

Наукометричний та патентний аналіз сфери “Енергетика, енергоефективність”:

основні світові тренди, співвідносність з ними українських інноваційних пріоритетів та місце України на відповідному світовому ринку інтелектуальної власності

Законом України “Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності”¹ (визначено 7 стратегічних інноваційних пріоритетів на 2011-2021 рр.)². Постановою КМУ № 1056 від 28.12.2016 р. у рамках цих стратегічних пріоритетів встановлені 41 середньостроковий пріоритет загальнодержавного рівня.

Українським інститутом науково-технічної експертизи та інформації в рамках кожного стратегічного інноваційного пріоритету проведена науково-дослідна робота щодо:

відповідності середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності світовим науковим та технологічним трендам;

виявлення основних світових патентоволоділців за кожним тематичним / технологічним напрямом;

визначення місця України на міжнародному ринку інтелектуальної власності;

визначення основних українських закладів вищої освіти та наукових установ, що отримали патенти у міжнародних патентних офісах.

Дослідження для кожного стратегічного інноваційного пріоритету окремо здійснено кількома кроками, кожен з яких розділяється на окремі етапи:

I. а) відбір із бази Web of Science публікацій, що відносяться за тематикою до відповідного українського стратегічного пріоритету;

б) аналіз відібраних публікацій, за результатами якого обираються найбільш перспективні наукові напрями (за темпами росту публікацій та цитувань).

II. а) відбір із бази Derwent Innovation публікацій патентів, які за тематикою відповідають тематиці відповідного українського стратегічного пріоритету;

б) аналіз відібраних патентів, за результатами якого обираються

1 Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні: Закон України від 08.09.2011 № 3715-VI / Верховна Рада України. Законодавство України. URL : <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/3715-17>.

1. Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії.

2. Освоєння нових технологій високотехнологічного розвитку транспортної системи, ракетно-космічної галузі, авіа- і суднобудування, озброєння та військової техніки.

3. Освоєння нових технологій виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання, створення індустрії наноматеріалів та нанотехнологій.

4. Технологічне оновлення та розвиток агропромислового комплексу

5. Впровадження нових технологій та обладнання для якісного медичного обслуговування, лікування, фармацевтики

6. Широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища.

7. Розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки.

перспективні / передові світові технологічні напрями (за темпами росту патентування та ступенем насиченості напрямку на ландшафтній карті³).

III. Порівняння українських інноваційних пріоритетів із передовими світовими науковими та технологічними напрямами і відбір тих пріоритетів, які відповідають світовим трендам.

IV. Визначення основних світових патентоволоділців.

V. Визначення місця України на світовому ринку інтелектуальної власності.

VI. Визначення основних українських патентоволоділців, у т.ч. закладів вищої освіти та наукових установ.

Дане дослідження здійснене для першого стратегічного інноваційного пріоритету *“Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії”*⁴.

1 Аналіз публікацій бази Web of Science

У базі Web of Science енергетику не виділено окремою сферою досліджень або категорією. Публікації, які стосуються енергетики, 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, енергоефективності, альтернативних (відновлювальних) джерел енергії, передачі енергії.

За період з 2011 по 2017 рр. сумарна кількість публікацій у відповідних сферах налічувала 623856 од. (табл. 1).

³ Патентний ландшафт - візуалізація результатів патентного пошуку щодо значущих тенденцій і взаємозалежностей у масиві обраної тематики. При патентному картуванні описані в документації технічні рішення 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 і незначна кількість реєстрації нових патентів (стара область або область уповільнення);

коричневий колір – дещо менша насиченість, нова реєстрація більш активна, але має спадну тенденцію (область уповільнення);

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

блакитний – нові тематичні області, ще не визначені їх назви. Ці області можуть стати новими перспективними напрямами і областю зростання або відразу перейти в категорію "область уповільнення" чи зникнути з поля зору.

⁴ Постановою КМУ № 1056 у 2016 р. в рамках цього стратегічного пріоритету визначені середньострокові пріоритетні напрями загальнодержавного рівня:

1. Освоєння нових технологій удосконалення енергетичних мереж та обладнання з урахуванням намірів їх гармонізації з енергетичною системою країн ЄС.

2. Освоєння нових технологій створення енергогенеруючих потужностей на основі когенераційних установок.

3. Освоєння нових технологій отримання альтернативних видів палива.

4. Освоєння нових технологій будівництва енергоефективних житлових та комунально-побутових будівель і приміщень.

5. Освоєння нових технологій отримання та накопичення енергії з відновлюваних джерел.

6. Освоєння нових технологій енергоефективного спалювання різних видів палива.

7. Освоєння нових технологій використання теплових насосів.

Таблиця 1 - Публікації у сфері енергетики за категоріями Web of Science

Категорії Web of Science	Кількість публікацій за 2011-2017 рр.	Частка публікацій, %
Енергія та паливо	232106	37,2
Механіка	116956	18,7
Мультидисциплінарні науки про матеріали	83029	13,3
Інженерна механіка	79314	12,7
Електрохімія	76749	12,3
Термодинаміка	76393	12,2
Фізична хімія	76224	12,2
Ядерна неорганічна хімія	74242	11,9
Електрична, інженерна електроніка	63527	10,2
Прикладна фізика	59556	9,5
Матеріалознавство, покриття і плівки	46559	7,5
Ядерна фізика і техніка	44382	7,1
Хімічна інженерія	39196	6,3
Ядерна фізика	32038	5,1
Наука про зелені сталі технології	20237	3,2

Джерело: Web of Science

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. 2).

Таблиця 2 - Показники публікаційної активності та цитування за категоріями Web of Science у 2011-2017 рр.

Назва категорії Web of Science	Індекс публікацій 2017/2011, %	Індекс цитування 2017/2011, %
Енергія та паливо	215,4	441,3
Механіка	141,9	360,5
Мультидисциплінарні науки про матеріали	113,6	281,8
Інженерна механіка	153,7	433,7
Електрохімія	125,9	185,8
Термодинаміка	196,9	398,2
Фізична хімія	169,9	646,5
Ядерна неорганічна хімія	93,9	129,7
Електрична, інженерна електроніка	118,4	224,4
Прикладна фізика	135,3	316,2
Матеріалознавство, покриття і плівки	122,3	304,0
Ядерна фізика і техніка	103,1	88,8
Хімічна інженерія	185,4	355,0
Ядерна фізика	76,5	84,4
Наука про зелені сталі технології	404,7	647,8

Джерело: Web of Science

Подальший аналіз наукових публікацій здійснювався на основі ключових слів, вибраних із найбільш цитованих публікацій, та 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 з ядерної, сонячної, гідро-, біо-, вітроенергетики, використання графену, перовскіту, плазми, нанотрубок, бездротова передача енергії, енергоефективне будівництво, конденсатори та суперконденсатори (табл. 3).

