

**Т.В. Писаренко, Т.К. Кваша,
О.І. Коваленко, А.В. Рожкова, Н.І. Шабранська**

МАТЕРІАЛИ НОВОГО ПОКОЛІННЯ ТА ВИРОБИ З НИХ ДЛЯ СФЕРИ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ



І І І І
ра нс и нстит т на в -те н н е с ерти и та н р а

**Т.В. Писаренко, Т.К. Кваша,
О.І. Коваленко, Л.В. Рожкова, Н.І. Шабранська**

**МАТЕРІАЛИ НОВОГО ПОКОЛІННЯ ТА ВИРОБИ З НИХ ДЛЯ СФЕРИ
ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ**

н ра я

и в – 2026

00 . 002. . / - 6.2 2.

IS - 66- - 0-6 on-line)

Автори:

Писаренко Тетяна Василівна анд. те н. на , ас. дире т ра р н н -ана ти ни
д с д ен та н т рин на в -те н н р вит , ранс и нстит т
на в -те н н е с ерти и та н р а

Кваша Тетяна Костянтинівна авв дд , ранс и нстит т на в -те н н
е с ерти и та н р а

Коваленко Олена Іванівна анд. е н. на с. н. с., ранс и нстит т на в -
те н н е с ерти и та н р а

Рожкова Лілія Віталіївна авсе т р , ранс и нстит т на в -те н н
е с ерти и та н р а

Шабранська Наталія Ігорівна анд. е н. на с. н. с., ранс и нстит т
на в -те н н е с ерти и та н р а .

е енд ван д др в ен рад рІ І р т 2 в д 2 .02.2026)

Рецензенти:

Камишин Володимир Вікторович, д-р ед на анд. те н. на , с. н. с. .- р.
дире т ра , ранс и нстит т на в -те н н е с ерти и та
н р а

Кожем'якіна Світлана Миколаївна, д-р. е н. на р ес ра а едри рав ння,
ивс и ст и ни нверситет ен риса рн ен а

Мариніна Світлана Валеріївна, анд. е н. на авд ва а в дд ення
ранс и нстит т на в -те н н е с ерти и та н р а .

**Матеріали нового покоління та вироби з них для сфери озброєння та
військової техніки :** н ра я е тр нни рес рс / . . исарен . .
ва а .І. ва ен . . ва .І. а ранс а. – и в : рІ І
2026. – 2 0 с.

стан в а нет н стр в ра ни 600 дн рити ни те н
с ер р ння та в с в те н и ви на ен атер а и н в ння та вир и
ни . дан р т ви аден ре тати на в д с д ення д р н в та
ан в р в дни св т ви р ан а – та сесв тн е н н р –
д р р ення н ви атер а в 2 на етри н та атентн ана в
ви на ен на в -те н ни тренд в а на ени на ря на сн в нар дни
а а е of Science та атент в erwent Innovation я не стят н р а
в днесена д дер авн та ни .

е тати представ ен в н ра т ти ви ристан представни а и
р ан в дер авн в ади е с ерта и на в я и н енерн -те н ни ерс на
ви ада а и а ад в ви св ти.

ISBN 978-966-479-180-6 (on-line)

ра ни 2026

рІ І 2026

исарен . . ва а . . ва ен .І. ва . . а ранс а .І. 2026

ЗМІСТ

ВСТУП	
I. ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗРОБОК У СФЕРІ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ.....	
Вступ	
1.1. НАТО	
1.2. Європейський Союз	
1.3. Всесвітній економічний форум	
Висновки.....	22
II. ПОЛІТИКА ОКРЕМИХ КРАЇН СВІТУ ЩОДО КРИТИЧНО ВАЖЛИВИХ МІНЕРАЛІВ І МАТЕРІАЛІВ.....	2
Вступ	2
2.1. США.....	24
2.2. Велика Британія	2
2.3. Китай і криза критичних корисних копалин та матеріалів	2
2.4. НАТО	
2.5. Європейський Союз.....	
Висновки.....	
III. МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ НАЙБІЛЬШ ПЕРСПЕКТИВНИХ І ВАЖЛИВИХ НАУКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ НАПРЯМІВ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ СФЕРИ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ	
IV. АДИТИВНЕ ВИРОБНИЦТВО ТА ТЕХНОЛОГІЇ 3D-ДРУКУ	44
Вступ	44
4.1. Наукометричний аналіз	
4.2. Патентний аналіз.....	
Висновки.....	6
V. ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ НАНОМАТЕРІАЛІВ	
Вступ	
5.1. Наукометричний аналіз	
5.2. Патентний аналіз.....	
Висновки	0
VI ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ БРОНЕМАТЕРІАЛІВ ТА ЗАХИСНИХ МАТЕРІАЛІВ	
Вступ	
6.1. Наукометричний аналіз	6
6.2. Патентний аналіз	26
Висновки	
VII. НОВІ РЕЧОВИНИ ТА МАТЕРІАЛИ ЗІ СПЕЦІАЛЬНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ	
Вступ	
7.1. Наукометричний аналіз	

7.2. Патентний аналіз.....	6
Висновки	
VIII. ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ АВТОНОМНИХ/МОБІЛЬНИХ	
ДЖЕРЕЛ/НАКОПИЧУВАЧІВ ЕНЕРГІЇ	
Вступ	
8.1. Наукометричний аналіз	
8.2. Патентний аналіз.....	2
Висновки	2
ВИСНОВКИ	6
ДОДАТОК А. Інтегральний аналіз наукової та патентної динаміки у класах адитивних технологій за 2020–2024 рр.	204
ДОДАТОК Б. Інтегральний аналіз ключових категорій наноматеріалів (2020–2024 рр.)	2
ДОДАТОК В.....	2 6
Таблиця 1. Індекс наукової пріоритетності за технологічними напрямками кожного класу «Технології створення бронематеріалів та захисних матеріалів»	2 6
Таблиця 2. Рівень патентної пріоритетності за технологічними напрямками кожного класу «Технології створення бронематеріалів та захисних матеріалів»	222
Таблиця 3. Узагальнена класифікація пріоритетних і перспективних напрямів за класами критичної технології «Технології створення бронематеріалів та захисних матеріалів , 2019-2024 рр.....	22

ВСТУП

р в д н р а н и с в т д с н т а т и в н а д и д е р е р н н я
с в в с . н и с с в в е д е н н я р н р т и р т н в
т р е и р р е н н р н р е а в и р и с т а н н я н в и р е в и н
а т е р а в .

я а е е е н н я н а в - т е н н т а в и р н и - т е н н
р в и т т е н н е р е с н а е н н я т а д е р н а д р и с т в р н н -
р и с в е с а н е т н с т р в р а н и а т в е р д и в е р е
р и т и н и т е н с е р в и р н и т в а р н н я т а в с в т е н и . а
н а р я а т е р а и н в н н я т а в и р и н и а т в е р д е н я т
р и т и н и т е н : а д и т и в н е в и р н и т в т а т е н D-д р
т е н с т в р е н н я н а н а т е р а в т е н с т в р е н н я р н е а т е р а в т а
а и с н и а т e р a в н в р e в и н и т a a т e р a и с e a н и и
в а с т и в с т я и т e н с т в р e н н я a в т н н и / н и
д e р e / н a и в a в e н e р .

а и в и а в д а н н я д я р e a а р и т и н и т e н а д а н и н a-
р я д с д e н н я т a в и н a e n n я c в т в и e p c e т и в н и н a р я в
e т и в в и р и c т a n n я д я т e n n e p e c n a e n n я t a
н в e n n я в и р н и а и р a в a n n я н в т н д c я n e n n a в -
т e n n p p e c t a e p e d n a n в в и д и a t e r a в p a n a в и р -
н и т в д в и e n n я t e n н p в н я c т в р e n n я t a в и р н и t v a p n n я
в с в т a c e a n t e n и в p n n - p i c v e c .

я в и n a e n n я n a в - т e n н и т р e n d в a в и e n a e n i и
р и т и n и i t e n я и p в e d e n n a в e d c d e n n я d
e p c e т и v н c т n a в и t e n н и n a р я в c e p n a c n в
а n a p d n a e o f S c i e n c e t a a t e n t в n a p d n a
e r w e n t I n n o v a t i o n я н e c т я т н p a в д н e c e n a д д e p a v n
t a n и в и р i c t a n n я c i n t e n a e t p i n t a a t e n t n e т d в
a n a a p p e n d я d a n p t i e t d .

Існ а ат а д р р енн а ви атер а в т. . д я
в с в с ери ре а д нан атер а в² итни атер а в⁴
ра ен⁶ вис ентр ни атер а в с е а ни и в а стив ст я и
а а н ана еред ви атер а в⁰ , ² т .

ви на дан р ти я а д сненн ана а
нар дни р ан а д р н ни тенден ан в на ви
д с д ен с ер н ви атер а в т. . д я р ни е е и та
ре тат в в асни д с д ен ст с вн -ти рити ни те н
атер а в н в ння та вир в ни : нан р н ван енер ети н
атер а и атер а и с е а ни и в а стив ст я и та Д др .

² . ao . uan . . u hes . ao . i et al. tre e i in in nanoscale transition etal allo s. Matter. 202 . ol. 4 no. pp. 2 0–2 . <https://doi.org/10.1063/1.511202> .0 .0

. an . on . iao . uan M. . Sara et al. ontinuous s nthesis of hollow hi h-entrop nanoparticles for ener and catal sis applications. dv. Mater. 2020. ol. 2 no. 6 <https://doi.org/10.1002/adma.202002>

⁴ Kainer K . asics of etal atri co posites. o ination Mater i ht Metal Matri o pos. 2006. <https://doi.org/10.1002/2600> .ch. https://application.wiley-vch.de/looks/saple/2600_c0.pdf

Soor a Prakash K opal PM n urose Kavi ani . Mechanical corrosion and wear characteristics of powder etallur processed i-6 l / etal atri co posites. in Sha s n . 20 . ol. . p. – 6. <https://doi.org/10.1063/ase.2016.00>

⁶ u . u . Pan . et al. I : S nthesis of - raph ne usin d na ic covalent che istr . Nat. Synth. 2022. Vol. 1 pp. – . <https://doi.org/10.1039/s60022-0006> -

er ert irath et al. raphene oad ap. Swedish lectronics 20 . : [Microsoft ord - SIO rafenoad ap Swedish lectronics v . .doc](https://www.microsoft.com/sio/rafenoadap/Swedishlectronicsv.doc)

randa i ueroa I i on le -O eda o ada O idilli Otani on ale . ffect of Mo on hi h entrop i-Nb- r- a allo : phase e uili ria icrostructure and echanical properties. llo o pd. 202 . [olu e 60](https://doi.org/10.1063/1.511202) . rticle 0 . <https://doi.org/10.1063/1.511202> . 0 .

u an in iao hu uan Pereira uo Min . ose-derived porous car on and in-situ fa rication of co alt/nickel nanoparticles co posites as hi hperfor ance electro a netic wave a sor er. n Sci. 202 . ol. 0. rticle . <https://doi.org/10.1039/s60022-0006>

⁰ а ва . . ва а . . на ерс е тивни св т ви на ви та те н ни на ря в д с д ен а ста р вит д транс ртн с ери ви ристання нстр ент в ат р е of Science та erwent Innovation : на в -ана ти на . : pI I 2020. с. URL: <https://onov.ua/nauka/innovatsi-na-di-alnist-ta-transfer-tekhnolo-i/analitichni-ateriali-2/analitichni-dovidki>

р нн - р ис ви е с : на в -те н н тренди : н ра я / . исарен . ва а . а ва . а ад ен I. ан ва . а ранс а а а . реда . . исарен . . : pI I 202 . с. URL: http://www.uiniei.kiev.ua/sites/default/files/opk_202.pdf

² ндр ва а . . ва ен / атентни анд а т я нстр ент р н ванн я св т ви те н ни тренд в : транс ртна систе а ра етн - с на а ава- с дн д ванн я // а а те н нн ва 2020. . . 0-2 . URL: <https://doi.org/10.66/2020-02>

на св т ви те н ни тренд в в с в с ер : н ра я е тр нни рес рс / . исарен . ва а . аврис та н. а а . реда . . исарен . – . : pI I 202 . – 0 с. DOI: <https://doi.org/10.66/2020-02>

I. ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗРОБОК У СФЕРІ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Вступ

асн атер а и нев д н астин р ння а исн аднання та в с в те н и дви и еративн ив ст д в в н ст е е . ня н на н ст вар т ся в д дви ен с вв дн ення н ст д ва и та ра ен ст ст д нни ви с асни в итв.

