

**ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИКИ
В СВІТІ ТА УКРАЇНІ**

Т. К. Кваша, завідувач відділу, ntatyana@ukr.net,

Л. В. Рожкова, завідувач сектору, liliya_rozhkova@ukr.net,

ДНУ «Український інститут науково-технічної експертизи та інформації»

У статті представлено методику відбору перспективних напрямів інноваційного розвитку на прикладі енергетичного сектору. Увага акцентується на тому, що формування переліку найбільш актуальних у світі напрямів для досліджень і розробок, їх подальше співставлення з можливостями науки та бізнесу в Україні дасть змогу більш ефективно використовувати бюджетні кошти на науку й інновації, що в свою чергу сприятиме економічному зростанню.

Новизна даного підходу полягає у поєднанні бібліометричного методу прогнозування та методу патентного аналізу. При цьому в основу дослідження було покладено використання інструментів міжнародної бази наукових публікацій «Web of Science» та патентної бази «Derwent Innovation». Обидві бази мають вбудовані можливості пошуку, аналізу та управління інформацією.

У процесі застосування бібліометричного методу було відібрано публікації за обраною тематикою, здійснено їх аналіз. Як результат, виокремлено найбільш перспективні наукові напрями з огляду на темпи росту кількості публікацій і цитувань.

Використовуючи інструментарій патентної бази «Derwent Innovation», зокрема, патентне картування, проведено патентний аналіз і обрано перспективні/передові світові технологічні тренди відповідно до темпів росту патентування та кольору розташування на ландшафтній карті. Отримані результати співставлено з пріоритетними напрямами інноваційної діяльності загальнодержавного рівня, які затверджені в Україні, з метою пошуку відповідності між ними.

Виявлено, що в енергетичному секторі рівень відповідності українських інноваційних пріоритетних напрямів загальнодержавного рівня світовим науковим та технологічним трендам становить 70% – три пріоритети відповідають проривним світовим напрямам, два – перспективним напрямам, два – популярним, але неперспективним. Вказано на необхідність перегляду нині діючих в Україні пріоритетних напрямів в галузі енергетики та приведення їх у відповідність до передових світових тенденцій розвитку науки та технологій.

Ключові слова: енергетика, пріоритетні напрями, інновації, бібліометрія, патентний аналіз, дослідницький фронт, патентна активність, технологічні тренди, патентний ландшафт.

Постановка проблеми. Енергетика являє собою сукупність галузей, виробництв і елементів інфраструктури, які покликані забезпечити потреби економіки та населення в енергоресурсах. Ця сфера є однією з найважливіших для функціонування й розвитку сучасної цивілізації, оскільки чим далі просувається людство в плані освоєння Землі і

космосу, тим більших обсягів енергоресурсів воно потребує.

Суспільне життя неможливе без передбачення майбутнього, без прогнозування перспективних напрямів його розвитку. В умовах науково-технічного прогресу розробка прогнозів є одним з вирішальних наукових факторів для формування стратегії удосконалення енергетичної системи держави.

Такі напрями, як альтернативна енергетика, зменшення енергоємності виробництва, накопичення та зберігання енергії, застосування новітніх енергоефективних технологій стають усе більш актуальними.

При існуючій проблемі обмеженості енергоресурсів, з якою стикається й Україна, питання інноваційного розвитку енергетики має надзвичайно важливе значення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням стабілізації економіки України, шляхом її переходу на інноваційний шлях розвитку, приділяється значна увага, зокрема, варто виділити праці таких науковців, як Амоші О. А. [1], Андрощука Г. О. [2], Радченка О. П. [3], Бурлаки В. Г. [4]. Серед наукових публікацій з інноваційної тематики є також ряд праць, присвячених розвитку енергетичної галузі України. Так, Домбровська Г. П. та Геращенко І. О. [5] піднімають питання щодо доцільності використання альтернативних джерел енергії, Салашенко Т. І. [6] досліджує проблеми та пріоритетні напрями зміцнення енергетичної безпеки. Можливості реструктуризації енергетичного сектору України за рахунок використання інновацій висвітлено у працях В. Ліра [7], І. М. Манаєнка [8], В. Микитенка [9], А. К. Шидловського [10].

Проте, незважаючи на досить високий рівень зацікавленості наукової спільноти у дослідженні енергетичного сектору, питання прогнозування перспективних напрямів інноваційного розвитку цієї галузі висвітлено не в повній мірі, що залишає можливість для подальших досліджень.

Формулювання мети статті. Метою даної статті є представлення методики відбору та формування переліку найбільш перспективних напрямів для створення нових технологій в енергетиці, порівняння загальносвітових трендів з українськими пріоритетами інноваційного розвитку.