Таблиця 3 - Тематика перших 30 дослідницьких фронтів енергетичної сфери

Ключові напрями	Рік найвищої активності
Ядерна фізика; хіральні ядерні взаємодії	2013
Нефулереновий полімер; органічні сонячні елементи	2014
Бездротова передача енергії	2013
Ефективне розщеплення води; фотоаноди; фотокатоли	2013
Скорочення викидів CO ₂ ; гіпотеза кривої Кузнеця для навколишнього середовища; споживання відновлюваної енергії	2014
Асиметричні суперконденсатори; електропровідні нанотрубові масиви	2014
Збір енергії хвиль; збір гідроакустичної енергії	2013
Перовскитні сонячні елементи; гібридні органічно-неорганічні перовскитні сонячні елементи	2015
Органічні світлочуттєві сонячні елементи	2013
Вуглецевий електрод; графен; аптасенсор	2014
Органічні сонячні батареї ; полімерно-фуліренові органічні фотовольтаїчні елементи	2013
Виробництво гідрату газу	2014
Нанокompозитні конденсатори	2015
Лазерна плазма; прискорення іонів	2013
Енергоефективне будівництво	2015
Цільнополімерні сонячні елементи	2014
Колоїдні квантові сонячні елементи	2014
Квантові сонячні елементи; леговані квантові сонячні елементи	2014
Галогенідні перовскитні сонячні елементи	2015
Тепловий двигун; термoeкономiчна оптимiзацiя	2014
Магнітне поле; інструмент для електромагнітного зображення	2013
Прогнозування швидкості вітру	2014
Вертикальна осьова вітряна турбіна; плавуча офшорна вітряна турбіна; вітровий тунель	2015
Енергетичні матеріали	2015

Накопичення електрохімічної енергії; гібридний суперконденсатор	2013
Викиди CO ₂ ; викиди CO ₂ в енергетиці	2014
Скорочення споживання енергії; енергоефективність	2013
Біомаса з міскантусу; виробництво біоенергії	2014

Джерело: Essential Science Indicators бази Web of Science

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

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

До перспективних наукових досліджень відносяться дослідження за тематикою:

- літій іонні батареї;
- уловлювання CO₂, скорочення викидів CO₂;
- анодні матеріали;
- сонячна енергетика, сонячні елементи та батареї;
- системи генерації енергії;
- карбонові нанотрубки;
- фотовольтаїка;
- виробництво енергії з біомаси, у т. ч. біодизелю.

Крім цього, відповідно до дослідницьких фронтів (табл. 3) перспективними є дослідження з *ядерної енергії, бездротової передачі енергії, застосування плавучих офшорних вітряних турбін, енергоефективне будівництво, розроблення енергетичних матеріалів та теплових двигунів.*

2 Патентний аналіз на основі бази Derwent Innovation

Відбір патентів до патентної енергетичної бази здійснювався на основі кодів МПК⁵ (табл. 4).

Таблиця 4 - Коди та назви розділів Міжнародної патентної класифікації, що відносяться до сфери енергетики

Код (індекс рубрики)	Назва
-----------------------------	--------------

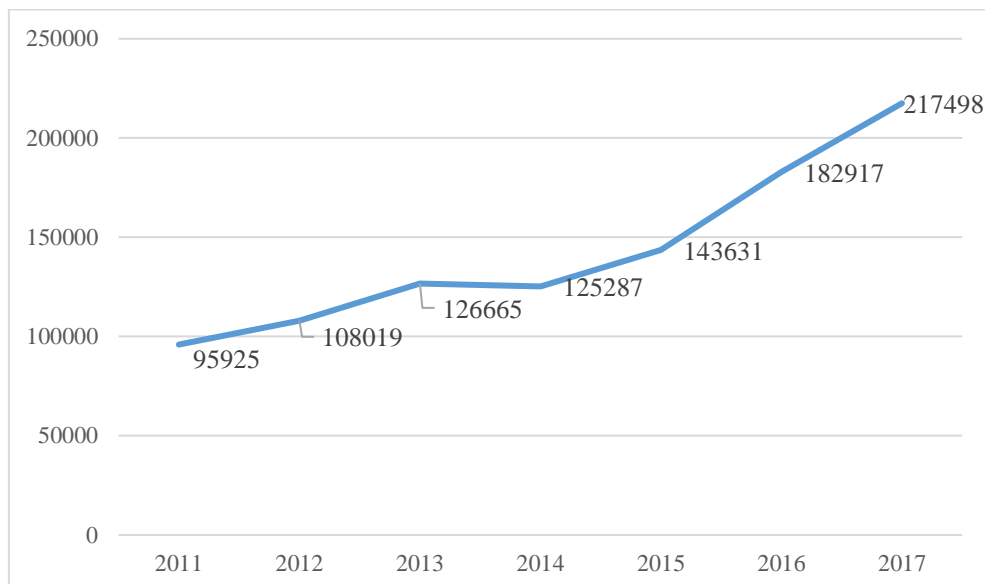
⁵ H01 OR H02 OR H05 OR H99 OR F21 OR F22 OR F23 OR F24 OR F25 OR F27 OR F28 OR F26B0003* OR F260021* OR F26B0023* OR F03D OR G21D0007* OR G21D0009* OR G21H OR G21C000340*

Розділ Н	Електрика /за виключенням Н03 (електронні схеми загального призначення) та Н04 (техніка зв'язку)*/
F21	Освітлення
F22	Генерування пару
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 за допомогою способів 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	ОДЕРЖУВАННЯ ЕНЕРГІЇ З ДЖЕРЕЛ РАДІОАКТИВНОСТІ; ЗАСТОСОВУВАННЯ ВИПРОМІНЮВАННЯ З ДЖЕРЕЛ РАДІОАКТИВНОСТІ, ЩО НЕ ОХОПЛЕНІ ІНШИМИ РУБРИКАМИ; ВИКОРИСТОВУВАННЯ 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 забезпечування теплом для цілей, відмінних від перетворення в механічну енергію, наприклад для опалювання будинків

*WIPO (IPC8 - Technology Concordance - <http://www.wipo.int/ipstats/en/index.html#resources>) відносить класи Н03 та Н04 до основних комунікаційних та аудіо-візуальних технологій відповідно;

**F23G (кремаційні печі, знищення відходів або низькосортного палива спалюванням) та F23J (видалення або перероблення продуктів згоряння або залишків згоряння, димоходи) відносяться і до технологій з охорони навколишнього середовища

За період 2011-2017 рр. відібрано 5623844 патентів із загальної кількості 115534963 од., динаміка реєстрації відібраних патентів мала зростаючу тенденцію (рис. 1).