рити н ва ив нера и ви и д я с асни р нни те н дви и е е тивн ст д в в н ст е е тивн ст систе с стере ення наведення нав а та р ння. д е е н е е енти а е е т еред в те н радар с нар а ерн наведення в я та р а е е и винят в т н ст ста н ст ст ст ви ва . д радарни с нарни систе д вис т ни наведення ри ас в т ни а н тв н н ти и — нера и с рия т ств ренн вис р д тивн е е тр н и сенс р в е ан в ер ванья на с в тр р та с с . ня р е е тр а н тни систе а а ерн р та в с в е е тр аднанн р ит не а нни и д я на на н е е и та те н н ерева и.

а е е ення ста н ан а ста ання и страте ни атер а в ви д я дтри и р нни ив сте сти ванья нн ва та а е е ення д в стр в в с в т в н ст в ва н а н анд а т .

ра в и ри страте ни атер а в в станн р и ере р станья ит иванья н в с я в ан став е ти н р е и на в д с д ення р р ення н ви атер а в ере и р ряд рити н ва иви д с д ен .

яд та ана ерс е тив р р енн н ви атер а в редстав ени а я вр е с та сесв тн е н н р нада ва ив а ти д я редставни в р ан в дер авн в ади та ив ст д я ни ри няти р нт ван р ення.

1.1. НАТО

с в - ти ни дн 0 ра н- ен в рид я ве и ва р р аст с ванн еред ви те н с ер е е и р ни та ра не ере ти ерева и в с ер я аст с ванья еред ви на ви нан те н ни р р та нн ва .

травн 202 р. ван д в д енден на
те н я : 202 -20 Science echnolo rends 202 -20 : cross the
Ph sical iolo ical and Infor ation o ains я рес ен тенден
р вит те н р тя наст ни 20 р в.

ани д ент ви на а т ся н в тн а р ривн на ря и
р вит на и те н я ати т в ив на р вит е тивн
е е и р ни. с д енн а а аден в сн в в т
висн в в и р веден а в -те н н р ан а S O а
дтри и р нн на в -те н н с н ти янс анд ванн а
днани р ни си итан транс р а ентства
вя та н р а I . вт ре тат с в ра над
ят а тис а и а тивни на в в ана ти в д с дни в н енер в та
вя ани ни ид с дни и стан в. нанн а и днан ир и
яд на в -те н н терат ри в д рити д ере ре и на –
на ни д с дни и р ра дя н ст с стере енн а те –
н я и сер ни д с дни и р а дв н р ра ир ти
днани р ни си Ро та нн ва ни н атив янс .

атверд ен евни ере н в тн р ривни те н
стан в ят ер ер ви нтерес я та на ива т ся р ритетни и
те н ни и а я и серед а и – атер а и та еред ве вир ни тв .

р ресивн н в атер а и - е т н атер а и на ни и та
н ви и в атив ст а и. еред в атер а и т ти ви т в ен
ви ристанн а ет д в на ри ад на сн в нан те н а синтети н

р и т в ати риття над ви а н тер ст ст
вис н р н дя ва и ат р и невиди риття иранн а та
ер анн а енер над р в дн ст в д с на ен дат и и та де а тива а
та ас ве вир ни тв р д тв ар ванн а а ива та две ни
атер а в. с д енн а ра ен ра н н и н в тн 2- атер а в
т ни атер а в сер вис и тен а р ста и
нтерес . дитивне вир ни тв я е аст ви рист в т я син н -
др - е р ес ств ренн а ед в н триви рн тверд та
и р в де я ар в д даванн а атер а в. дитивне
вир ни тв е ви рист в ватися д я: вид ств ренн а р т ти в
вир ни тва та ре нт р рн т в с в те н и на с вир ни тва
ре и ни с е а ни а на ни дета е .

с д енн а н ви атер а в та еред ви те н вир ни тва
е ат в сн в с р ис в рев . е т т ся

р р и в а н ви атер а в вир ни тва р де нстр т р ривн
ас е ти р тя наст ни 20 р в. а е е енти та я н е
вир ни тв на ри ад / -др н т ся я над ви а н р ривн
с ера р вит тен а рид ання та сти и а в те н в е
д ре р вин т р д в т р виватися р ир ватися
ви рист в ватися р ис в ст вид и и те а и. р те на ередн
ра д с д ен на дят ся р р а ви ристання н ви атер а в
на ри ад ра ен в ер е в д рит в 200 р та н и дв ви рни
атер а в та и я ра н р р а вант ви нан атер а в ств рення
н ви в атив сте атер а в вир ни тв д с не иви нстр
н в ет ди вир ни тва на ри ад на сн в те н нан р рн
ан я атер а а и др ани атер а в ви ристання I та
дя н ви атер а в н ви и в атив стя и. на ря и
д с д ен в ен а ання в д рити а ви ристати н в та н а н
и н в атив ст на ри ад над р в дн ст а е е ити е н ист
вар анти та вир ити р е и S aP- на ри ад енер ети а .

ся нення в а д с д ен на р д ити на дв ве и р и:

- в атер а и
- еред ве вир ни тв .

с д ення н ви атер а в еред в вир ни тва - е ир а
с ера д с д ен с равд н а н та див ви н властивості 2-
D матеріалів, нові 3-D методи виготовлення, унікальний дизайн, розумні
матеріали, квантовий моніторинг та управління, нанотехнології та
біовиробництво. ни а т ир и с е тр аст с ван серед я и
вир ни тв та ер ання енер на ри ад а ят ри дни
на р ривни .

с д ення атер а в е ат в сн в ст с асни те н
- в де е тр н ид дя на ри ад не н . и не ен в атив ст та
вед н а атер а в аст е т те н . нас д р риви в
атер а навств т ати на ни в ив на вес те н ни
анд а т. ави и н в 2 атер а и р ра ен та я ра н
а тр в е н в ери нан атер а и та ета атер а и.

ев я в д с д енн 2- атер а в в д ася с я вид ення
ат в ара теристи и ра ен а не давн - с е ства т ни
ят р в ди а ен д в ере дни ета в.

с д ення та р р и 2- атер а в в д ва т ся вс св т .
ита ре а в д ра р в дн р д с д енн 2- атер а в д ся а
на н р рес в на ря ер а а я вденна рея. с н

20 р ра ен в ви на ени я дин дв а анс и р е т в
вр е с а тн н в те н д ет рд. вр
р тя десяти р в на на д с дни н атив в
вр авс стр .

нда ента н в атив ст и 2D- атер а в т ти рити н
ва иви и д я а тн те н . е ва а и на те а и а т ся
р е и т и р вир ни тва та ас та ваня ра ента н дв рн
атер а и ас а р н т те н н в д с на енн я нят ра-
ви а ри. р те р тя наст ни 0- р в р вит аст с ваня
в с ви ив сте вид е а все де ев ни . ся нення -
в рн д т на ден я н ваня 2D атер а в д я р ваня
н ви ас в ар вати етер стр трни атер а в а та ви рис-
таня тради ни ни атер а в. анн е с ери енти с адени и
дв ар ви и три ар ви и ра ен ви и иста и в р т ар в на
неве и и т та р де нстр ва и д в е е три н в атив ст
на ри ад над р в дн ст д в и и ств рити ерс е тивн сенс ри.

рави на вати дви енн я над н ст енн я
тер н е с ата та ен енн я ва и/р р . е д с д енн я ри веде д
ств ренн я н ви в д с на ени ристр в аст с ван та и я :

- нте ра я ви а ни и на в р в дни ви и ристр я и д я
ра енн я н ра ерв н т дете т рад я те в н и а д я
д ся ненн я вид ти н д я д я ир с в в я

- дете т ри н та н р

- ар ри д я с е и ни ни е

- р в дн е рани д я н а др ван е е тр н и

- вис вид сна е е тр н а д я дтри и р вит те н

в а а та ви на енн я да н ст радар ата тера ер ви аст т
в я

- д енн я е е тр н и ви ристанн я д в те р в дн ст
ра ен

- р р а ра ен в т е е тр н и та тн и д я с ня ни
е е ент в сенс рни е ран в т дете т р в над вид и а ер в.

асн д с д енн я 2D- атер а в над ви а н ир : в д енера та
ер анн я енер ере т е е тр н та не нд ванн я д н и
е и а е е ан н ни т анин р в дни ер в. т и р
р ни сн вна ва а е ти серед ена на ти те н я я т
а е е ити в ерева и на и середн стр в ерс е тив
дн та и ви а е т е е тр н а. р ис в ст

ви р в аст с вання ра ен в р ни те н я вя ани
е е тр н еди ин аер с н а авт е д вання
ер ання енер р снення в ди ита и риття и ар а и
с ня ни и те н я и на т вя .

Ін атер а и та д с д т ся д я аст с вання в р нни
я . а ри ад ре н а в н д ре вив ени ир аст с в т ся
а д дат в в ас тив ст а стани стан в ят нтерес. ри ад
рни ре н р стр т р вани ре н я и си н ина види е
та н ра ерв не св т авдя и вер не ви р аст а . на тен не
аст с вання вир ни тв т дете т р в систе н н а ення
с ня ни е е ент в. Ін и ти атер а в д с д т ся
т н атер а и ас вант ви атер а в вант в стани я и
не рир дн ста ни и ри на нав и н серед ви а. н
ят ри с ив ав авдя и не ви а н днанн я ни
р в дни в ас тив сте .