Виклад основного матеріалу дослідження. Глобальна енергетична система постійно розвивається й кардинально змінюється. Ці зміни останнім часом значно пришвидшилися. За прогнозами агентства «Bloomberg», опублікованими в звіті «New Energy Outlook 2018» [11], протягом найближчих 20 років світове споживання електроенергії може зрости більш ніж на 50%, при цьому обсяг викидів парникових газів змен-

шиться на 75%. Такий сценарій стане можливим завдяки тому, що до 2040 року більше \$10 трлн глобальних інвестицій буде вкладено в ефективні генеруючі потужності нового покоління. Швидке зростання енергетичних потреб вимагає вдосконалення існуючих механізмів роботи та модернізації системи енергозабезпечення в цілому. Для цього мають бути створені та впроваджені нові технології.

З огляду на економічну ситуацію, яка склалася в Україні, державне фінансування інновацій, у тому числі у сфері енергетики, здійснюється за залишковим принципом, його обсяги незначні. Тому, на нашу думку, важливо спрямувати кошти у найбільш перспективні напрями, а відбір цих напрямів має забезпечити прогнозування.

Законом України «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності» від 08 вересня 2011 р. [12] визначено 7 стратегічних пріоритетів, серед яких є «Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії». Постановою Кабінету Міністрів України від 28.12.2016 р. № 1056 [13] у рамках даного стратегічного пріоритету було деталізовано напрями інноваційної діяльності – затверджено сім середньострокових напрямів загальнодержавного рівня. Реалізація цих пріоритетів має на меті модернізацію енергетичної системи України.

ДНУ «Український інститут науково-технічної експертизи та інформації» проводиться науково-дослідна робота щодо визначення відповідності середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності загальнодержавного рівня світовим науковим та технологічним трендам.

В узагальненому вигляді методика цього дослідження передбачає кілька етапів, кожен з яких включає певні кроки.

На першому етапі здійснюється:

а) відбір із бази «Web of Science» публікацій, які відносяться за тематикою до відповідного українського пріоритету;

б) аналіз публікацій, відібраних з бази «Web of Science», за результатами якого обираються найбільш перспективні наукові напрями (за темпами росту кількості публікацій та цитувань).

Другий етап дослідження передбачає:

а) відбір із бази «Derwent Innovation» публікацій патентів, які за тематикою відповідають тематиці відповідного українського пріоритету;

б) патентний аналіз результатів, відібраних з бази «Derwent Innovation», на основі якого обираються перспективні/передові світові технологічні напрями за темпами росту патентування та за кольором розташування на ландшафтній карті [14].

Побудова патентного ландшафту є одним із інструментів бази «Derwent Innovation» і являє собою візуалізацію результатів патентного пошуку щодо значущих тенденцій і взаємозалежностей у масиві обраної тематики. При патентному картуванні технічні рішення, описані в документації, відображаються на карті у вигляді ізольованих «островів», які показують окремі напрями дослідницької діяльності, найбільш популярні з яких утворюють великі «материки». Ці острови і материки можуть бути білими, коричневими або зеленими:

– білий колір – найбільша насиченість патентами й незначна кількість реєстрації нових патентів (стара область або область уповільнення);

– коричневий колір – дещо менша насиченість патентами, реєстрація нових патентів має спадну тенденцію (область уповільнення);

– зелений колір – відбувається активна реєстрація нових патентів (область зростання);

– блакитний колір – нові тематичні області, їх назви ще не визначені. Вони можуть

стати перспективними напрямими й «областю зростання» або відразу перейти в категорію «область уповільнення» чи зникнути з поля зору.

На третьому завершальному етапі дослідження порівнюються українські інноваційні пріоритети з результатами, отриманими у процесі визначення передових наукових та технологічних напрямів світу, на основі чого формуються висновки та пропозиції щодо корегування переліку українських пріоритетів.

Практичне застосування даної методики розглянемо більш детально на прикладі енергетичної галузі.

У базі «Web of Science» енергетику не виділено окремою областю досліджень. Публікації, які стосуються цієї галузі, містяться у ряді різних категорій, зокрема, енергія і паливо, мультидисциплінарні науки про матеріали, інженерна механіка, термодинаміка та ін. До попереднього набору публікацій було включено всі категорії, що містять технології, які відносяться до енергетики, енегоефективності, альтернативних (відновлювальних) джерел енергії, передачі енергії.

За період з 2011 р. до 2017 р. сумарна кількість публікацій у відповідних сферах налічувала 623856 одиниць (табл. 1).

Найбільш активно кількість публікацій зростала за такими категоріями, як «Енергія та паливо», «Наука про зелені сталі технології» та «Термодинаміка». Швидке зростання темпів цитування відзначено за такими категоріями, як «Наука про зелені сталі технології», «Фізична хімія» та «Енергія та паливо» (табл. 1).