Джерело: Derwent Innovation

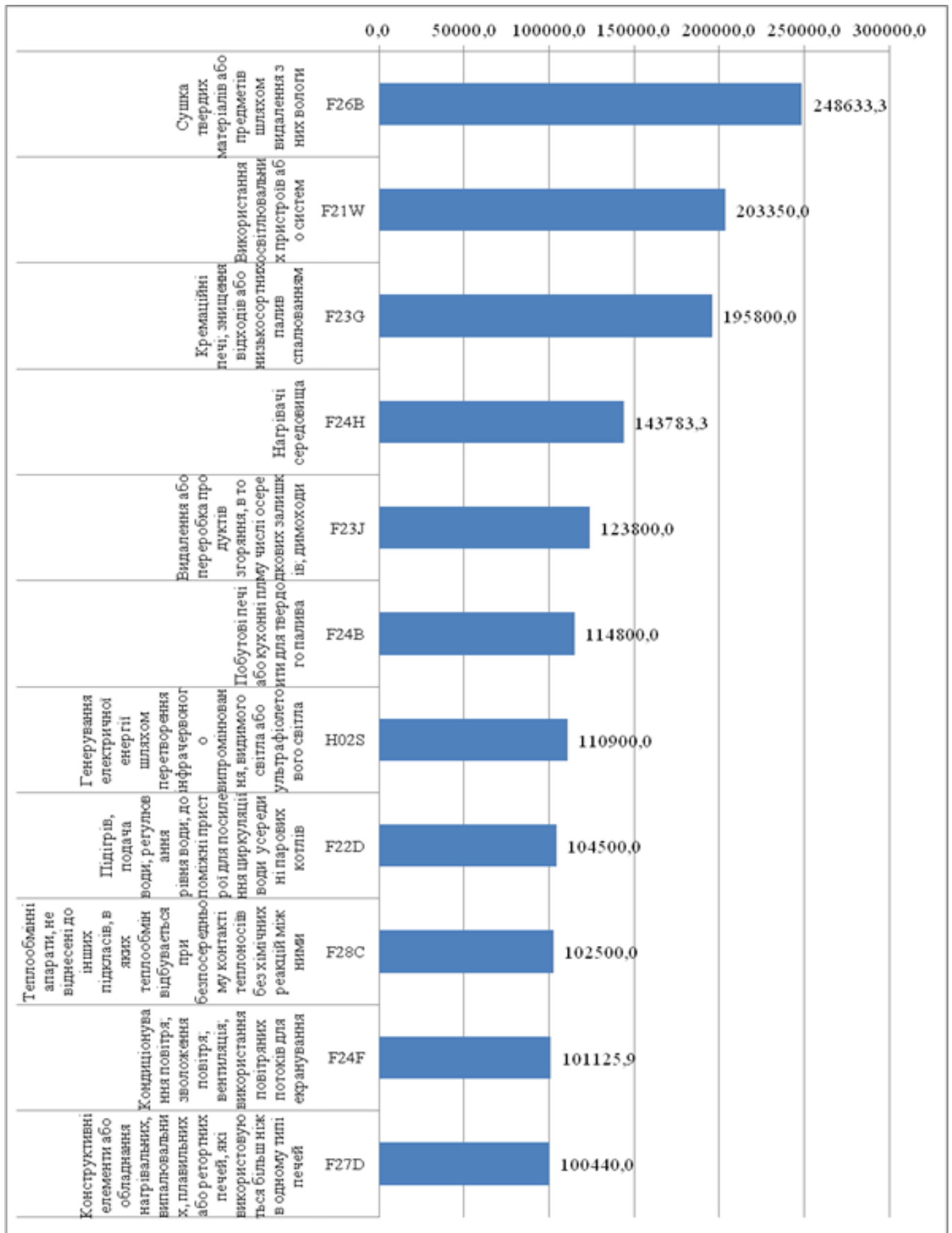
Рис. 1 Динаміка патентування у сфері енергетики протягом 2011-2017 рр., од.

За кодами IPC найвищі темпи зростання публікацій патентів фіксується у підрозділі “Освітлення, тепlopостачання” (рис. 2), які перевищують 60000%. До цієї групи відносяться патенти з освітлювальних, опалювальних систем або пристроїв, у т. ч. нагрівачів, печей (кремаційні, побутові), теплообмінних апаратів, їх конструкційних елементів. Сюди входять також сушіння і генерування електричної енергії шляхом перетворення інфрачервоного випромінювання, видимого світла або ультрафіолетового світла.

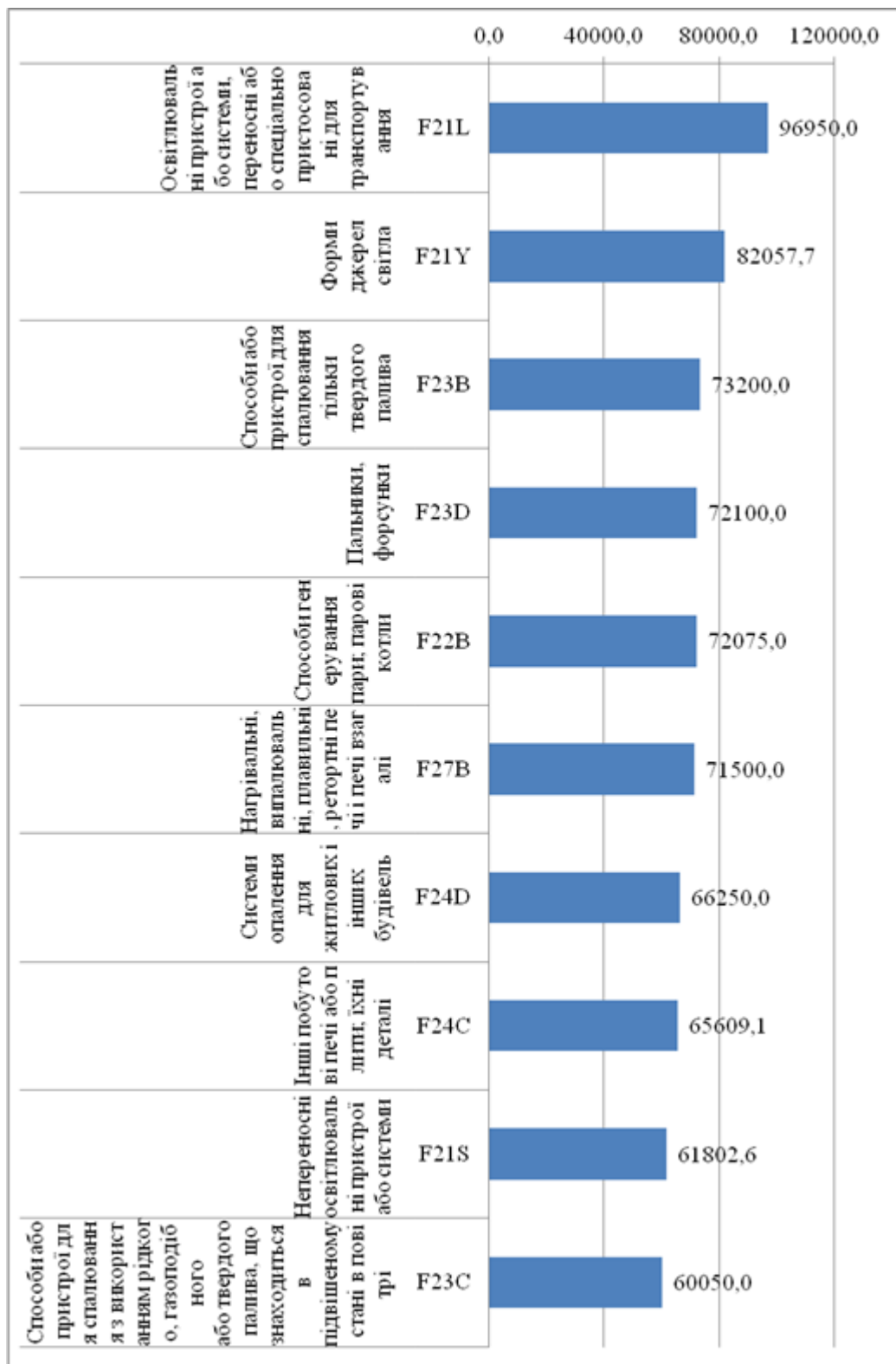
Група із темпами 10000-60000% також відноситься до підрозділу “Освітлення, тепlopостачання” і складається з тематики щодо холодильних приладів, кондиціонерів, отримання та використання льоду або тепла, розміщення сигнальних або освітлювальних пристроїв, системи живлення електромереж і розподілу електричної енергії тощо.