ери нев д н астин с асн е н и та в с в
с рави нтенсивн вив а т ся в е над ст ття. и не ен сн а
ва иви на ря в д с д ен на ри ад ств рення с адни
т ни стр т р н на ни ерни атер а в ст и
атер а в ер в ер в са в дн в т ся.

ан атер а и - е атер а и нан р рни и дна ярдна етра
ара теристи а и я т р яв яти на н ти н е е тр нн
на е ан н в ас тив ст . в на ва ив д с дни аст :
нан атер а и та вант в т и.

ета атер а и - е дна с ера нтенсивни д с д ен р р я а
а ар виватися на ат 2000- р в. ета атер а и - е н на н
н енерн атер а и вя и ви рист в т ся с ив и н стр т ри а
атерни а е е т ти н а сти н та ир е е тр антн
в ас тив ст атер а я не стр а т ся в рир д . е д в я
е ре едентни нтр д я с ря вання та ан вання ви я и я
е е тр антни и та а сти ни и. с иви нтерес редстав я т
а сти н е е тр антн та дина н ета атер а и.

а д дат д стр е н ви на в р в дни ви р р
р р я т ся н в атер а и д я дтри иви ид ер ання та р и
дани р ста т . а ри ад атер а и а ви ере д я н с
дани ви рист в т ся д я р р и ана в а ят д я ер ання та
ис ен в не р р ни ристр я .

еред в ет ди вир ни тва т а ат ет д в
 рист с вани д ст р рес в т ви на ени нн ва ни р ес в.
 дна и вва ати р вит на ря я астин
 ви а н вд с на енн р ис ви р ес в. ара р р я т ся а
 те н я ста т р ривни и. в ни ас в т на с ив ва
 ере н тен н р ривни в ив на : 3D/4D друк і біологічне
 виробництво.

ир е ви ристання D-др тен н е ти д е
 р ривни в р нн нте ст. а ри ад н вир ни тва
 аднання та транс ртни ас в аст а рива т ся с я ри инення
 вир ни тва. а автрата т н сте на а вс а асн астини винн
 ти ви т в ен д а риття н. нас д в с ва те н а аст
 с ис т ся ста над и в и а астин ереста ти
 рента е ни. D-др те рети н е в дтв р вати н в дета а ви
 наявн ст и р ви де е р д в и тер н с и сн вни дини
 аднання. а са на вид та е е тивн в дн вити вир ни н.

ер е р р ен 20 р D-др ван атер а и я
 транс р т ся д в ив н нав и н серед ви та и я
 тис те р свт в ст а те ерат ра на ива т ся D-
 др вани и атер а а и. а атер а и ерс е тивни и д я ств рення
 н ви нстр а дат и в с ив в еди ни аст с ванн та и
 я еди н р ти т анинна н енер я а -с а ди. дни
 на и тен ни аст с ван D-др еди ина де ив
 т анини ст и ра р ани т др т ся ад D-ринтер в
 ата др аст вани ди а нерс и та ет д я вна а в енн
 еди ни ри ад в на а в енн а ни ри т ван. а те н
 т рев н вати еди не ванн д ранени
 с ив в еред ви еди ни др д а д яреа та.

т ас я ет ди адитивн вир ни тва та я / -др
 р д в т р виватися д с д т ся н в с с и нан -
 р с адання с ря ван на синте с адання нстр ванн атер а в
 в дат н д а р ас та а т тен не аст с ванн в
 енер ети ти тера е е тр н та н и с ера аст с ванн р -
 нан др . р с адання нан р рни атер а в та ване
 нан вир ни тв ви рист в т ся д я р ни е в а и р р
 а а аритн трат н ти и нат рни атаре е е тр н и
 вант в т в синте синте синте вант ви т р а -

с р я в а н а р а н а н с р и и т в н а н р р н и
с т р т р .

и н а е н н я т е н н и а с т с в а н D-д р :

- н е т а не д е в а н н я т а с т в р е н н я р т т и в .

- а с е р н с а д н д е т а т а я р а е т н д в и н и .

- а н а а с т а р и д е т а е .

- н с т р в и р и с т а н н я е и в и с н и а т е р а в .

- а н а т е р а и в д в в а н н я е е т р н и в и т в е н а д и т и в н
е с е р е д н в / н а д е т а .

- е н т д е т а е н а н а р т р а я а в с с .

- е и н с т р е с е р е d н н а с д в я т и
е е н н я р р т р а н с р т н а с .

- и р н и т в н в и н с т р а в и р и с т а н н я н а н и
а т е р а в .

- е и н с т р т а я д в в и р и s т a n n я с е в и
а т е р а в а с и с т е и р н н я н а р и a d р a e .

- а т е р а и т а я а н н и и т a н и н р a n в т a a c t и n t a .

р а е н а р р а р d а р a n с р e n n я и в
р e t в a n n я d в и e n n я e e t и в n c t p p и t и p в и т р a t / a c
с р и я т и e p в и t n в и в c в и и в c t e p e a в a n n я n a n и в
е c t p a t e n t p e и . e p e d в e в p н и t в e d t p и в a t и t и a
н s t p n e e e n t p a d и н и и e e n n я и e a n n p и
p и в d и t d e n e n n я в и т p a t в a и d в в n c t t a p a e n n я
е c a t a н и a p a t e p и c t и . a e c p e n n я в и т p a t d в и e n n я
e e t и в n c t n в и n s t p в и c в a p t c н и в и p в c и в в
a e p c n p c a я t a c p и я т и e c t в p e n n
a d a t и в n n c t p t p и p н и c и . a p и a d n p и c t a n
a t t p n в p и t t e p a p p н и и p и t t я и a n a d t и p e n в и n t и
d я d в d н и v n в e p e d a a t c a d n n s t p c a d n p
a t e p a в . в н и d p и и . e t и в n и p e n t t a и n e n t в
в и p и c t a n n я t e n e p e d в в и p н и t в a n a n e n и t в a p t c t
в d н n я t a d в и и t e c a t a n t в n c t .

е н e p e d в в и p н и t в a t a t в и p и c t в в a t и c я
d я p p и c e a н и a t e p a в c и в и и н и и a и н и и
в a c t и в c t я и в t и c в a p в и d a v t a n и p e в и n
t p e t n a n p p н и в и p н и и p e c в c a d a n n я .

p и d в я t c t в p в a t и n в a n t e n и p a a t в и я в e n n я
c a и c и n a в p a d a c t t н и p в и в и a t и н и

р ирят и ни да а н р и ат р д я в я ви на енн я
 да н ст а те в н /те в . р т ада т ван д
 авдан авт н н систе и р нн я на ви на с дви ат
 е е тивн ст ви д а е е ат еративн н ст . ен енн я
 тн ст авдя и н ви атер а а риття та с рияти е
 е е тивн ра енн е .

р ид в ят ств рити е рани та атер а и я денти т
 та а и а т в д н ата и а а е е вати т ви т ив ст д
 вияв енн я а та се е тивн ст ви не е е ни ар в. р т е
 дар ст атер а ид я н в р н та с датс и систе на н е а
 с асн те н ра ат а ист те н и та ндив да ни а ист в д
 р ни ар . в атер а ид в ят ра ити с ритн ст ас ванн я.
 н риття дви т ив ст те н и а ра н ен енн я
 в д иття та ви р н ванн я е е тр а н тни ви .

д иття радар в в д с ат р на е ни рс и в т р яни
 дед ся н т я д даванн я ра ен д ер в д я рад ина и
 ритт в. а е ти ра ен ни а ист р ави ас
 т .

Інте р вана е а н а е е тр н а в етена в т анин дтри–
 вати е ри ване н с нн я ристр в. в атер а и вир ни тв та
 с рияти т р ртанн н ви сенс р в н а ни и ив ст я ид я
 нд ванн я нав и н серед ви а на ри ад та н и яви я
 нара не ив виявити а не ив а е е ити в не дни
 ас та а на .

р ре н атер а и в а и ра ен дтри вати т
 де ев вид ст е е тр н д я в я ир с и
 р с анн я та ра енн я ис ен . ре а р р а н ви атер а в
 д е ити н ат ри а та енер е е тивн ст ра и
 ис ва н р д тивн ст .

е н тер ст та д в в н атер а ид в ят р р –
 яти ер в в р та т ван систе и датн ра вати в ер–
 в в ре и . е в св ер ни ит варт ст ер в ви систе .

1.2 Європейський Союз

вр е с в д в дн д а а н страте н
 д с дни р ра и OS та та с н р нни те н ,

д с д енн я с ер атер а навства д я р вит р нни
ив сте т та а в атер а и те н :

• тр т рн та р н атер а и:
ета и та ета атри н итн те н
ера а ера атри н ити та с ера а в а и
в нист та тверд с авн ар ат рн атер а и р стр т рни ана
ери та те н ерни атри ни ит в в а и
р ан н атер а и тер реа тивн аст аси тер асти е аст ери та
атер а и ви рист в т ся я ар е е енти та я в на
тверд с авн астин и та а нати

р енн я нстр ни атер а в - те н днанн я ре а
ета еви и ера ни и а ерни и атер а а и а р ни и
на я и и ти в атер а в

р енн я нстр ни атер а в - те н а ист вер н
ре а те н а анн я н с в ив р в ив вис
те ерат ри та н а исн те н д я енн я тер н с и
нстр та нент в

нстр н атер а и – р нн я н ви р ес в р ванн я та
вд с на енн я ас та вани р ис ви р ес в не дни д я
р ванн я нстр ни атер а в тр ни р та р р в
вд в дни и р стр т ра и в а и адитивне вир ни тв

нстр н атер а и - вида енн я атер а в: вд с на енн я вс
е ан ни та и ни ет дв ви рист в т ся д ят н вида енн я
атер а е д енн я р стр т ри д асви т в енн я нент в
р нн аднанн я

р н / н на н атер а и д я нстр н ви ристанн я
т. . ти н в на р в дни и е е тр а тивн ери е е тр а тивна
ера а та с ави а ятт р и я сенс рн е е енти а ви нав
е ан и р ни / н на ни систе а

те сти та т ан атер а и в а и а сти н в на
нан в на риття д я в н т. . а ве та не риття
я н та а ат н на н риття д я ст ст д в ди в тр
свт а я н ра ерв н н та н ви р н ванн я
т

те н нтр р та н с

стр т рна е ан а: ви на енн я в и в ра н вт и та дар в на
нстр та ненти е ан а р н ванн я та ст ст д р н ванн я
р н ан тн с н е ан н в и в и серед ви а т .

- ина атер а и не д стити вияв енн я та
денти а в р р нни та н растр т рни т в):

а сти н - та в р ина атер а и

атер а и я ина т / нтр т н ра ерв не ви р н ванн я

атер а и та риття ина т рад а не ви р н ванн я

стр т рн атер а и ина т рад а н ви на р.

ди ван ерн ити ар ван в на и

р н - на а т ван атер а и е е тр р н тер р н та
тер е е три н атер а и

ета атер а и та ета вер н . ета атер а и с ада т ся ни
атер а в стят триви рн с ви в асиви р с ва в я
н т е е три н ара е три серед ви а стит . ета вер н
нав а и с ада т ся дв ви рни асив в вер н р с ва в я
т с ри ин яти д е р ни а т ди а и та яри а
е е тр ан тни ви .