Таблиця 1

Публікації у сфері енергетики за категоріями «Web of Science»

Категорії Web of Science	Кількість публікацій за 2011-2017 рр., од.	Частка публікацій, %	Індекс публікацій 2017/2011, %	Індекс цитування 2017/2011, %
Енергія та паливо	232106	37.2	215,4	441,3
Механіка	116956	18.7	141,9	360,5
Мультидисциплінарні науки про матеріали	83029	13.3	113,6	281,8
Інженерна механіка	79314	12.7	153,7	433,7
Електрохімія	76749	12.3	125,9	185,8
Термодинаміка	76393	12.2	196,9	398,2
Фізична хімія	76224	12.2	169,9	646,5
Ядерна неорганічна хімія	74242	11.9	93,9	129,7
Електрична, інженерна електроніка	63527	10.2	118,4	224,4
Прикладна фізика	59556	9.5	135,3	316,2
Матеріалознавство, покриття і плівки	46559	7.5	122,3	304,0
Ядерна фізика і техніка	44382	7.1	103,1	88,8

Хімічна інженерія	39196	6.3	185,4	355,0
Ядерна фізика	32038	5.1	76,5	84,4
Наука про зелені сталі технології	20237	3.2	404,7	647,8

Джерело: розроблено авторами на основі даних бази «Web of Science»

Подальший аналіз наукових публікацій здійснювався на основі ключових слів, вибраних із найбільш цитованих публікацій, методом сканування горизонту, а також за допомогою ключових слів дослідницьких фронтів – сукупності високоцитованих публікацій, які формуються за допомогою інструменту Essential Science Indicators (ESI) бази «Web of Science». Ці сукупності створюються на основі аналізу сумісного цитування статей, тобто вимірювання кількості

сумісних згадок пар статей у більш пізніх публікаціях.

Відповідно до ESI, до найбільш перспективних досліджень відносяться дослідження із ядерної, сонячної, гідроенергетики, біоенергетики, вітроенергетики, бездротової передачі енергії, енергоефективного будівництва, розробки суперконденсаторів, використання графену, перовскіту, плазми, нанотрубок (табл.2).

Таблиця 2

Тематика перших 30 дослідницьких фронтів у енергетиці

Ключові напрями	Рік найвищої активності
Ядерна фізика; хіральні ядерні взаємодії	2013.9
Нефулереновий полімер; органічні сонячні елементи	2014.9
Бездротова передача енергії	2013.8
Ефективне розщеплення води; фотоаноди; фотокатооди	2013.5
Скорочення викидів CO ₂ ; гіпотеза кривої Кузнеця для навколишнього середовища; споживання відновлюваної енергії	2014.1
Асиметричні суперконденсатори; електропровідні нанотрубові масиви	2014.5
Збір енергії хвиль; збір гідроакустичної енергії	2013.5
Перовскитні сонячні елементи; гібридні органічно-неорганічні перовскитні сонячні елементи	2015
Органічні світлочуттєві сонячні елементи	2013.7
Вуглецевий електрод; графен; аптасенсор	2014.6
Органічні сонячні батареї ; полімерно-фулеренові органічні фотовольтаїчні елементи	2013.4
Виробництво гідрату газу	2014.6
Нанокompозитні конденсатори	2015
Лазерна плазма; прискорення іонів	2013.5
Енергоефективне будівництво	2015.1
Цільнополімерні сонячні елементи	2014.3
Колоїдні квантові сонячні елементи	2014.2
Квантові сонячні елементи; леговані квантові сонячні елементи	2014.3
Галогенідніперовскитні сонячні елементи	2015.3
Тепловий двигун; термoeкономічна оптимізація	2014.6
Магнітне поле; інструмент для електромагнітного зображення	2013.2
Прогнозування швидкості вітру	2014.8
Вертикальна осьова вітряна турбіна; плавуча офшорна вітряна турбіна; вітровий тунель	2015.6
Енергетичні матеріали	2015.1
Накопичення електрохімічної енергії; гібридний суперконденсатор	2013.9
Викиди CO ₂ ; викиди CO ₂ в енергетиці	2014.2
Скорочення споживання енергії; енергоефективність	2013.4
Біомаса з міскантусу; виробництво біоенергії	2014.9

Джерело: розроблено авторами на основі даних бази «Web of Science»

Зведений аналіз за категоріями досліджень та ключовими словами (у т.ч. із ESI), виявив, що до проривних наукових напрямів відносяться:

- застосування графену в енергетиці;
- використання галогенідів;
- застосування перовскитів;
- використання нанорідин;
- зберігання теплової енергії;
- розробка суперконденсаторів.

До перспективних наукових досліджень відносяться дослідження за тематикою:

- розробка літій іонних батарей;
- уловлювання CO₂, скорочення викидів CO₂;
- використання анодних матеріалів;
- сонячна енергетика, сонячні елементи та батареї;

- системи генерації енергії;
- застосування карбонових нанотрубок;
- дослідження з фотовольтаїки;
- виробництво енергії з біомаси, у т.ч. біодизелю.

Крім цього, відповідно до дослідницьких фронтів (табл. 2) перспективними є дослідження із ядерної енергії, бездротової передачі енергії, застосування плавучих офшорних вітряних турбін, енергоефективне будівництво, розроблення енергетичних матеріалів та теплових двигунів.

Відбір патентів з енергетики у базі «Derwent Innovation» здійснювався на основі кодів Міжнародної патентної класифікації (МПК) (табл. 3).