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

- 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 викликів.



(a)



(б)

Джерело: розроблено авторами на основі бази Derwent Innovation

Рис. 2 Темпи росту патентування за найбільш проривними напрямками сфери “Освітлення, теплопостачання” (а та б), 2011-2017 рр, %

За класом “Електрика” групу з найвищими темпами патентування очолив напрям з кодом G06Q “Системи обробки даних або методи, що здійснюють наглядові цілі для адміністративного, комерційного, фінансового,

управлінського використання”⁶, темпи росту патентування за яким становлять 4641 % (табл. 5) і такими, що на 30% випереджають темпи зростання активності за наступними трьома кодами IPC даного класу.

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

Таблиця 5 - Індeksi та назви рубрик Міжнародної патентної класифікації у сфері електроенергетики з найвищими темпами росту патентної активності протягом 2011-2017 рр.

Назва рубрики IPC	Індекс IPC	Індекс патентної активності (2017/2011, %)
Системи обробки даних або методи, що здійснюють наглядові цілі для адміністративного, комерційного, фінансового, управлінського використання	G06Q	4641
Системи сигналізації або викликів	G08B	1609
Електроустаткування транспортних засобів	B60L	1301
Споруди або структури для продажу та використання	E04H	1291
Системи управління або регулювання; функціональні елементи таких систем; моніторинг або випробувальні механізми для таких систем або елементів	G05B	1172
З'єднувальні пристрої; поточні колектори	H01R	1170
Плати, підстанції або перемикачі для постачання або розповсюдження електроенергії	H02B	1169
Прилади або засоби, наприклад батареї, для прямого перетворення хімічної енергії в електричну	H01M	1168
Системи контролю або регулювання неелектричних змінних	G05D	1102
Передача цифрової інформації	H04N	1079
Обробка електричних цифрових даних	G09F	1062
Кондиціонування повітря; зволоження повітря; вентиляція; використання повітряних струмів	F24F	1047

Джерело: розроблено авторами на основі бази Derwent Innovation

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 виявив найбільш перспективними технологічні напрями із *підвищення енергоефективності, бездротової передачі енергії, використання галогенідів, перовскитів та енергоефективного будівництва*⁷ (рис. 3).

⁶ Напрямок із розділу “Електрика” щодо систем обробки даних або методів, що здійснюють наглядові цілі для адміністративного, комерційного, фінансового, управлінського використання є високо цитованим та зростаючим із темпами 544% у класі “Інформаційно-комунікаційні технології”, розділ “Автоматизація і системи управління”.

⁷ Наприкінці квітня 2018 р. Міністерство енергетики США (DOE) оголосило тендер на проведення досліджень у галузі будівництва (R & D) на суму 34,5 мільйонів доларів США за двома проектами - «Енергоефективне будівництво та інноваційні технології» і «Твердотільне освітлення».

Перший проект передбачає 6 тематичних напрямів досліджень: 1) передові сепараційні технології енергоефективного будівництва - мембрани та абсорбційні технології (separation technologies - membranes and ad/ab-



Джерело: розроблено авторами на основі бази Derwent Innovation

Рис. 3 Темпи росту патентування в сфері енергетики за окремими тематичними напрямками (ключовими словами), 2011-2017 рр.

Аналіз напрямів енергетичного патентування за ключовими словами доповнив перелік пріоритетів, які відповідають світовим найбільш передовим трендам, напрямом щодо освоєння нових технологій будівництва енергоефективних житлових та комунально-побутових будівель і приміщень.

Ландшафтна карта всієї енергетичної сфери є поділеною приблизно навпіл коричневими та зеленими ділянками (рис. 3). До областей уповільнення

sorption technologies); 2) будівельні матеріали - інтелектуальні, високоізолюючі матеріали для покриття будівель, що дозволяють значно скоротити витрати на охолодження та нагрівання (smart, tunable, and highly insulating building envelope materials); 3) високопродуктивні вікна (High-Performance Windows) - високоізолюючі технології вікон, а також сучасні покриття для скління (advanced coatings for dynamic glazing); 4) кібер-фізичні системи – енергетичне моделювання, датчики та контроль (building energy modeling and Sensors and Controls); 5) енергоефективні системи та обладнання нового покоління (Advanced Commercial Energy Efficiency Packages - building systems and equipment); 6) підвищення енергоефективності газового та іншого паливного обладнання та досягнення коефіцієнта продуктивності більше 1,0 (Advancements in Natural Gas and Other Fuel-driven Equipment).

Другий проект направлений на дослідження енергоефективного освітлення у 4 технологічних сферах 1) світлодіодні технології (LEDs, OLEDs, and Cross-Cutting Lighting Research) та фізіологічний вплив світла і ефективна утилізація; 2) високопродуктивні світлодіодні прототипи – світлодіодні матеріали, електроніка, світильники, платформи, а також технології їх утилізації (high-efficacy LED prototypes); 3) хімічні та фізичні аспекти виробництва твердотілого освітлення (chemical and physical aspects of SSL fabrication) – виробництво світлодіодів, OLED-підкладки, панелей OLED; 4) Інноваційне освітлення обмеженого застосування (Innovative Lighting in a Limited Mock Field Application)

Будівлі є найбільшим енергоємним сектором економіки США, які споживають приблизно 75% загального обсягу електроенергії в країні та 40% загального обсягу енергії, внаслідок чого щороку американці витрачають близько 400 млрд. доларів на освітлення та опалення офісів, шкіл, лікарень та інших комерційних та житлових будинків [Department of Energy Announces \$34 Million for Innovation Building Technologies Research and Development. - <https://www.energy.gov/articles/department-energy-announces-34-million-innovation-building-technologies-research-and>].

відносяться: паливо, зокрема газ, горіння, батареї, електроди та шарові електроди (ділянка оранжевого кольору), мотори, системи охолодження, кондиціонування; кабелі, конектори, кріплення, напівпровідникові пластини, електроніка; світлодіоди; освітлення, лазер; гасіння – органічні оптичні детектори, плазмові камери тощо.