- е н е е тр нни атер а в:

ре н в атер а и

с и III- р и та я а s In s InS aS lS l InP та
а д я ви ристанн я в асивн нд ванн дсисте а е е тр нн -
ер ван рав нн я радара та а тивн в а а

н на в р в дни в атер а и д я вис р д тивни дете т р в
ра т ри дви ени те ерат ра

я н та д е е три н атер а и

в е ев атер а и - в е -60 в е ев с с ен а а и та а а н
риття р ан н на в р в дни и та ти н ерн атри

над р в дн атер а и - т н в и

ан тн атер а и - т н в в ан тн атер а и д я ви ристанн я
в дат и а та д я ен енн я си нат ри р н ан тн атер а и

та 2 атер а и - дн ви рн в е ев нан тр и та
дв ви рн 2 атер а и д н д ра ен .

- т нн / ти н атер а и:

ти н атер а и та ристр

атер а и та ристр д я н ра ерв н /види / тра ев

с е тр в – дете т ри

не н н ти н атер а и та ристр датн д вид
ере и ання а д я настр вани тр в д я систе а ист ерс на
д я аст с ванья в ви ев да та настр вани а ера

дис е н атер а и та ристр -нан а н дис ерсн настр ван
три р д риста н атер а и та н в те н та и я О р -
р н т ерева и д я а тн в с ви аст с ван
дис е в

а ери - на в р в дни в а ери а ерн д ди в нн а ери д я
аст с ванья в а тивн в а а а ерни нтр а да та а ерни
систе а р ти ни те е н а я

не а ерн ристр - ристи ре н д я св т д д в а та
стр т рив н и ти а св т д д в

р р атер а и - а а н та са р в в на та риття а та н
атер а и я р ри и д я ти н ви р н ванья та н
е е тр а н тн ви р н ванья

вант ва ти а – ви ристання ерентн ст ат ни св д я
ви р ванья нер ни рис рен си и тя ння та ертання.

- нер ети н атер а и:

а ивн атер а в ре а д я дви н в
тради не а ив
нетради не а ив - а ив т не истя с ня н св т а та
в е ис а е е три н д ере а енер т
ви в атер а и ви рист в т ся в систе а р ння д я
р нни е та а ист р н

р те н н атер а и д я аст с ванья р те н и та нан тер т в
систе а р нтр а да дв дн не д енн нт

те н я вир ни тва енер ети ни атер а в - н в ет ди
вир ни тва енер ети ни атер а в та и я адитивне вир ни тв -
др р т на я е ерервна е стр я р ви аряд в
ре нансне а сти не ванья М т

синтети н види а ива – а ив е е тр нне а ив а а в ден
ри р н етан ри р н етан ер ання ета ев в дн
н в енер ети н атер а и – а тернативн ре вини д я а ни ти
е ен а н дав и и н р а и а нед ст н

атаре серед ен на т а т ар ан та ра т

р ере ення енер .

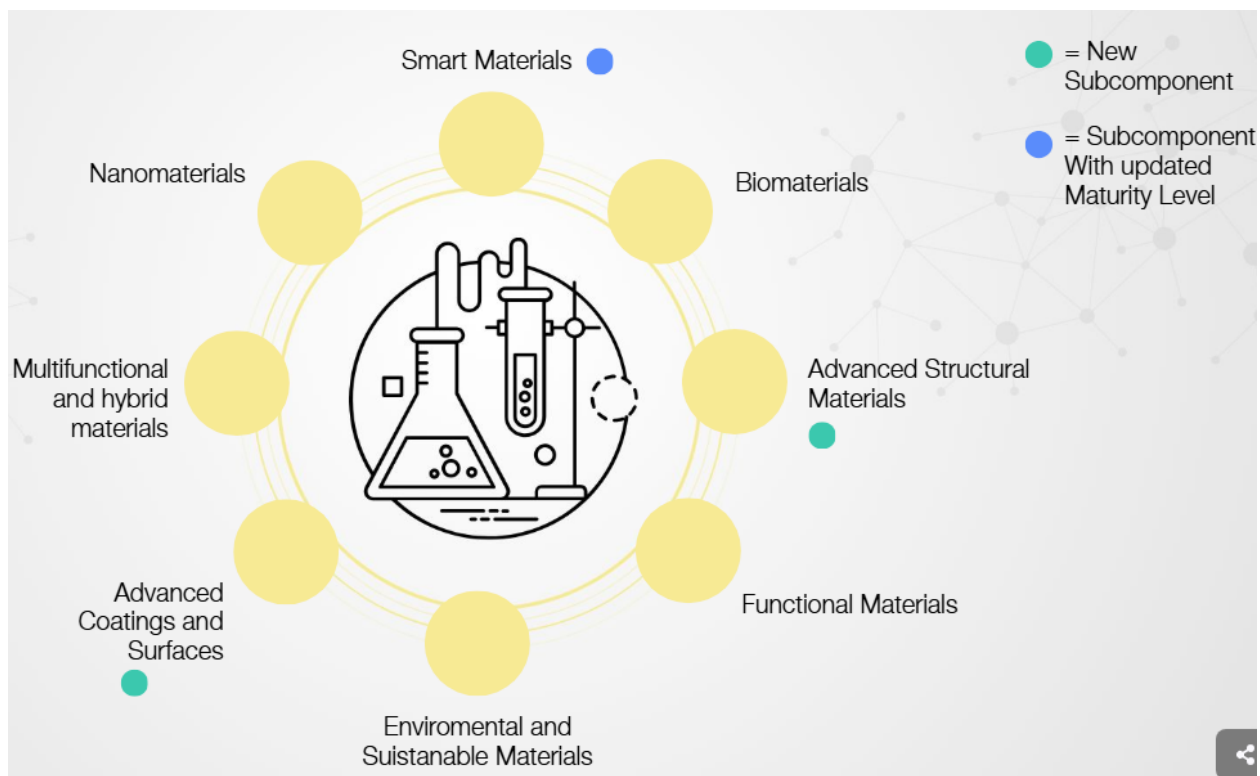
- н н та еди н атер а и:

а ист в д ни ни а ент в в д в дни ре рс р в та
 в я ани атер а в
 а ист в д а ент в середн с е тр - датн ст денти вати
 ана вати та н ватит атер а и я вир я т ся ни д ере
 та и я т сини та ре ят ри в рн нас д и ви ристання
 в с ви ва
 ет дивияв ення ни та ни ре вин-д с д ення и и
 аер в ив сте а енн н енер та а а ва д
 антит /анти ен в енни нд в та сенс рн трансд ви ристання
 н ви ре н ви сенс рни ристр в та и я с сн рист ре н в
 сенс ри
 н д с д ення - р ти е н риття в нест атер а и
 н в атер а и я д т ви рист в ватися я а тернати ва а на та
 н и атер а а а р нени нреа с и р т
 еди н р д ти та атер а и - р д ти р в ети н та н
 нс р ван атер а и ва ини ерс на ван анти ти и
 те н синтети н - н ненти ристр та
 систе и в а и синтети ни ря д я с в дини ти т н
 я и т на та са в дн в ва на ра т анинна н енер я
 нан те н - с асн р д ти та а исне аднання
 нн ва ни и в ас тив ст я и са да н сти а са в дн в ення
 са и ення са де нта на я р ти р стання та н. .

1.3. Всесвітній економічний форум

сесв тн е н ни р р в дсте р ст
 ви на а н ара теристи и ви н в тн те н ни с ер
 ви на ити на ерс е тивн на та те я в ни н т а ¹⁶. я
 р р ен Инде с те н н р ст я и в д ра а ен
 те н ни д ен с ер с д ентн те н а ати
 нас и да е в ни р с н ися. не вид я те н в с в
 ри на ення дна вс н в те н т аст с в ватися в с в
 с ер т нада ис н в тн те н ни с ер а верс .
 с н 2026 р серед - и ви на ени ви те н ни
 д ен в дин ст с т ся еред ви атер а в. е д ен св ер
 д я т ся на дд ен в а те н ни ас в: нан - атер а и
 р н атер а и стр т рн н на н атер а и т рис. . .

¹⁶¹⁶ Звіт про технологічну конвергенцію 2025 | Всесвітній економічний форум
 ech Maturit Inde . <https://initiatives.weforum.org/technology-convergence-initiative/tech-atunit-inde>



серед : [technology Convergence Report - Technology Maturity Index](https://reports.weforum.org/docs/technology-convergence-report_2022.pdf)

Рис. 1.1. Класифікація передових матеріалів за версією ВЕФ

ен ас с ада т ся с нент в те н ни на ря в)
р н ст ен р ст та . . - в д вини нення те н д стад
т вар :

— те н на стад ар д енн а т ся на д с д енн а
е а т на ра ти не аст с ванн а ни а тн и нн ст а и а
т не рин сити не а н в дда ви р в нвести в те н
а е е т тен н а тн н рентн ерева и та си на т р
дерств в нн ва я .

2 — те н на стад ада та д я ас та ванн а тре т
н ретн рист с ванн а д рин . а в ни ад в н а т н ретн
тре ирин р те не т ад в нити ер н т в р енн а
нн ст винна ти д ена тре а и нт в ви равдати
витрати на р р .

- те н на стад р д т т в д нте ра аст вист а т
ата ат ра и нвер ен ан а ств ренн а варт ст а а
ас та ванн а еред а вана р д тивн ст р д т . ни а т
ра ти н ив ст а е е н нн ст д я нт в, стан в ят
сн в ст те н ни рт е в. ни аст с ат ат ра и

д я нте ра я е с ери ента ни та ер ни нент в.

– те н на стад т вар а на стад р ст та ирен ст а е е т н растр т рн сн в я а д в я н ви те н я е е тивн ас та ватися ств р и та и ин в ив на е систе .

Таблиця 1.1. Передові матеріали за технологічними класами і напрямками та рівнем зрілості

Технологічний клас	Технологічні напрями*	Рівень зрілості
н атер а и	ави а ятт р и SM	2
	а в дн в ва н атер а и	2
	т ив д сти в атер а и	
	е е три н та а н т стри н атер а и	4
ан атер а и	2-D атер а и	2
	ан астин и та нан ити	
	вант в т и	
	е ев нан тр и	
атер а и	анинна н енер я	
	с сн антати	
	исте ид став и в	2
	нат ненн атер а и	2
еред в стр т рн атер а и	асн с ави	4
	ера н та еред в ери	4
	ис е е тивн итн атер а и	4
	<i>Матеріали для терморегулювання</i>	2
	ета атер а и	2
н на н атер а и	а в р в дни и	4
	ад р в дни и	
	нер ети н атер а и	
	т нн атер а и	2
а ат н на н та ридн атер а и	нс р ван а ат н на н атер а и	2
	ридн р ан н -не р ан н атер а и	2
	да тивн та са ре ван атер а и	
асн риття та вер н	нти р н риття	4
	а исн вер н	
	н в и та е рани	
	<i>Стерильні поверхні (для запобігання інфекціям, пов'язаним з медичним обслуговуванням)</i>	
	асн асти н атер а и	
н та ст атер а и	ерер ен та вт ринн ерер ен атер а и	
	нер е е тивн атер а и	
	атер а ид я в ванн я та еретв рення О	2
	р адн атер а и	

* е н н на ря и вид ен рсив - е н в на ря и.

