of the post-quarantine world / M. Gavron-Lapuszek, A. Karpenko (eds.)*. Katowice : Katowice School of Technology, 2020. P. 81–88.
8. Горбачук В., Гавриленко С., Голоцуков Г., Ніколенко Д. Цифрова економіка й освіта. *Vzdelávanie a spoločnosť. Prešovská univerzita v Prešove / R. Bernatova, T. Nestorenko (eds.)*. 2021. V. I. P. 253–258.
9. Родионов Д., Кушнева О., Рудская И. Рейтинг университетов как инструмент в конкурентной борьбе на мировом рынке образовательных услуг. *Инновации*. 2013. № 11 (181). С. 89–97.
10. Science & Engineering Indicators. Alexandria, VA : National Science Board, 2018.
11. Khimich O., Ivlichev V., Malchevskyi I., Bespalov S., Pustovoi M., Golotsukov G., Shchetynin I., Nikolenko D., Ivanov S., Kirsanov V. A framework for the creation of distributed information technology to support the scholarly research and organizational activities of the NAS of Ukraine. *Science and Innovation*. 2018. № 14 (1). P. 47–59.
12. Gorbachuk V., Gavrilenko S., Golotsukov G., Nikolenko D. To digital technologies of patent processing for development of critical products. *Information and Digital Technologies 2021 (June 22–24, 2021, Zilina, Slovakia)*. 2021. P. 131–141.

References:

1. Gorbachuk V. (1997) Oriientyry konkurentospromozhnosti [Guidelines for competitiveness]. *Ekonomichni reformy sohodni* [Economic Reforms Today], no. 3.
2. Gorbachuk V. (2016) Na porozii Chetvertoi promyslovoi revoliutsii [On the eve of the Fourth Industrial

- Revolution]. *Prychornomorski ekonomichni studii* [Black Sea Economic Studies], vol. 8, pp. 216–220.
3. Cherep A., Mozhayska K. (2017) Stratehiia zovnishnoekonomichnoi diialnosti Ukrainy v umovakh yevrointehratsii [Strategy for foreign economic activity of Ukraine in the conditions of eurointegration]. *State and Regions. Series: Economics and Business*, no. 1, pp. 17–20.
4. Gorbachuk V., Horoshchuk N. (2010) Porivnialnyi analiz reitynhiv universytetiv i dynamiky naukovoï produktsii Ukrainy ta susidnikh derzhav u 2003–2008 rr. [Comparative analysis of university ratings and dynamics of scientific products of Ukraine and neighboring countries in 2003–2008]. *Ekonomichna bezpeka Ukrainy i vyklyky sohodennia* [Economic Security of Ukraine and Current Challenges]. Ch. II, pp. 113–115.
5. Gorbachuk V., Leshchynska L. (2012) Mizhnarodni intehratsiini protsesy ta vymiriuvannia rinvia piratstva [International integration processes and measuring the level of piracy]. *Aktualni pytannia mizhnarodnykh vidnosyn* [Actual Problems of International Relations], vyp. 109 (I), pp. 40–42.
6. *Formuvannia "rozumnoi spetsializatsii" v ekonomitsi Ukrainy* [Formation of "smart specialization" in the economy of Ukraine]. I. Egorov (ed.) (2020) Kyiv: DU "Instytut ekonomiky ta prohnozuvannia NAN Ukrainy". 278 p.
7. Gorbachuk V., Gavrilenko S., Golotsukov G., Nikolenko D. (2020) Ekonomika Internet-zastosunkiv i tsyfrovoho kontentu [Economics of Internet applications and digital content]. *The role of technology in the socio-economic development of the post-quarantine world*. M. Gavron-Lapuszek, A. Karpenko (eds.) Katowice: Katowice School of Technology. P. 81–88.
8. Gorbachuk V., Gavrilenko S., Golotsukov G., Nikolenko D. (2021) Tsyfrova ekonomika y osvita [Digital economy and education]. *Vzdelávanie a spoločnosť. Prešovská univerzita v Prešove*. R. Bernatova, T. Nestorenko (eds.). V. I. P. 253–258.
9. Rodionov D., Kushneva O., Rudskaya I. (2013) Rejting universitetov kak instrument v konkurentnoï borbe na mirovom rynke obrazovatelnykh uslug [University ranking as a tool in competition in the world market of educational services]. *Innovacii* [Innovations], no. 11(181), pp. 89–97.
10. *Science & Engineering Indicators* (2018). Alexandria, VA: National Science Board.
11. Khimich O., Ivlichev V., Malchevskiy I., Bepalov S., Pustovoit M., Golotsukov G., Shchetynin I., Nikolenko D., Ivanov S., Kirsanov V. (2018) A framework for the creation of distributed information technology to support the scholarly research and organizational activities of the NAS of Ukraine. *Science and Innovation*, no. 14(1), pp. 47–59.
12. Gorbachuk V., Gavrilenko S., Golotsukov G., Nikolenko D. (2021) To digital technologies of patent processing for development of critical products. *Information and Digital Technologies 2021* (June 22–24, 2021, Zilina, Slovakia). P. 131–141.