Джерело: Derwent Innovation

Рис. 3 Патентний світовий ландшафт сфери “енергетика”

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

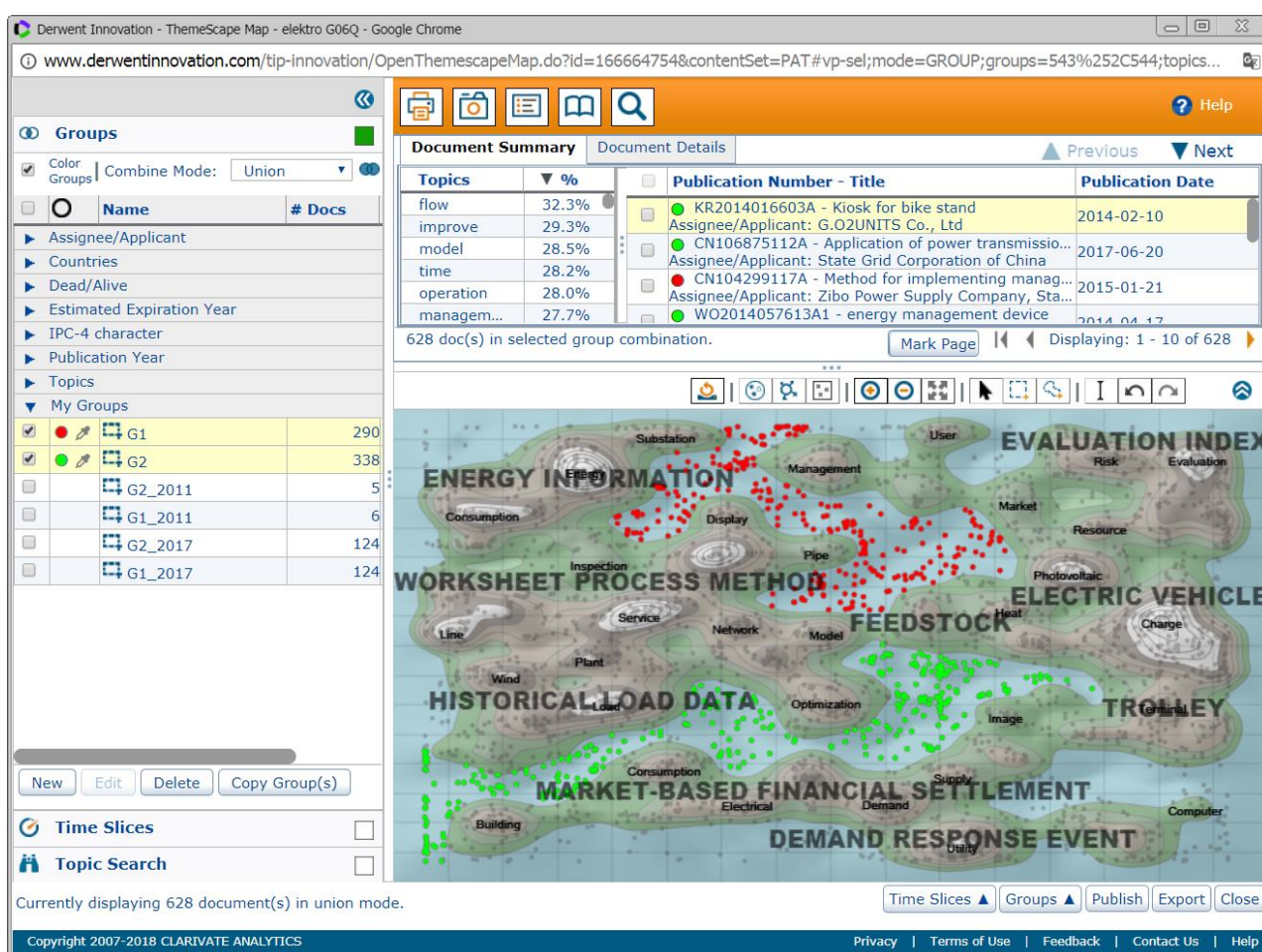
Частина напрямів розташувалася і на коричневих, і на зелено-голубих ділянках. Наприклад, перемикачі, п’єзоелектричні електроди, сонячні елементи. Значна кількість патентів для виробництва сонячних елементів вже сформувала білу ділянку карти, але частина патентів, зокрема щодо: матеріалів для формування силіконової плівки; полімер, що містить сульфуровану фенольну групу та кремнеземієву плівку і мембрану; метод виробництва захисних шарів для металевої біполярної плати розташовуються на зеленій площині (ділянка з номером 1 на рис. 3).

Порівняння областей зростання із високозростаючими патентними класами, що визначені на попередньому етапі, або аналіз розташування всіх потенційно перспективних (можливо, проривних) напрямів на ландшафтній карті дало 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 голубих ділянках – до найбільш перспективних.

Наприклад, аналіз ландшафтної карти коду G06Q (рис. 4) показує, що патенти зазначеної тематики є актуальними і дуже затребуваними у світі. Густі червоні крапки на блакитному фоні в центрі карти вказують на наявність значної кількості опублікованих патентів за новими передовими напрямками, розвиток яких є перспективним у рамках досліджуваної тематики.

Значне зелене вкраплення зліва внизу мапи на рис. 4 на блакитному фоні свідчить про наявність 82 опублікованих патентів з нових перспективних технологій за кодом F24F «Кондиціонування повітря; зволоження повітря; вентиляція; використання повітряних струмів».



Джерело: Derwent Innovation

Рис. 4 Ландшафтна карта патентної активності у класі Електрика із виділенням кодів G06Q (червоні крапки) та F24F (зелені крапки)

І хоча за темпами патентування ці технології відносяться до II групи, їхні ландшафтні карти дають аргументи для перенесення їх до групи проривних напрямів.

Узагальнення патентного аналізу дає можливість віднести до *найбільш передових і перспективних світових енергетичних напрямів технології щодо:*

- освітлення, у т. ч. багаторівневого;
- теплопостачання, акумулювання і 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 вуглеводневодних 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.

3 Аналіз відповідності середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності загальнодержавного рівня передовим технологічним світовим напрямам

Найбільш перспективним інноваційним 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 у 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 [PV] модулів, пероскитів – 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 (рис. 5) демонструє їхнє розташування переважно на коричневих ділянках. На зеленому полі розташувалися патенти щодо електроенергетичної системи для електричного транспортного засобу та Е-системи і методи статистичного контролю із виявлення невідповідностей в системі управління будівлею, що додатково доводить важливість технологій будівництва енергоефективних будівель і приміщень та технологій транспорту (II стратегічний пріоритет). На голубому полі – щодо механізму перетворення сонячної енергії в електричну – сонячна енергетика, яка вже увійшла у групу проривних напрямів;