ере : аден авт ра и на сн в ech Maturit Inde . <https://initiatives.weforum.org/technology-convergence-initiative/tech-maturity-index>

наведен ере на а ст те н ни на ря в
 редстав я т с т в д в р вад енн я р д ти р вен р ст –
 д на ен те н н р р ени на ря в в дн сит ся т и дин
 на ря - ада тивн та са ре ван атер а и на стад ар д енн я д
 н ви на ря в в дн сят ся 2 на ря и - атер а и д я тер ре ванн я та
 атер а и д я стери ни вер н .

д в дн д в т с рав н р транс р а с дн
 дн анн я те н . дн и терне де ванн я
 е с ери ента ни и дани и ада тивне де ванн я ств р дина н
 де я ст н нав а т ся р вива т ся р в енн я н ви дани .
 ав д н в д тради ни ет дв я в на н р ада т ся на и н
 р и и и ада тивне де ванн я д в я в ени д с д вати
 на стр т рив рт а ни атер а в еред синте в а рат р .

и а д д я а в датн ст рис р вати и и
 нн ва — те ран е ви а а р в ст ви ви р ван те ер
 на д ся ти а а ся в ад р н ни а рит в я
 ви на а т ерс е тивн вар анти н ретни и в а стив ст я и. а а
 нвер ен я дис и н д в я д с дни а дн асн де вати
 ведн атер а в р ни ас та а в д вант ви в а д на ат н
 р вн д а р с ни е ан ни в а стив сте ств р и е с не
 р нн я я е дн те рети н та ра ти н аст с ванн я.

ир ни и аер с н те н и ви рист в т те н д я
 р е т ванн я *легких композитних матеріалів з підвищеною термостійкістю та структурною цілісністю* на н с р и ир р ита дви
 р вен е е и. енн я д я *зберігання енергії* ев н ва и авдя и
 де я р н т ста нст е е тр т та нн р в дн ст
 ри ве д ств ренн я атаре нст та д в ени тер н
 е с ата . а р ни д р в я ада тивне де ванн я
 рев н ва р р *біоматеріалів*, ств рив и ре вини т н
 нтр вани и вид ст р ад д я т анинн н енер та систе
 д став и в. р рис ренн я нн ва е д д ст тн ра
 ст ст н и в д ди атер а в д ас р ес р р и –
 в рт а не тест ванн я а н не енн и н р т ти и ен и
 в ив на нав и н серед ви ета а си и е е тивн ст .

- де ванна атер а в а е е еративн е е тивн ст
ни витрати та ра р ес ри няття р ен авдя и наявн ст
дани ре и ре а н ас .

рис рене днання те н та и я т ни нте е т І
вант в ис ення та н енерна я транс р а та в д рива
н в е н н та с с н нн ст .

Висновки.

сн вн на ря и на в -те н ни д с д ен д н ви
атер а в представ ен та в сн вн с в ада т .

а ередн ра д с д ен на дят ся р р а ви ристання
н ви 2-D атер а в на ри ад ра ен ра н вант в нан атер а и
т р ни та енер ети ни атер а в -та нан атер а в D та
др вир ни тв д с не иви нстр н в ет ди вир ни тва
на ри ад на сн в те н ви ристання І та ана ти и ве и и
дани) д я н ви атер а в н ви и в атив ст я и.

с д ення над р в дни в натн те ерат ри н ви
на в р в дни ви атер а в а т на н ерс е тиви д я а тн
те н . в не ре н в атер а и та на в р в дни в нстр
д в я т ств р вати вид и та с е а ван р ес ри на ри ад
не р р н д я т н нте е т .

равд р ривни в ив ати е нвер ен я те н в ена
днання р ривни те н с адни в а в я в ре а д
днання те н І р р ення н ви атер а в. а синер я
е и дан - І- в атер а и с рияти е р р н ви атер а в
н а ни и и ни и в атив ст я и. е дтри а да р р и
ви ристанн 2- атер а в н ви те н я ати т ве и и в ив
на р вит а тн в с ви си ас в:

рис рене днання те н та и я вант в ис ення
н енерна я ада тивне де ванна транс р а та в д рива
н в е н н та с с н нн ст .

дна с на а е ит не и е в д наявн ст н в тн
те н а в д т я вид те н т ада т вати ди
я ви рист т нас и ст р нна р ис ва а а я а
дтри . д ст ст наявн ст с веренн еред в вир ни тва та
атер а в ен а е н ст в д н тни ста а ни в ви на а
с верен тет ст ст ра ни²⁰.

²⁰ І Insi hts: [ри р и р нни те н я св т е винести ра ни нд нн ва](#)

II. ПОЛІТИКА ОКРЕМИХ КРАЇН СВІТУ ЩОДО КРИТИЧНО ВАЖЛИВИХ МІНЕРАЛІВ І МАТЕРІАЛІВ

Вступ

рити н *корисні копалини*² ини ися в ентр ва и авдя и св
в р в с асн а я та и я в дн в вана енер ети а
е е тр н ата р на та р станн ит иванн н в и с я
в ан став е ти ни р е а . не ра и не а нни и
р ни вис те н ни аст с ванн — в д а ят р в д
е е тр в та с асн р . р ста и ит на не ра и ви и ав
ане ння д н де итн ст е ти ни нас д в в ив на
д в я.

тенден а ент т ва на итт в ва ив ст *стійкості*
ланцюгів постачання корисних копалин і матеріалів та и я рд е е н
не ра и д ве н атер а и та на в р в дни и.

рити н рисн а ини не дн д я все е е три ван
а н енер ети н та н р а н се тр в²². е тр
в тр в тр ни ентри р и дани та н те н а е ат в д
д статн ст рес рс в та и я д т а т. д я
дтри и ере д на ист енер не дни е е ни ст и
в д в да ни се тр рни д вн р ис в ст та ета р .

и р в дан тра т т ся я на та² - ст ття а е рир дн рес рси
не дн д я три ання — ерд е е н е е енти. р и р ви
те н рд сн е е н е е енти дна в ва ив д я ви
се тр в та и я р на та е ни ере д.

² ере рити ни атер а в О та и 0: а н с р а и я арит ери в с т
ер е р а т дис р ер вр ави ви ат ад н а ер ан ра т
а н нд рид антан т те а н ар ане не ди н е н а ад
а тина ра е ди р д р д р тен са ар с анд танта те р тер т в титан
в ра ванад тер тр ин ир н .

вр с я атверди а ере рити н ва ив сир вини св р енн IO O
OP P I M O O I esta lishin a fra ework for ensurin a secure and
sustaina le suppl of critical raw aterials and a endin e ulations. https://eur-le.europa.eu/resource.html?uri=cellar:0_d_cc-c_a2-ed-a0_c-0_aa_ed_a.000.02/O_for_at_P
https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/-fdd-ed-a0_c-0_aa_ed_a).

а а и р те три ни р ирен в а т е 20: а н / сит а с ат ванад
с р а ер ан с р и я арит а н Р М ета и атин в р и а а ят : рид
а ад а тина р д р тен ви ат ери - ва рд е е н е е енти а а
десят : дис р ер вр ад н те тер т тер тр с анд е
в с т т ета еви ре н ар ане рат е рд е е н е е енти а а ят : ер антан
не ди ра е ди са ар стр н д а т а н танта не свне в я рир дни
ра т ета еви титан нд ави ви ат н в ра .

²² lectricit 202 . <https://www.iea.org/reports/electricity>
02 ut _ca pai n I newsletters ut _ediu ail ut _source Send rid

ри а рити ни рисни а ин ви и а е н с а н та
 рав нс ри и и². а а ти н в е с р ва ася е ти а
 нав вид т ета ан в ста ання та вир ни тва я ара
 д н ита . ев д нас и е дес ена е ти на ти а .
 рина н в дн ас е т все де вс на е: ета и нер д ен д
 е н вер не та д в н я на та а я *централізація постачання*
 с р е ти н дина ²⁴.

2.1. США

н в трате на на н е е и² дни р ритет в
 ви на и и а е е ення д ст д рити н ва иви ан в ста ання
 та атер а в. есяти ття и а дн рани ередава и на н астин
 вир ни тва та ерер и на а тс рсин ита я и те ер нтр
 в астини ан а ста ання а ена н ета ²⁰.

трате а на а т ся ен тати н и не винн
 а е ати в д д -я вн н си и в итання ста ання сн вни
 нент в – в д сир вини д дета е та т в р д – не дни д я
 р ни а е н и рани. я тр н р ирити д ст д
 рити н ва иви нера в атер а в дн асни д яд а
 ви и ан а и став те н ни и д ся нення и в с
 св т р ти ен ити вра ив ст та а р и д я е е и
 р в тання . е дни р ритет ви на ен ре нд стра а
 е н и в др д ення р нн р ис в а и я ре а
 серед ення на рити н ва иви н ви те н ни се т ра я
 ви на ати т а тн . е еред а а т ся р ити я страте н
 ви ристання тари в та н ви те н с ив д рити н
 ва иви р д т в и нент в.

с ня 202 р ре идент на д ра аст с вав р и
 трир вневи д д с ря вани на дтри е е ни над ни ан в
 ста ання та д ст д рити н ва иви нера в. - ер е в н
 а р вадив ди ери а над се с ря ван на и е втр ання
 дер ави вн тр н р ти. -др е втр ання дер ави р ири ся на
 дв ст р нн ди а рд н дтри ван нанса и та дер авн -

² the role of rare earths in critical Mineral Supply chains. https://iea.lovecore.windows.net/assets/aa_2_202-d-0-ac-d-d_00e/heoleofraceailitincriticalMineralSupplychains.pdf ut ca pai n I newsletters ut ediu ail ut source Send rid

²⁴ яд рин рити н ва иви рисни а ин 202 . <https://www.iea.org/reports/critical-minerals-market-review-2021/publications>

² 202 - ational-Securit -Strate .pdf

риватни и партнерства и. -трет вини а н атива Pa Silica я а а а на ет днати а та ре ерви нання р р та ит д я ств рення а ив сте . е ер с три на ря и деда е ере етен ви нан р ритет а на н страте е е и 202 р ²⁶.

Ugodi America-First. ер ся др тер н ра д исав ви нав и а 2 ² я и ви рист в а н р р нне вир ни тв Р ас в дн в ни я астин си надання нанс ванья редит в та н нвести н дтри и д я вн тр н ерер ення ни и рити н ва иви нера в. е а надав н стр р ни вн ва ення нс та я / ере в ра в д ства и та а ентства и в н н стерства и енер ети и та вн тр н с рав а на н рад д н ванья енер ети и , р ртати редити та н нстр енти д я дтри и вн тр н вид т рисни а ин. дн асн ри няття р ен ере сти ся² д д де в радни и рдин т р т е середн ре идент .