Таблиця 3

Коди та назви розділів Міжнародної патентної класифікації, що відносяться до сфери енергетики

Код (індекс рубрики)	Назва
Розділ Н	Електрика /за виключенням Н03 (електронні схеми загального призначення) та Н04 (техніка зв'язку)
F21	Освітлення
F22	Генерування пари
F23	Пристрої для спалювання палива; способи спалювання палива
F24	Нагрівання; печі та плити; вентиляція
F25	Холодильна або морозильна техніка; комбіновані системи для нагріву і охолодження; системи з тепловими насосами; виробництво або зберігання льоду; скраплення або затвердіння газів
F26B 3/00; F26B 21/00; F26B 23/00	Сушіння твердих матеріалів або об'єктів з використанням тепла; пристрої для подавання повітря або газу для сушіння; нагрівання
F27	Нагрівальні печі; випалювальні печі; плавильні печі; ретортні печі
F28	Теплообмін взагалі
F03D	Вітрові двигуни
G21H	Отримання енергії з джерел радіоактивності; застосування випромінювання з джерел радіоактивності, що не охоплені іншими рубриками; використання космічного випромінювання
G21C 3/40	Конструктивне поєднання паливного елемента з термоелектричним елементом для безпосереднього отримання електричної енергії з теплоти поділу
G21D 7/00	Засоби прямого виробництва електричної енергії реакціями синтезу або поділу
G21D 7/02	за допомогою магнітогідродинамічних генераторів
G21D 7/04	за допомогою термоелектричних елементів
G21D 9/00	Засоби забезпечення теплом для цілей, відмінних від перетворення в механічну енергію, наприклад для опалювання будинків

За період 2011–2017 рр. відібрано 5623844 патентів із загальної кількості у 115534963 од., динаміка реєстрації відібраних

патентів мала зростаючу тенденцію (див. рис. 1).

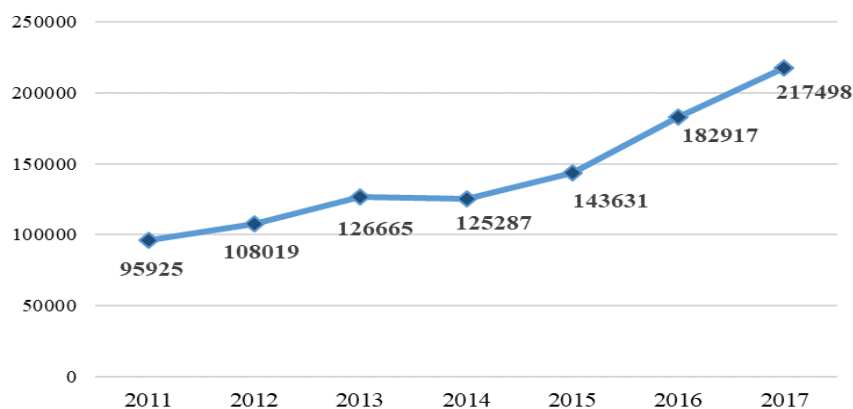


Рис. 1. Динаміка патентування у сфері енергетики протягом 2011–2017 рр., од.
Джерело: розроблено авторами на основі даних бази «Derwent Innovation»

За кодами МПК найвищі темпи зростання кількості опублікованих патентів фіксуються у підрозділі «Освітлення, теплопостачання» (рис. 2), які перевищують 60000%. До цієї групи відносяться патенти для освітлювальних, опалювальних систем або пристроїв, у т. ч. нагрівачів, печей (кремаційні, побутові), теплообмінних апаратів, їх конструкційних елементів. Сюди входять також генерування електричної енергії шляхом перетворення інфрачервоного випромінювання, видимого світла або ультрафіолетового світла, сушіння.

Група з темпами 10000–60000% також відноситься до підрозділу «Освітлення, теплопостачання». Тематика охоплює патенти щодо холодильних приладів, кондиціонерів, отримання та використання льоду або тепла, розміщення сигнальних або освітлювальних пристроїв, систем живлення електромереж і розподілу електричної енергії тощо.

Темпи росту від 1000% до 10000% притаманні обом групам, за тематикою до яких потрапляють:

- оптичні, електричні прилади та їх деталі;
- скраплення, затвердіння або поділ газів або їх сумішей;
- отримання електричної енергії з радіоактивних джерел або з хімічної енергії;
- кондиціонування повітря;
- системи сигналізації, контролю або викидів.

За класом «Електрика» групу з найвищими темпами патентування очолив напрям із кодом G06Q «Системи обробки даних або методи, що виконують наглядові цілі для адміністративного, комерційного, фінансо-

вого, управлінського використання», темпи росту патентування за яким становлять 4641% і такими, що на 30% випереджають темпи зростання активності за наступними трьома кодами МПК за даним класом.

Патентна активність за цим кодом у 2011–2017 рр. щорічно зростала приблизно на 800–1300 патентів.