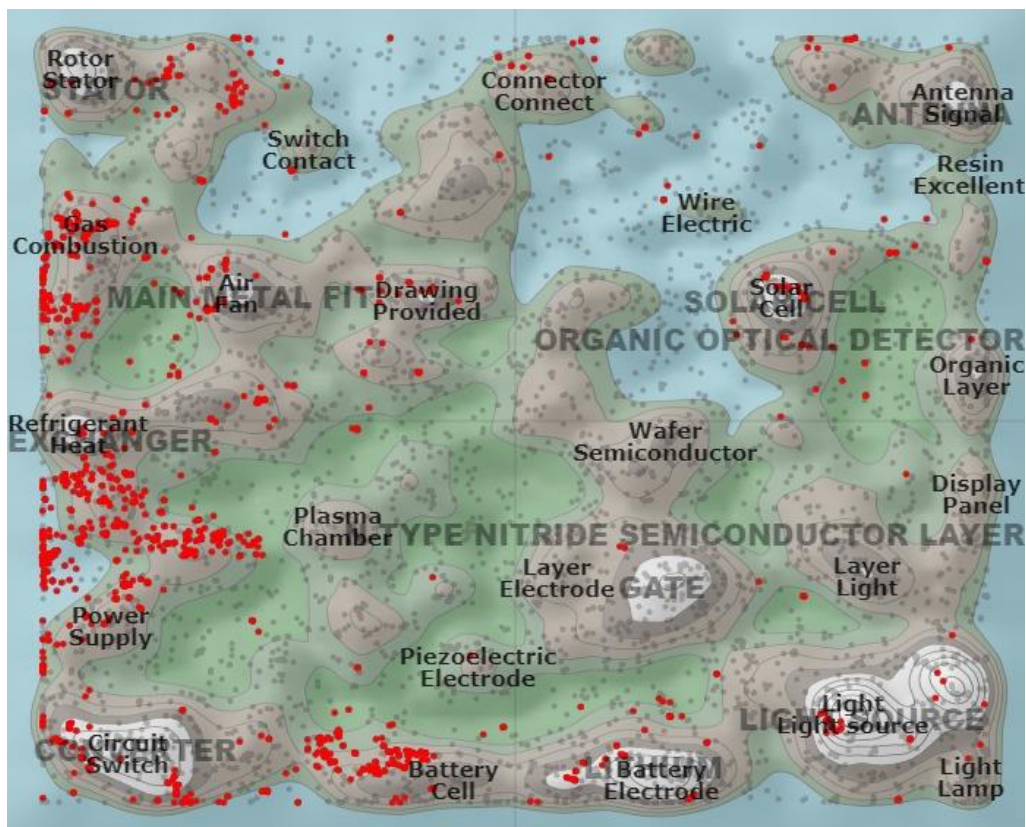


Джерело: Derwent Innovation

Рис. 5 Ландшафтна карта енергетичної сфери із виділенням технологій отримання та накопичення енергії з відновлюваних джерел, 2011-2017 рр.

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

(рис. 6). На голубих полях розташовані патенти стосовно транспортних засобів, деталей контрольних датчиків, з'єднувальних пристроїв і т. д. Наприклад, на голубому полі зліва внизу розташувалися патенти щодо електричних літальних апаратів (сфера транспорту), електронних контролерів, справа зверху – щодо роз'єму для плоского кабелю, який використовується для під'єднання електронного пристрою, термінал для підключення електричного дроту до шасі транспортного засобу тощо.



Джерело: Derwent Innovation

Рис. 6 Ландшафтна карта енергетичної сфери із виділенням технологій альтернативної енергетики

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, розміщення на ландшафтній карті – в основному на коричневих ділянках.

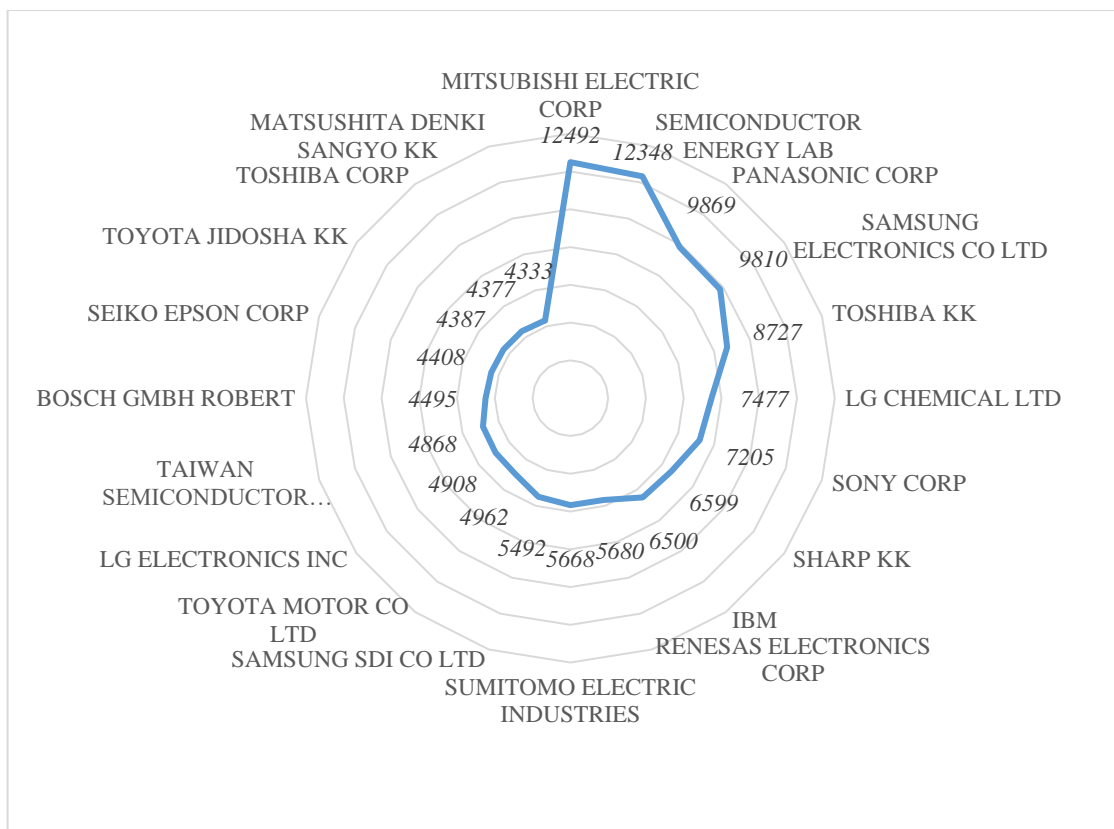
Відсутні серед українських пріоритетів такі світові перспективні області:

- всі технології акумулювання енергії;
- технології "цифрової підстанції", які дозволяють у системах управління і 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.

4 Основні світові патентоволодільці

Основними світовими патентними власниками є великі транснаціональні компанії – MITSUBISHI ELECTRIC CORP (9,3% світових енергетичних патентів), SEMICONDUCTOR ENERGY LAB (9,2%), PANASONIC CORP та Samsung Electronics (по 7,3%), IBM, Sony тощо (рис. 7).



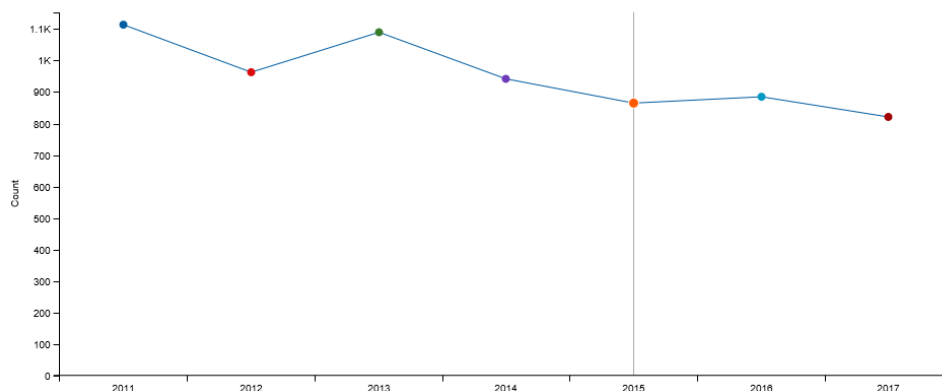
Джерело: розроблено авторами на основі бази Derwent Innovation

Рис. 7 Основні патентні власники в енергетичній сфері, 2011-2017 рр., од.