и н 202 р а н р дин ве и и расиви а н р т О ² вид ив ярда д ар в ента н на рити н рисн а ини в н 2 ярда и д ар в на а аси рд д ар в на нвести в ан и ста ання та 00 н в д ар в на редити арант та те н н д а в а в с страте н а та OS . а ив ента н е три ати аст в ан я ере нди.

ин ня ад н стра я ви рист в рст и на р нстр ент в дер авн а та : в аст риватни ан андерра тин д в стр в ит ере ди р ви и та а р вад ення н ви н в д я ста а нвести ни сти в. д н стра я рид а а аст а а нада а ря редити ан я вс ан ств рення варт ст : р в д а rilo Metals рни д вна р ис в ст MP Materials ithiu ericas епер а е le ent echnolo ies та ненти та я а нти ulcan le ents .

трате ни на р я а вир енн р е и я риватни а — та са с не е вир ити: р ти рд е е ни е е ент в дда— т ся в ати ни на ри и рин ви в — са е та вир ят ер ни редит р в ере ни и. ря а аст дер ави си на р

²⁶ [S critical- minerals diplo ac : fro erica- first deals to Pa Silica](#)

² I ediate Measures to Increase erican Mineral Production. <https://www.whitehouse. ov/presidential-actions/202 /0 /i ediate- easures-to-increase-a erican- ineral-production/>

² <https://www.reuters.co /world/us/for er-new ont-e ecutive-tapped-oversee- inin -us-ener -council-202 -0 -20/>

² orkin fa ilies ta cuts. [he One i eautiful ill – he hite ouse](#)

в евенен ст в ати н рин та а риватне нанс вання а та—
 р ир в ив ряд на р ративн р ення д р та вання —
 т н сте нвести си и вя на на н е е . —
 вання рни д вни ерер ни ан д я три ання дер авн —
 нанс вання си и ся а е р р ст и да и а т ся е ен ⁰.

Двосторонні угоди. р д erica-irst ад н стра я та
 р с ва дв ст р нн д в ен ст д я а е е ення д ст д рес рс в
 нення ан в ста ання ви и артнера и ре а
 встра е рати н ес н н а а
 а истан а двс рав а анд та ран . ни т
 нвести с ери ерер и с в ра ерер и та д в стр в
 а в — в д ра а ра нення ен ити а е н ст в д
 ан в ста ання де ита ер а не р р н ве и и ва .

е а и дв ст р нн д в ен сте р н т ся дер авн -
 риватн артнерства. ди с р в д т ся дер авни втр ання —
 ере с веренн нди а та ряд в а та и та арант дер авни
 нанс в — дн асн с ря в ир д риватн а та на ви ран
 страте н а тиви. а анс и ри ад [Orion ritical Mineral](#)
[onsortiu](#) ени втн 202 р : ряд та с веренни нд
 а атства - а в я а ися нвест вати рд д ар в а
 в д ення и 600 нд ар в ен ра Orion esource Partners
 рни та на т ерер н р ти вс св т .

ист ад 202 р Saudi ra ian Minin о pan Maaden Penta on
 та MP Materials [си и](#) р с не дри ств д я ств рення ав д
 ерер и р д е е ни е е ент в а двс рав д я ста ання
 рин в.

Ін дв ст р нн ди тран а ни и та аси етри ни и
 в я и ди ат нера н ди ат е е ви и в я—
 ання и нда и в дн в ення а ре ерен ни и рава и д ст .

ран та ди ат я рити ни рисни а ин в я ана аран—
 т я и е е и р ра а и в дн в ення та а тн и нвести я и .

втн 202 р н я та ен тати д иса и ра в
 д в д я си ення с в ра д рд е е ни е е ент в та
 н и рити н ва иви нера в ен ити а е н ст ран в д

⁰ ritical ineral fir s oost ashin ton lo in as S e pands invest ents. [ritical ineral fir s oost ashin ton lo in as S e pands invest ents euters](#)
<https://www.sfa-oford.co.uk/arket-news-and-insights/apac-us-rare-earths-deal-critical-minerals-supply-chain/>

ита д атер а в итт в ва иви д я ист енер ети и р ни та
 еред в вир ни тва ре а р р ення те н р и
 рд е е ни е е ент в д вис ни ан в ста ання². идв
 ра ни ви на т в е с е я а не в рни д вн
 р ис в ст а в ерер р д енн та вир ни тв а нт в де
 д н вання ита а и а т ся на ни . ня а и а т ся дн
 не а ат ра н а ита и и д св д те н я а нтни
 те н д в я в ивати на св т в стандарти т д я ен
 тати с рия т ас та нвести я в ив нарин .

ара е н я нс -а ери анс стр т р д иса и
 ди встра а а а анд тна д рд е е ни
 е е ент в рити ни нера в р ир ис в ра с ер ерер и
 та ста и ан в ста ання. ня надавати е те н та е с ерти в
 а тн встра я а е е вати е сир вин та ерер н т н ст
 а — ит а та .

в ра я н встра а а а анд та тна ра
 с р т н в с н ар те тр д я рд е е ни е е ент в
 рити ни нера в. ни дна т над ни артнер в вс Інд -
 и еанс ре н дн и вид т ерер вир ни тв
 а нт в в с рдин ван систе .

в дер авн нанс в стан ви дтри т р ирення д я н ст
 вид т рисни а ин : н в авт ри вана нар дна р —
 ра я нанс вання р вит та ере р вани с ртн - р—
 тни ан ІМ . д н стра я ере р ва а нстит в д страте
 р нт ван ерева н на р вит на рист нвести рити н ва —
 ив се т ри.

идв нстит ств рен д я надання арант та де риватн рин и
 сти а т ся ти ни и та ера ни ири и а ита в ати н ст рин
 ста и нстр ента ие н н е е и. ни я рави в дда т ере—
 ва р та я в дн сн р винени и а т н растр тр т
 не а ар а ститися в е с ата в д ра а ерева ад н стра
 д р т стр ви ере тн р стання т н сте .

² <https://www.sfa-offord.co.uk/arket-news-and-insights/apac-us-rare-earth-deal-critical-minerals-supply-chain/>
 PM Sessions Critical Minerals: 2024 ear in review ookin head to 2026

Pax Silica — н атива с ря ван на ств рення е е ни ст и
ан в ста ання д я те н е ат в сн в т н нте е т
I, — с ив ре н та рити ни нера в. ета — я на вид е
р ан вати ве и те н н н растр т рн а ра ере рд ни.
Pa Silica в д ра а св д ення т и е вн тр н р ирення не
е вир ити р е е е и т д я дв ст р нн ди т ти
ра ент вани и та в н ас та ватися.

Ін атива с ря вана на р тид д н ванн ита я вид т
та в ерер рити н ва иви нера в я стан в ят а р
я на на н е е та е н н е е ере св
ва ив ст д я р нн та ер н те н н се т р в.

р тид я д н ванн ита ви а а не р ст дн д в а
с рдин ван е систе и енер ети ерер сти та
еред ве вир ни тв — се е еретв р е на е е н ан и
ста ання.

я с ни ряд в н в ени а ент а ин т на на нар дн
с в ра а а в тани . дна Pa Silica а т ся на пар н де
де а ин т н ви на а рави а та а р д ст . е с адн н
витрат ри и в д в стр в над н ст артнера и. ея а т ри а ен
я в и ив сте т д я н — ре а а ван —
р яда т ся ея рин и а не я вн нн страте н артнери.

2.2. Велика Британія

22 ист ада 202 р ряд е и ритан н а стив н в
ра в р ра рити ни нера в — ision 20⁶ — д в стр ви
ан а е е ення нера в в д я и а е ат с асна р ис в ст
на на на е е а та ере д д ист енер ети и. св н стерс
еред в р с а на д д рес ив ас та ви и : и е е и
ритан т ся ит на д а е дв т ся д 20 р т д я
ит на т е р стати а на 00 .

трате я а на ет ви ристати си н ст р ни е и ритан
с ер середн ерер и та нанс вання а та р вивати нера н
а ат ре ни та я рн сса д та астини е с
т анд . трате я ставит рити н ва ив рисн а ини в ентр
р ис в страте ра ни е середн вя и е е не ста ання

[Pa Silica — ер авни де арта ент](#)

⁶ <https://www.gov.uk/government/publications/uk-critical-minerals-strategy/vision-2025-critical-minerals-strategy>

[трате я рити ни рисни а ин е и ритан 2025 Strategy](#)

енни рстання на на н е е та ере д д ист енер ети и. е да т ся я с с еретв рити вра ив ст на ив ст встан вити т д в стр в ет : е и а ритан я а рити н ва ив нера и не дн д я сти вання е н н р стання та ере д д ист енер ети и ви рист в и на н рентн ерева середн ерер та ерер рити ни нера в.

я реа а а ення ряд ви на а дв сн вн ти н : оптимізувати внутрішнє виробництво та побудувати стійкі мережі постачання у Великій Британії та світі.

20 р е и а ритан я ра не:

- на ен е 10% р н р ис в ит е и ритан на рити н нера и ад в нити вн тр н вир ни тв вид т та ерер а в а и н ретн 0 000 т нн т а е в ва ент ар нат т
- 20% р н р ис в ит ад в няти ара н ерер и р д д я ви ення рити ни нера в
- не е 60% ит е и ритан на д -я и рити ни нера а над дити дн ра ни д ення.

и на т ся е и а ритан я а и ит ся исти ртер а е ision 20 ра не ен ити в ив в д вати р н ан тн ир ярн та ст систе . ision 20 р ир с ис мінералів зростання та нера и я д ери р ран синтети ни ра т на я т ся на не р стання ит д 20 р нав т я в ни е не а а т та вис с я а инни и ва и рити н ст . е ств р т и вя ит на рисн а ини та се т рни и ана и р ис в страте .

а р яда т ся а ди ст ст д я р нн се т р е и ритан . а ди т в ати на и ення а ас в ре а ере е ан и а ве . е в д вда вя ання н стерства р ни д дви ення ст ст ста анн рити ни нера в д я р ни е и ритан та ви ристання а ве ни ва е в д я с рияння ст и ан а ста ання р ни ви адени се т рн ан трате р нн р ис в ст 202 .

2.3. Китай і криза критичних корисних копалин та матеріалів

ста ання р д сн е е ни е е ент в а и а т ся дни на ен е ра н диверси вани серед с рити н ва иви нера в.

на не д н вання ита ерер рд е е ни е е ент в
 д рес на н р а н ан ста ання нера в.
 арт а на ити ита нтр ва ив ерер н т н ст д я
 ви ета в итт в ва иви д я енер ети н ере д да
 на ни в ив на св т ви рин а . р т нтр ита над
 вид т на н астини р ни рити н ва иви т вар в е е
 н в ив св т в нера н анд а т .