Інші найбільш перспективні напрями: системи сигналізації, отримання електричної енергії з радіоактивної, хімічної енергії, електроустаткування транспортних засобів, кондиціонування тощо.

Аналіз опублікованих патентів у сфері енергетики за ключовими словами передових наукових напрямів досліджень показав, що найбільш перспективними є такі напрями: підвищення енергоефективності, бездротова передача енергії, використання галогенідів, перовскитів та енергоефективне будівництво. Результати цього аналізу доповнили перелік пріоритетів, які відповідають світовим передовим трендам, напрямом «Освоєння нових технологій будівництва енергоефективних житлових та комунально-побутових будівель і приміщень».

Ландшафтну карту енергетичної галузі поділено приблизно навпіл коричневими та зеленими ділянками (рис. 2).

До областей уповільнення відносяться: паливо, зокрема газ; горіння палива; батареї; електроди та шарові електроди; мотори; системи охолодження, кондиціонування; кабелі, конектори, кріплення, напівпровідникові пластини, електроніка; світлодіоди; освітлення, лазери; органічні оптичні детектори, плазмові камери тощо.



Рис. 2. Патентний світовий ландшафт сфери «енергетика»

Джерело: розроблено авторами на основі даних бази «Derwent Innovation»

До областей зростання відносяться: технології багаторівневого освітлення, акумулювання й зберігання енергії, оптичні детектори, шаруваті керамічні компоненти, металева фурнітура, напівпровідникові покриття, електричні дроти тощо.

Частина напрямів розташувалась і на коричневих, і на зелено-блакитних ділянках. Наприклад, перемикачі, п'єзоелектричні електроди, сонячні елементи. Значна кількість патентів для виробництва сонячних елементів вже заповнила білу ділянку карти, але частина патентів щодо: матеріалів для формування силіконової плівки; полімерів, що містять сульфітовану фенольну групу та кремнеземну плівку і мембрану; методу виробництва захисних шарів для металевої біполярної плати розташовуються на зеленій площині – ділянка із номером 1 на рис. 2.

Порівняння областей зростання із високорозростаючими патентними класами, що визначені на попередньому етапі, або аналіз розташування всіх потенційно перспективних (можливо, проривних) напрямів на ландшафтній карті дали змогу перенести частину класів із найбільш перспективної сфери до просто перспективної або неперспективної, а частину напрямів, що мали менші темпи росту патентування, але розміщувалися на блакитних ділянках – до найбільш перспективних.

Узагальнення патентного аналізу дає можливість віднести до найбільш передових

і перспективних світових енергетичних напрямів технології щодо:

- освітлення, у т. ч. багаторівневого;
- теплопостачання, акумулювання й зберігання енергії;
- скраплення, затвердіння або поділу газів або їх сумішей;
- бездротової передачі енергії;
- підвищення енергоефективності;
- отримання електричної енергії з радіоактивних джерел або з хімічної енергії;
- кондиціонування повітря;
- систем сигналізації, контролю або викликів;
- використання галогенідів, перовскитів (сонячна або наноенергетика);
- енергоефективного будівництва;
- отримання енергії із біомаси;
- графенових, скляних вуглеводневих електродів;
- використання ІКТ для адміністративного, комерційного, фінансового, управлінського використання.

Патенти з усіх груп співпадають з передовими науковими дослідженнями щодо зберігання теплової енергії, систем генерації енергії та акумулювання і зберігання енергії, бездротової передачі енергії, енергоефективного будівництва, енергоефективності, зменшення викидів CO₂.

Аналіз відповідності середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності загальнодержавного рівня пере-

довим технологічним світовим напрямом показав, що найбільш перспективним світовим напрямом відповідають три середньострокових загальнодержавних пріоритети:

– перший, але лише щодо «освоєння нових технологій удосконалення енергетичних мереж та обладнання» (без урахуванням другої половини щодо «гармонізації української енергетичної мережі з енергетичною системою країн ЄС»);

– четвертий «освоєння нових технологій будівництва енергоефективних житлових та комунально-побутових будівель і приміщень»;

– шостий «освоєння нових технологій енергоефективного спалювання різних видів палива» – щодо способів або пристроїв для спалювання тільки твердого палива, скраплення, затвердіння або поділ газів або їх сумішей та способів або пристроїв для спалювання з використанням рідкого, газоподібного або твердого палива, що знаходиться в підвішеному стані в повітрі.

Перспективним світовим технологічним напрямом відповідають третій і п'ятий загальнодержавні пріоритети:

– щодо освоєння нових технологій отримання та накопичення енергії з відновлюваних джерел (відносно сонячної енергетики – використання фотоелектричних модулів, перовскитів – це найбільш перспективні напрями, відносно вітрової енергетики – перспективний напрям). Починаючи з 2014 р. динаміка патентування цього напрямку уповільнилась – у 2014 р. запатентовано майже на 500% більше, ніж у 2011 р., а у 2017 р. порівняно з 2014 р. – лише на 29%. Ландшафтна карта із виділенням технологій отримання та накопичення енергії з відновлюваних джерел демонструє їхнє розташування переважно на коричневих ділянках. На зеленому полі розташувалися патенти щодо електроенергетичної системи для електричного транспортного засобу та Е-системи та методи статистичного контролю із виявлення несправностей в системі управління будівлею, що додатково доводить важливість технологій будівництва енергоефективних будівель і приміщень та технологій транспорту (II стратегічний пріоритет). На блакитному полі – щодо механізму перетворення сонячної енергії в електричну

– сонячна енергетика, яка вже увійшла в групу проривних напрямів;

– освоєння нових технологій отримання альтернативних видів палива. Патенти цієї тематики розташовуються переважно на коричневих ділянках.