5 Місце України на світовому ринку інтелектуальної власності енергетичного спрямування

На частку патентів українських авторів у 52 світових патентних базах, що відслідковуються Derwent Innovation, припадає 0,1% або 6680 патентів із загальної кількості у більш ніж 15 млн патентів.

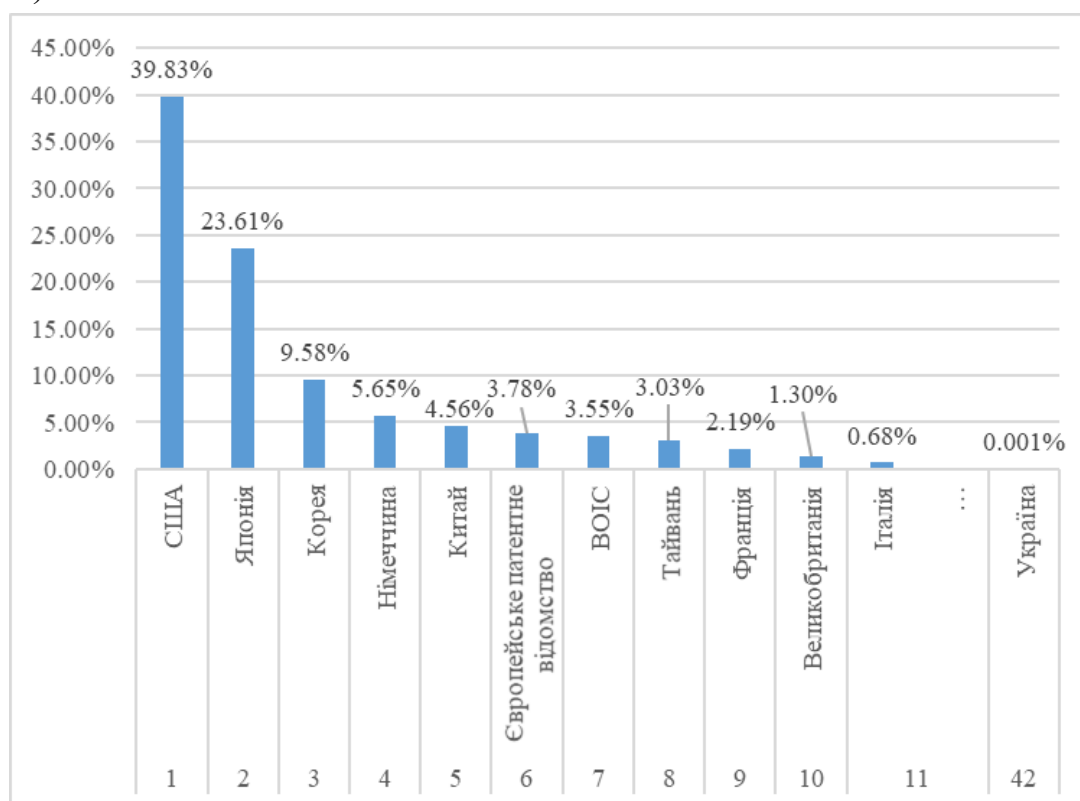
Динаміка українського патентування у міжнародних базах у сфері енергетики є спадною – від 1114 патентів у 2011 р. до 821 патенту у 2017 р. (рис. 8).



Джерело: розроблено авторами на основі бази Derwent Innovation

Рис. 8 Динаміка українського патентування у сфері енергетика у міжнародних базах даних, що відслідковуються Derwent Innovation, 2011-2017 рр., од.

За даними БД Derwent Innovation, Україна посідає 42 місце у світі за отриманими енергетичними патентами (за процедурою – пріоритетна країна), причому для рейтингування країн зараховано лише 36 українських патентів (рис. 9).



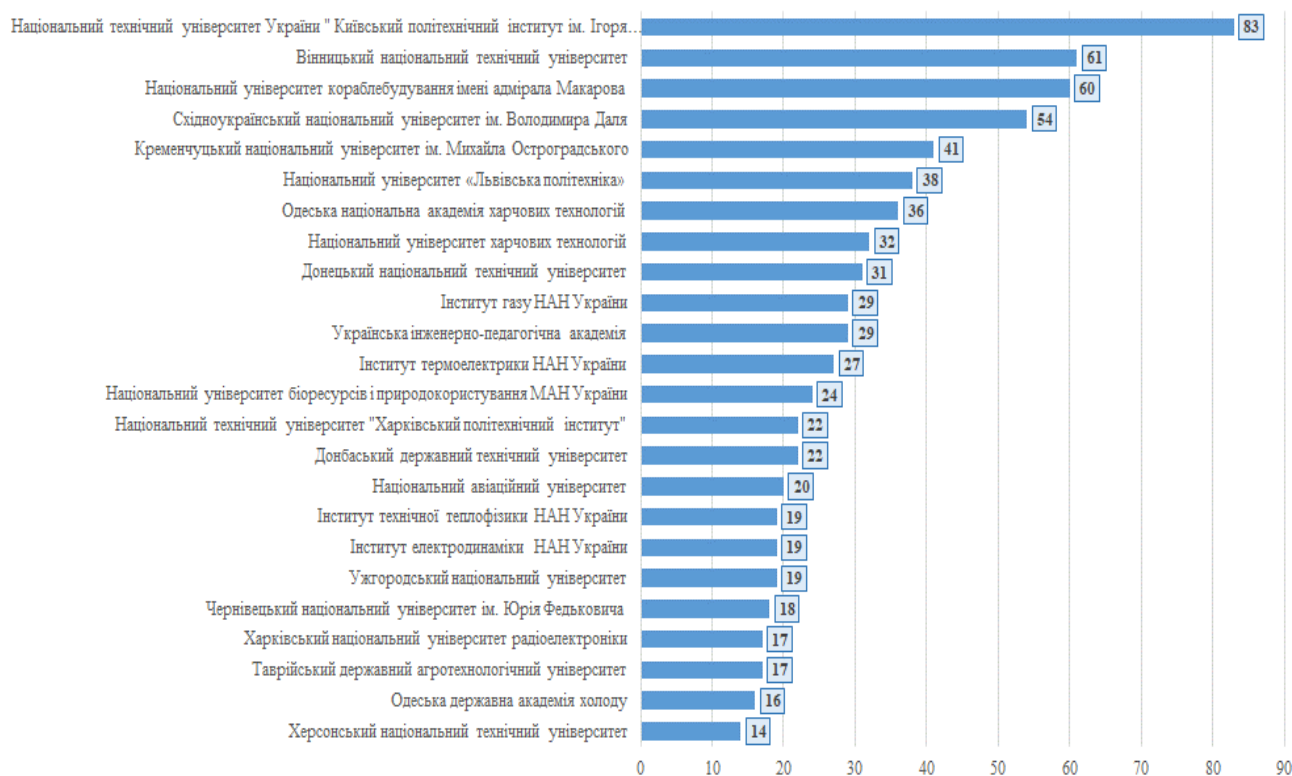
Джерело: розроблено авторами на основі бази Derwent Innovation

Рис. 9 Розподіл країн світу за кількістю отриманих патентів у сфері “Енергетика та енергоефективність”/ (за процедурою - пріоритетна країна) та їхнє місце, 2011-2017 рр., %

6 Основні українські патентоволодільці на світовому ринку інтелектуальної власності

До основних українських патентоволодільців – юридичних осіб відносяться Київський політехнічний інститут, Вінницький технічний національний університет, Національний університет приладобудування тощо (рис. 10).