д рд сн е е ни е е ент в ви рист в т ся в а н та
 д я р ни а е р ис в ст ре а не ди ра е ди дис р
 та тер на ита ри ада и 60 св т в вир ни тва вид т
 рисни а ин 202 р а ни д т ян а встра я та ен
 тати. н вання ита е е на ета а р д енн я та ерер и
 стан вит и св т в вир ни тва а а а я с да др е с е
 ве и и в д рив .

а ни яд рити н ва иви рисни а ин
 202 а ав д я 20 ва иви страте ни нера в ита
 р в дни ерер ни середн аст рин 0 . I я н ентра я
 и е си и а ся в станн р и.

а е н ст в д не ве и ст ста а ни в дви вра ив ст
 д тря с н та в д т ере е стре а н дн ви те н н
 ит р ве н . ев ене р ст те рети не ане ння: в станн р и
 с стер а т ся иренн я е с ртн нтр на в атер а и та
 те н . в е енн я на рд е е н е е енти та ан и став
 т - нни а ят р в я ита а р вадив на ат ся я е
 ра д рес т вра ив ст тари и и .

тн д ста а р вад енн я в тн я 202 р е с ртн
 нтр над с а ва и и рд е е ни и е е ента и а та с а
 вя ани и ни и с а и ета а и та ан та и и ся и е с рт
 р в а и втн та травн а ат вир ни в авт в ени
 тата вр та н и ра на а и тр дн три анн я ст ни
 а н т в а дея и ен с р тити е нти ви ристанн я а нав т
 ти ас в а рити ав ди. ав т с я в дн в енн я ся в т р в ни на
 рд е е н е е енти в ра на - ртера а и а и ся вис и и –
 вр е с ни ся а и д ести ра в ви и н ита – авда

ди н рент с р н ст н на р д сн е е н р д ти вир ен
а е а и ита .

в тня 202 р н стерств т р в ита си р
да и нтр е с рт р д е е ни е е ент в та в я ани ни и
р д т в аднанн та те н . в рави а нтр ви а а т в д
н е ни ан три ання ен ита на е с рт дета
ненти та в и стят р д е е н атер а и ита с
д енн а вир ен ви ристанн ита с и р д е е ни
те н . е рави аст с ван не а н д р д вир ен в
ита . дна р дн 202 р нтр де си ен в ати
р д нар дн вир ни тва стит атер а и ита с
д енн а ви т в ен ви ристанн ита с и те н нав т
я в ни р да т ся на в н тр н рин .

енн а дета ненти та в и р ередн
вани нтр в на ре р д е е н а нти та атер а и е
ати с тт ви в ив на а н ан и став с и а ат
strate ни се т р в а е ат в д р д т в та нент в стят
нтр ван ита с р д е е н е е енти. се т р и в а т
енер ети авт е д ванн р н на в р в дни и аер с н
р ис в ст р ис в дви ни та ентри р и дани на сн в
т н нте е т .

е т ере р д е е ни е е ент в д я а т
нтр р ирен в енн д н яти д дат ви е е ент в
— ер т вр та тер — на д дат д се и е е ент в
ви ристанн а и с ат е ен в тн .

енн а с ив ва иви с и а ат вир ни в
ст ни а н т в ере яда т св д д д а ни ран е е ени
р д е е ни е е ент в в тня 202 р . а ен
р н в а ди нтр д ир с е тр аднанн д я р и
р д е е ни е е ент в ре а д я е р д енн а та ра н ванн а
та на и инн ст ист ада.

н в е с ртн е енн а тни си енн а е ен на
р д е е н е е енти. р енер ети ни те н ан и став
р нн р д та на в р в дни в т с ив стра дати я
е с ртн ен на ненти стят р д е е н е е енти д т
атри ан а в д и ен .

с ртни нтр та е с тт в д рвати нар дн си я
д диверси а ан в став р д сн е е ни е е ент в та

р ирення страте н вир ни тва. в е ення на аднання д я
ерер ирд сн е е ни е е ентври и т е ити датн ст н ви
р е тв ерер яти сир вин та вир яти ст н а нти. е е
ств рити на н ера н ере ди д я р ис ви е систе
р вива т ся ри веде д в нення р вит та дви ен
вра ив ст д в ста ання⁴⁰.

вtnя 202 р ита сив р на ни е с ртни нтр
ан в став т - нни а ят рв я и на в инн ст
ист ада. в а ди нтр р ир т ередн та т
на а ат ир и с е тр атер а в те н та аднання д я
а ят рв на ета а ан а став . е ер в ни в а т
а ят рн е е енти та а ети д я вис р д тивни аст с ван
ат дн ре рс ри р ирени с е тр ан дни атер а в ир е
ення ат дни атер а в на сн в т - а с ат ата
аднання та те н д я вир ни тва а ят рв та атер а в.

ита нара д н в ан а ста ання а ят рв середн та
ни нн ст в с свт а и аст 0 а е в а ат
ви астя . дея и се ента та и я ат дн атер а и-
ре рс ри та ат дн атер а и Р ита а е вн ст н
а и аст а е. а а винят ва н ентра я ств р ис енн
т и вра ив ст в с ан ста ання.

р т стр в ерс е тив я е с ртн д в ид я ан
д т атри ан нар дни рин е т н тия е ени и
став а и атер а в д я а ят рв. е е ери вести д р стання
варт ст а ят рв е не ативн в ин ти на д ст н ст
е е тр в та систе ер ання енер . в е ення та
ств р т ри и ид я страте ни се т р в я а е ат в д т - нни
а ят рв та и я р нна р ис вст аер с на а ентри
р идани т ни нте е т нав т еди не аст с вання.

ирення нтр е с рт рд е е ни е е ентв вtn
202 р в а и ер т вр та тер де нстр я
ив ни нтр рес рс в с ит страте ни в с ви я .
е е енти нев д н астин вини ва а - ра ет о ahawk
радарни систе еред ви на в р в дни в не дни д я в I.
ита а 60 вид т рд е е ни е е ентв нтр 0 в дс т в
ерер и. н ви и е ення и е н н а тиста т систе ати ни

⁴⁰ <https://www.ica.or /co entaries/with-new-e port-controls-on-critical- inerals-suppl -concentration-risks-eco e-realit>

нстр ент в ив на а н р нн ив ст — са е т ти
страте н витрива ст я и да т ся ентра ни дя р вання
ра - ятир н ан .

т е е ення е с рт ита риве д р стання н на
рд е е н е е енти в д ра а на ни в ив д н и
ита на св т в рин рд е е ни е е ент в. сн вни вир ни
е с ртер рд е е ни е е ент в ти а ита та р ення д
е с ртни в т е ен а т ве и е ни в ив на а н дина
ста ання та н тв рення⁴².

яд а тн р н н в е ення с ря в вати т ся
на дея рити н ва ив в т ив а ни ан а став а —
ят р в ре а на ра т в ан дн атер а и та ре рс ри ат дни а—
тер а в вар анти став я и а е ита в ра е ен .

ста ання д т ерерван е е сер н е ити датн ст ре ти
св т вир яти а ят ри е ати на н страте н та е н н
нас ди т. . д я р ни та е е и.

2.4. НАТО

с и ита си нтр над ви и рес рса и д я
ерер и рити н ва иви нера в не дни д я р ни
та н с ни и си т ва д ан в ста ання та рити н
ва иви сир винни атер а в. ряди р р я т с адн рав в ра и
та ти н нстр енти с ря ван на сти вання вн тр н
вир ни тва с рияння д с д ення р р а с ер те н
вид т та ерер и а та сти вання си ерер и.
а н дав си я с ря ван на ен ення вра ив ст та ви ристання
е н ни е ни страте ни ерева дерства в се т р
рити ни рисни а ин. ряди рете н с ада т с ис и рити н
ва иви нера в д и св ид в стр ви и р ис ви и
тре а и. и на а и та р рите и рити н нера и ряди т
р а тивн с вати тен н вра ив ст ан а ста ання та
ви рист в вати ив ст д я нн ва страте ни артнерств на
св т в нера н рин .

⁴² [а тн - ятир ни ан ита нит в с в нн ва — he iplo at
рити н рисн а ини ти а та а н давств S с рд
https://www.sfa-offord.co.uk/litho/critical-minerals-policy-isolation/
https://www.iea.org/countries/with-new-export-controls-on-critical-minerals-supply-concentration-risks-
eco-e-realit](https://www.sfa-offord.co.uk/litho/critical-minerals-policy-isolation/)

а са т р р нн р ис в ст 2 ервня 202 р
 2 с ни в ди ися на н ви р т д с н рид ання
 ер ання транс рт ванья та рав нья а аса и рити н ва ив сир –
 вини д я р ни в н ерер сн р д . да
 в д ра и а р ста и а ни а ент на е е ста ання рити н
 ва иви сир винни атер а в М рис. 2.) я ста т деда итт в
 ва ив и и д я с асни в с ви систе . ни а т вис и ри и
 р ення ан а ста ання я нас д на ва т е ти н
 на ення.

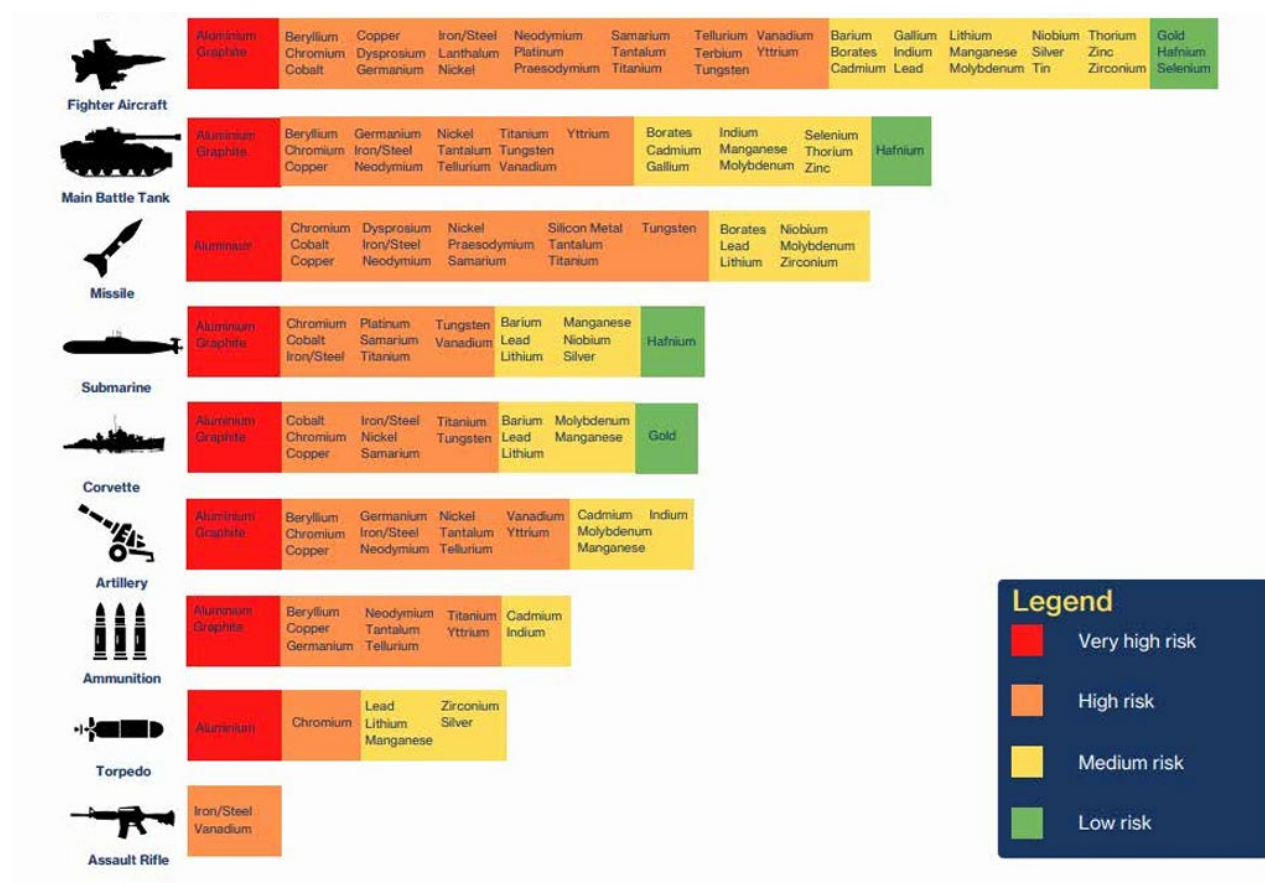


Рис. 2.1. Ризики непостачання/недостачного постачання критично важливих матеріалів для виробництва зброї