На блакитних полях розташовані патенти стосовно транспортних засобів, деталей контрольних датчиків, з'єднувальних пристроїв і т.д.

До популярних, але не дуже перспективних напрямів, відносяться другий і сьомий пріоритети – щодо когенераційних установок та теплових насосів, патентування яких з 2014 р. теж уповільнилося.

Відсутні серед українських пріоритетів світові перспективні області:

– усі технології акумулювання енергії;
– технології «Цифрової підстанції», які дозволяють у системах управління та захисту перейти від передачі керуючих сигналів аналоговим методом до цифрового;

– технологічні напрями: двигуни внутрішнього згорання; багаторівневе освітлення; моторні приводи;

– технології бездротової передачі енергії;

– системи кондиціонування повітря, вентилятори та ін.

Висновки. До найбільш передових світових наукових досліджень та напрямів інноваційної діяльності відносяться напрями щодо сонячної енергетики (зокрема використання галогенідів, перовскитів), зберігання теплової енергії, систем генерації енергії та акумулювання й зберігання електроенергії, бездротової передачі енергії, енергоефективного будівництва, багаторівневого освітлення.

Рівень відповідності українських інноваційних пріоритетних напрямів загальнодержавного рівня світовим становить 70% – три пріоритети відповідають проривним світовим напрямом, два – перспективним напрямом, два – популярним, але неперспективним.

Виключити з переліку пріоритетних напрямів інноваційної діяльності щодо енергетики два середньострокових пріоритети – 1.7 Освоєння нових технологій використання теплових насосів та 1.2 Освоєння нових технологій створення енергогенеруючих

потужностей на основі когенераційних установок.

Додати до переліку пріоритетних напрямів інноваційної діяльності енергетичного спрямування 3 середньострокових пріоритети:

- розробка технологій багаторівневого освітлення;
- розробка технологій бездротової передачі енергії;
- системи кондиціонування повітря, вентилятори та ін., у т. ч. на транспорті.

Література

1. Амоша, А. И. Инновационное развитие и конкурентоспособность стран [Електронний ресурс] / А. И. Амоша // Проблемы развития внешнеэкономических связей и привлечения иностранных инвестиций: региональный аспект: Сб. науч. тр. – 2009. – С. 510–515.

2. Андрощук Г. О. Національні інноваційні системи: еволюція, детермінанти результативності: монографія / Г. О. Андрощук, С. А., Давимука Л. І. Федулова. – К. : Парлам. вид-во, 2015. – С. 16–19.

3. Радченко О. П. Інноваційний розвиток національної економіки – конкурентоспроможність держави на міжнародному ринку / О. П. Радченко // Ринкова економіка: сучасна теорія і практика управління. Т. 14, Вип. 3 (31) : зб. наук. праць. – Одеса : Одеський національний університет імені І. І. Мечнікова, 2015. – С. 51–63.

4. Бурлака В. Г. Пріоритетні напрями науково-технічного та інноваційного розвитку економіки України / В. Г. Бурлака // Ефективна економіка. – 2014. – №12. – С. 47.

5. Домбровська Г. П. Нові інноваційні технології в енергетиці / Г. П. Домбровська, І. О. Герашенко, Ю. О. Григор'єва // Бізнесінформ. – 2011. – №12. – С. 58–60.

6. Салашенко Т. І. Енергетична безпека України в сфері електроенергетики: системні проблеми та пріоритетні напрями / Т. І. Салашенко // Ефективна економіка. – 2016. – №5.

7. Лір В. Е. Енергонезалежність України: досягнення та перспективи / В. Е. Лір // Економіка і прогнозування. – 2016. – №2. – С. 110–131.

8. Манаєнко І. М. Інвестиційне забезпечення інноваційного розвитку підприємств електроенергетики: монографія / І. М. Манаєнко – К. : НТУУ «КПІ», 2016. – 157 с.

9. Микитенко В. В. Формування комплексної системи управління енергоефективністю у галузях промисловості: монографія / В. В. Микитенко. – К. : Інститут економіки НАН України, «ЕксОб», 2004. – 336 с.

10. Шидловський А. К. Розвиток паливно-енергетичного комплексу шляхом його модернізації / Матеріали науково-практичної конференції «Утвердження інноваційної моделі розвитку економіки України», Київ, 2003 р. – С. 17–21.