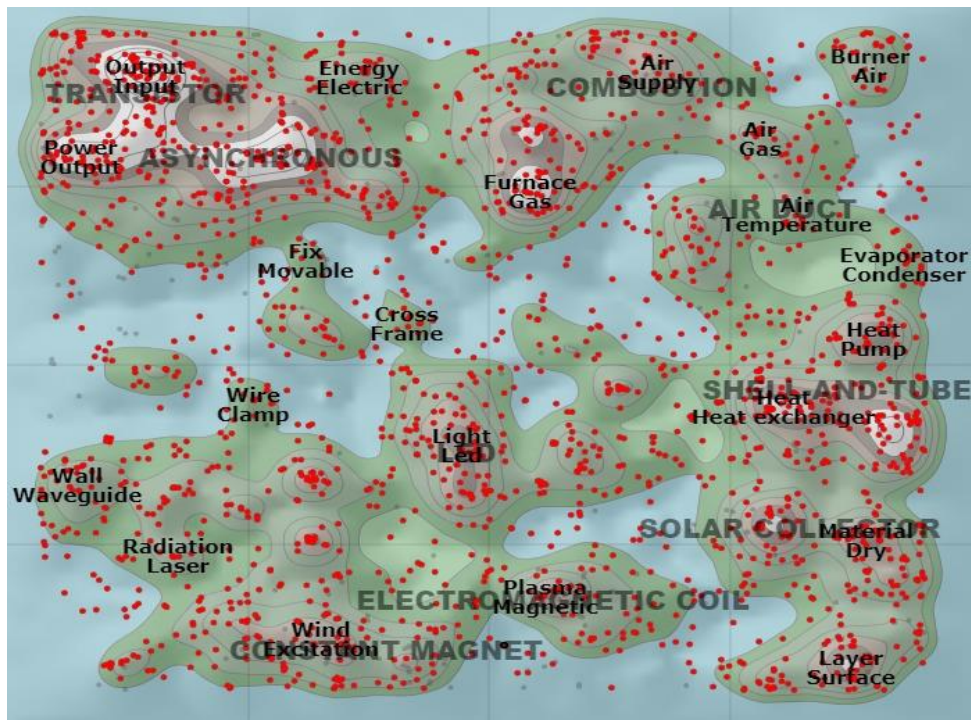
Українські дослідники протягом 2011–2017 рр. отримали патенти у сферах: напівпровідникові прилади, електричні твердотільні прилади; динамоелектричні машини; нагрівачі текучого середовища; засоби електричного нагрівання, освітлювання; пристрої для перетворювання змінного струму в змінний, змінного струму в постійний для енергопостачання; схеми або системи для підведення або розподілення електричної енергії, системи для накопичування електричної енергії; побутові опалювальні системи або системи для опалювання приміщень; аварійні захисні схеми; теплообмінні апарати.



Джерело: розроблено авторами на основі бази Derwent Innovation

Рис. 10 Основні українські патентоволодільці - юридичні особи у сфері енергетики на світовому ринку, 2011-2017 рр., од.

Частина українських патентів розташовується на коричневих ділянках в областях: вітрові турбіни (відноситься до відновлюваної або альтернативній енергетики), діоксид вуглецю (технології зменшення викидів CO₂), теплоенергетика та спалювання газу, отримання енергії з біомаси, комунальних відходів, пари, гарячого повітря (рис. 11).



Джерело: Derwent Innovation

Рис. 11 Ландшафтна карта Українського патентування у сфері енергетики, 2011-2017 рр. (червоні крапки – патенти укр. авторів)

На зелених та голубих ділянках розташувалися патенти щодо дротової передачі енергії (прокладання електричних кабелів або ліній), динамоелектричних машин, електричних твердотільних приладів, засобів електричного нагрівання та освітлення, методу ремонту радіаторних секцій, елементів електричних приладів тощо.

У перспективних напрямках отримали патенти:

- Вінницький національний технічний університет (за кодом МПК F24F – кондиціонування повітря; зволоження повітря; вентиляція; використання повітряних струмів);

- Український державний інститут геології (B60L – електроустанування транспортних засобів);

- Одеський національний університет ім. Мечникова (H01M – перетворення хімічної енергії в електричну);

- Київський політехнічний інститут (H01S – перетворення радіаційної енергії в електричну);

- Інститут проблем машин та систем НАН України (F21Y – точкові джерела світла).

Приватні особи мають патенти із бездротової передачі енергії (H02J 50/00 – схеми або системи для бездротового постачання або розподілення електричної енергії), електродів (H01M), конденсаторів (H01G).

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 акумуляування і зберігання електроенергії, бездротової передачі енергії, енергоефективного будівництва, багаторівневого освітлення.

Рівень відповідності українських пріоритетних напрямів інноваційної діяльності загальнодержавного рівня світовим передовим технологічним напрямленостям становить 70% – три пріоритети відповідають проривним світовим напрямам, два – перспективним напрямам, два – популярним, але неперспективним.

Україна на світовому ринку інтелектуальної власності в енергетичній сфері посідає лише 42 місце. Серед закладів вищої освіти та наукових установ України перші місця серед патентоволодільців у зарубіжних патентних офісах займають Київський політехнічний інститут, Вінницький національний технічний університет, Національний університет приладобудування ім. адмірала Макарова, Інститути газу, термоелектрики, технічної теплофізики, електродинаміки НАН України.

У перспективних світових напрямках проводять дослідження та мають патенти Вінницький національний технічний університет, Український державний інститут геології, Одеський національний університет ім. Мечникова, Київський політехнічний інститут, Інститут проблем машин та систем НАН України та приватні особи.

Пропозиції

Виключити із переліку пріоритетних напрямів інноваційної діяльності енергетичного спрямування 2 середньострокових пріоритети: 1.7 Освоєння нових технологій використання теплових насосів (у 2017 р. – найменші обсяги виділених бізнесом на цей напрям коштів) та 1.2 Освоєння нових технологій створення енергогенеруючих потужностей на основі когенераційних установок (у 2017 р. пріоритет не фінансувався зовсім).

Додати до переліку пріоритетних напрямів інноваційної діяльності енергетичного спрямування 3 середньострокових пріоритети (ці напрями розроблюються українськими винахідниками, отже існує потреба суспільства та бізнесу):

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

Матеріали підготовлено працівниками УкрІНТЕІ