11. New Energy Outlook 2018. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://about.bnef.com/new-energy-outlook/>

12. Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні: Закон України від 08.09.2011 № 3715-VI, ред. від 05.12.2012 // База даних «Законодавство України»/ ВР України. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/3715-17>

13. Постанова КМУ від 28 грудня 2016 року № 1056 «Деякі питання визначення середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності загальнодержавного рівня на 2017–2021 роки» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/KP161056.html

14. Кваша Т. К. Практика використання дослідно-аналітичної платформи «Derwent Innovation» на прикладі галузі «Водопостачання та водовідведення» / Т. К. Кваша // Матеріали XVII Міжнародної науково-практичної конференції «Побудова інформаційного суспільства: ресурси і технології», 27 вересня 2018 р. – м. Київ : ДНУ «Український інститут науково-технічної експертизи та інформації» (вул. Антоновича, 180). – С. 27–35.

References

1. Amosha A. I. *Innovatsionnoe razvitiie i konkurentosposobnost stran* [Innovative development and competitiveness of countries] / A. I. Amosha // Problemy razvitiya vneshneekonomicheskikh svyazey i privlecheniya inostrannykh investitsiy: regionalnyy aspekt: Sb. nauch. tr. – 2009. – P. 510–515.

2. Androshchuk H. O. *Natsionalni innovatsiyni systemy: evoliutsiia, determinanty rezultatyvnosti* [National innovation systems: evolutions, determinants of performance]: monohrafiia / H. O. Androshchuk, S. A. Davymuka, L. I. Fedulova. – K. : Parlam. vyd-vo, 2015. – P. 16–19.

3. Radchenko O. P. *Innovatsiynyy rozvytok natsionalnoi ekonomiky – konkurentospromozhnist derzhavy na mizhnarodnomu rynku* [Innovative development of the national economy – the state's competitiveness in the international market] / O. P. Radchenko // Rynkova ekonomika: suchasna teoriia i praktyka upravlinnia. T. 14, Vyp. 3 (31): zb. nauk. prats. – Odesa : Odeskyy natsionalnyy universytet imeni I. I. Mechnikova, 2015. – P. 51–63.

4. Burlaka V. H. *Priorytetni napriamy naukovotekhnichnogo ta innovatsiynoho rozvytku ekonomiky Ukrainy* [Priority directions of scientific, technological and innovative development of the Ukrainian economy] / V. H. Burlaka // Efektyvna ekonomika. – 2014. – №12. – P. 47.

5. Dombrovska H. P. *Novi innovatsiyni tekhnologii v enerhetytsi* [New innovative technologies in the energy sector] / H. P. Dombrovska, I. O. Herashchenko, Yu. O. Hryhorieva // Biznesinform. – 2011. – №12. – P. 58–60.

6. Salashenko T. I. *Enerhetychna bezpeka Ukrainy v sferi elektroenerhetyky: systemni problemy ta priorytetni napriamy* [Energy security of Ukraine in the electricity industry: system problems and priority areas] / T. I. Salashenko // Efektyvna ekonomika. – 2016. – №5.

7. Lir V. E. *Enerhonzalezhnist Ukrainy: dosiahnennia ta perspektyvy* [Ukraine's energy independence: achievements and prospects] / V. E. Lir // *Ekonomika i prohnozuvannia*. – 2016. – №2. – P. 110–131.
8. Manaienko I. M. *Investytsiine zabezpechennia innovatsiinoho rozvytku pidpriemstv elektroenerhetyky: monohrafiia* [Investment support of innovative development of electricity industry enterprises] / I. M. Manaienko. – K. : NTUU «KPI», 2016. – 157 p.
9. Mykytenko V. V. *Formuvannia kompleksnoi systemy upravlinnia enerhoefektyvnistiu u haluziakh promyslovosti* [Formation of an integrated system of energy efficiency management in the branches of industry]: monohrafiia / V. V. Mykytenko. – K. : Instytut ekonomiky NAN Ukrainy, «EksOb», 2004. – 336 p.
10. Shydlovskiy A. K. *Rozvytok palyvno-enerhetychnoho kompleksu shliakhom yoho modernizatsii* [Development of the fuel and energy complex through its modernization] / *Materialy naukovopraktychnoi konferentsii «Utverdzhennia innovatsiinoi modeli rozvytku ekonomiky Ukrainy»*, Kyiv, 2003 r. – P. 17–21.
11. New Energy Outlook 2018, available at: <https://about.bnef.com/new-energy-outlook/>
12. *Pro priorytetni napriamy innovatsiinoi diialnosti v Ukraini* [About priority directions of innovative activity in Ukraine]: *Zakon Ukrainy* vid 08.09.2011 № 3715-VI, red. vid 05.12.2012 // *Baza danykh «Zakonodavstvo Ukrainy»*/ VR Ukrainy. – Rezhym dostupu: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/3715-17>
13. *Postanova KМУ vid 28 hrudnia 2016 roku № 1056 «Deiaki pytannia vyznachennia serednostrokovykh priorytetnykh napriamiv innovatsiinoi diialnosti zahalnodержavnogo rivnia na 2017–2021 roky»* [Resolution of KМУ from December, 28, 2016 № 1056 «Some questions of determination of medium-term priority directions of innovative activity of common-state level on 2017–2021»] [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/KP161056.html
14. Kvasha T. K. *Praktika vukorystannia doslidno-analitychnoi platformy «Derwent Innovation» na prykladi galuzi «Vodopostachannia ta vodovivedennia»* [The practice of using Derwent Innovation research and analytical platform on the example of the water supply and wastewater industry] / T. K. Kvasha // *Materialy KhVII Mizhnarodnoi naukovopraktychnoi konferentsii «Pobudova informatsiynoho suspilstva: resursy i tekhnolohii»*, 27 veresnia 2018, Kyiv: DNU «Ukrainskyi instytut naukovo-tekhnichnoi ekspertyzy ta informatsii» (st. Antonovich, 180). – P. 27–35.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ В МИРЕ И УКРАИНЕ

*Т. К. Кваша, заведующая отделом, Л. В. Рожкова, заведующая сектором,
ГНУ «Украинский институт научно-технической экспертизы и информации»*

В статье представлена методика отбора перспективных направлений инновационного развития на примере энергетического сектора. Внимание акцентируется на том, что формирование перечня наиболее актуальных в мире направлений для исследований и разработок, их дальнейшее сопоставление с возможностями науки и бизнеса в Украине позволит более эффективно использовать бюджетные средства на науку и инновации, что в свою очередь будет способствовать экономическому росту.

Новизна данного подхода заключается в сочетании библиометрического метода прогнозирования и метода патентного анализа. При этом в основу исследования было положено использование инструментов международной базы научных публикаций «Web of Science» и патентной базы «Derwent Innovation». Обе базы имеют встроенные возможности поиска, анализа и управления информацией.

В процессе применения библиометрического метода были отобраны публикации по избранной тематике, осуществлено их анализ. Как результат, выделены наиболее перспективные научные направления учитывая темпы роста количества публикаций и цитирований.

Используя инструментарий патентной базы «Derwent Innovation», в частности, патентное картирование, проведен патентный анализ и выбраны перспективные / передовые мировые технологические тренды в соответствии с темпами роста патентования и цвета расположение на ландшафтной карте.

Полученные результаты были сопоставлены с приоритетными направлениями инновационной деятельности общегосударственного уровня, которые утверждены в Украине, с целью поиска соответствия между ними.

Выявлено, что в энергетическом секторе уровень соответствия украинских инновационных приоритетных направлений общегосударственного уровня мировым научным и тех-

нологическим трендам составляет 70% - три приоритета соответствуют прорывным мировым направлениям, два - перспективным направлениям, два - популярным, но неперспективным.

Указано на необходимость пересмотра ныне действующих в Украине приоритетных направлений в области энергетики и приведения их в соответствие с передовыми мировыми тенденциями развития науки и технологий.

Ключевые слова: энергетика, приоритетные направления, инновации, библиометрия, патентный анализ, исследовательский фронт, патентная активность, технологические тренды, патентный ландшафт.

UPCOMING TRENDS OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF ENERGY SECTOR IN THE WORLD AND UKRAINE

*T. K. Kvasha, Head of Department, L. V. Rozhkova, Head of the Sector,
SSO «Ukrainian Institute of Scientific and Technical Expertise and Information»*

The methodology of selecting upcoming trends of innovation development is presented on the example of energy sector. Attention is focused on the fact that listing of the most relevant research and development areas in the world and their further comparison with the possibilities of science and business in Ukraine will make it possible to use budget funds for science and innovation more efficiently, which in turn will contribute to economic growth.

The novelty of this approach is in combining the bibliometric prediction method and the patent analysis method. At the same time, the research was based on the use of instruments of the international database of scientific publications «Web of Science» and the patent database «Derwent Innovation». Both databases have built-in capabilities for searching, analyzing and managing information.

In the process of using the bibliometric method, publications on the chosen topic were selected, their analysis was carried out. As a result, the most perspective scientific areas were outlined taking into account the growth rates of publications and the citation level.

Using the «Derwent Innovation» patent toolkit, in particular, patent mapping, there was conducted a patent analysis and selected perspective/advanced world technological trends in accordance with the growth rate of patenting and the color of the location on the landscape map. The obtained results were compared with the priority areas of innovation activity on the national level, which were approved in Ukraine, in order to find the correspondence between them.

It was revealed that in the energy sector the level of compliance of Ukrainian innovation priority areas of the national level to the world scientific and technological trends is 70% – three priorities correspond to breakthrough world areas, two – to perspective areas, two – to popular, but not to prospective. There was pointed out the need to revise the current priorities in Ukraine in the field of energy and bring them in line with the advanced global trends of the development of science and technology.

Keywords: energy, priority areas, innovations, bibliometrics, patent analysis, research front, patent activity, technological trends, patent landscape.

Надійшла до редакції 1.09.18 р.