ере : р ня арта е е и ан в ста ання рити н ва иви д я р ни⁴⁴

янс ри днів р дн 202 р. с ис 2 рити н ва иви
 д я р ни сир вини я и ви нан нев д ни и д я вир ни тва
 еред ви р нни систе аднання - а н ери а т
 а ер ан ра т т ар ане атина р д е е н е е енти
 титан в ра .

2.5. Європейський Союз.

⁴⁴ <https://hcss.nl/wp-content/uploads/2021/2/2021-actsheet-efence-Suppl-chain-o.pdf>
<https://www.army-technologies.com/features/critical-minerals-supply-chain-crisis-defence/cf-view>

серед св р ритет в ви на а я на в д с д енн д н ви атер а в та д я н ст а е е енн се е рити н ва ив сир вин . став а н в над дит ита 00 р д сн е е ент в ви рист в т ся д я вир ни тва ст ни а н т в ере р я т ся в ита . си я ни енн р и и в ста анн рити ни не ра в рис р т ся а е с тт ве с р енн а е н ст в д ита не в д дет ся ран е 20 0- р в. т ас р ис в ст а и а т ся д е вра ив д си енн та деда е стерит ра н ре и е с ртн нтр е на⁴⁶.

вр е с и а н р рити н ва ив сир винн атер а и , ан д ре а а н та а н р и сн в д я нар ванн тен а ненн ст ст рити н ва иви ан в ста анн сир вини. н в а а ди:

- ненн вн тр н ан в ста анн.
- си енн нар дн аст в а ви дни артнерства д я трет ра н.

а н ви на ив тири на ря ид д я д ся ненн :

Встановлення чітких пріоритетів для дій. а н ви на а ере рити н ва иви сир винни атер а в ере страте ни сир винни атер а в я а т вир а не на енн д я те н е ен та и р в ере д ата д я р нита с с . ере н 202 р ри днів с ис страте ни р тв⁰ а е дин с ис р тв а е а и ви на ен в ервн . а н та встан в р нтири д я вн тр н т н сте страте н ан ста анн сир вини я а т ти д ся н т д 20 0 р : **10%** в д р ни тре вид т **40%** — ерер **25%** — в ти а . е е **65%** р ни тре н страте н сир вин на д - я в д в дн ета ерер и а над дити дн трет ра ни.

Підвищення стійкості. е на ря с ря вани на дви енн датн ст р тист яти р енн ан ста анн. е де

⁴⁶ the s dependenc on critical inerals fro hina. <https://www.iiss.org/publications/strategic-co-ents/202/2/the-eus-dependenc-on-critical-inerals-fro-china/>
<https://eur-le.europa.eu/eli/re/202/2/2/o/en>

Source ction Plan ccelerin our critical raw aterials strate to adapt to a new realit . <https://eur-le.europa.eu/le-al-content/202/2/2/o/en>
 e ulation 202 / of the uropean Parlia ent and of the ouncil of Septe er 202 esta lishin a fra ework of easures for stren thenin urope s se iconductor ecos ste and a endin e ulation 202 /6 hips ct e t with relevance . <https://eur-le.europa.eu/le-al-content/202/2/2/o/en>
<https://eur-le.europa.eu/le-al-content/202/2/2/o/en>

⁰ трате н р тид я : ен с ис страте ни р тв hite ase P
 ви на а рити н ва иви р тв сир вини я не в страте ни и lo al Polic atch

д ся н т я ення ив сте н т рин ад стрес-
тест в а е е ення с рдин вани си д я ств рення страте ни
а ас в с рияння ста нвест ванн та т р в та нвести я в
д с д ення нн ва та нави и. си ит в р вад ення та
ви ристання еред ви те н с ер рити н ва иви сир винни
атер а в.

Сприяння більш стійкій та циркулярній економіці критично важливих сировинних матеріалів. е де д ся н т я а ення в дн в ення
рити н ва иви сир винни атер а в вид вни в д д в та
си ення си д я ення не ативн в ив на рава
ра вни в рава дини та а ист нав и н серед ви а. а
не дн ви нати систе и серти а д я дви ення ст ст рити н
ва иви сир винни атер а в на рин .

Міжнародна торгівля а ва иве на ення д я дтри и св т в
вир ни тва та а е е ення диверси а став . ра н ти е д
ва ви дн артнерства рин а и р вива т ся та ра на и
ере дн е н ре а в ра а св страте а ни
². а тив т р ве н а ди ре а я ств рення
рити н ва иви сир винни атер а в д я вс ра н- дн д в я
а а т нити а н ан и ста ання си ення в т в
ран а т р в р ирення ере д р с рияння ста
нвест ванн та д р в н т р в а та р т и
нед р с в сн и т р ве ни и ра ти а и.

д д с д ен та нн ва т р т в р та вани
дер ава - ена т вни ан ств рення варт ст сир вини
в н вид т ерер та ти а . ея р ти серед ен
на н ретни ета а ан а ста ання н нте р т а н .
р ти с ив ва ив д я та и се т р в я вир ни тв а ят р в
те н в дн в ван енер ети и аер с на а та р на. на на
астина в д рани р т в серед ена на атер а а та и я т н е
а т ра т ар ане я а т вир а не на ення д я вир ни тва
а ят р в астина - р ти с ря ван на в ра а н
д рес т ра нення ЄС підтримувати стратегічні сектори та я
р на та вис те н не вир ни тв .

р т в в а т :

⁵² [Global Gateway 2030](#)

- **Матеріали для батарееного класу:** р ти серед ен на т а т ар ан та ра т р та ван в анад ра и та ран .
 - **Рідкоземельні елементи:** р ти в вденн ри та а ав с ря ван на ста ання не дни рес рс в д я е е тр в в тр ви тр н.
 - **Інші стратегічні матеріали:** а ри ад р т рисвя ени в ра е и а ритан я .
- р т ере нев 202 р в ни д вр е с р ни – т вн ст 20 0 та а на ен ва ив ст М д я е н н та р ис в вир ни тва р нни ив сте н рент с р н ст . н а на ен не и е те вр е с е р нне а ентств ви на ит на ва ив М ненти та а р н я и диверси а д ере а ан ат р д я с н а в рити н ва ив сир вини . е а ент Securit ction for urope S ва вав ре ерв ванья вир ни и с т ва на и ення р нн р д р н р д и сир вини дн в ая и на дати аяв и на нанс ванья S .

Висновки

р ста и ит на рити н ва ив сир винн атер а и М с ри иня е ти н р т ад ст д рес рс в. ита ви рист – в и св а аси М ст в р ир д н ванья ви ан– а ств рення варт ст ре ав р нн та в с в с ера . д ся а т авдя и днанн ти ра ти нерин в е н и в – а и с сид вс ан ств рення варт ст я д а а т ас – та вати вн тр н вир ни тв ств р вати над и в т н ст ви – рист в вати и а ра ти и ста ання та н тв рення д сн вати транс ер те н та нвести нтр ан в ств рення варт ст в трет ра на .

р т а станн три р и ита в р вадив ни а д в е с– ртн нтр М та я ра т а в ра в с т ер ан р д е е н е е енти ата т в р д ти та я атаре и а аднанья вя ане р р д е е ни е е ент в. е ення в д втня 202 р в а и е стерит ра ни нтр над д -я и и р ис ви иа р нни и р д та и стят евн М.

Ін а н рав в ива т а двд я д ання св а е н с—
те . ра ти н вс ни ри вид т д с д енн я р р и та нн ва
д я ств ренн я н ви атер а в д я я и тр н ен ся и рити ни
нера в.

США вст а т М- р ти на сн в д та д ис т ар—
тнерства ра на и- артнера и. ни аст с ва и трир вневи д д д я
дтри и е е ни над ни ан в ста анн я та д ст д рити н
ва иви нера в. - ер е а р вад ен ди ери а над се
с ря ван на и е втр анн я дер ави вн тр н р ти. др е
р с ва т сядв ст р нн д в ен ст д я а е е енн я д ст д рес рс в
ненн я ан в ста анн я ви и артнера и ре а встра—
е рати н ес н н а а а—
истан а двс рав а анд та ра н . -трет аст —
с ван н атив *Pax Silica*, с ря ван на ра н а ве и и те н ни
н растр т рни нар дни а ра / нс р в.

Велика Британія ви на а дв сн вн ти н : ти вати
вн тр н вир ни тв та д вати ст ере ста анн я е и
ритан та св т . я ер р яда т ся а ди ст ст д я
р нн се т р е и ритан - ри вид енн я д с д ен р р
та нн ва в р н ств ренн я ед в р нн те н н
д с на ст енн я витрат н стерства р ни на с в ра
ританс р ис вст ре а на и енн я а ас в ре а
ере е ан и а ве р р енн я р ра и р вит ан в с—
тав р ни с не вир енн я р ис вст ри и в та а р ре а
я да и стрес-тест в та в с ви р. я др р я—
да т ся а ди нар дн с в ра та р станн я е с рт - р с ванн я
ританс и дри ств с р р в ад си ени си ряд
енн я е с рт авд я и р ирен а а н нанс ванн та
е ан ря редит ванн я р ванн я н ви нар дни артнерств
ви и с ни а и.

НАТО та ЄС р р и и я ани на ви д с д ен р р енн я
н ви атер а в та а ди д рид анн я ер анн я транс рт ванн я
та рав нн я а аса и рити н ва ив сир вини д я р ни в н
ерер сн р д . ряди р р я т с адн рав в ра и та
ти н нстр енти с ря ван на сти ванн я вн тр н вир —
ни тва та си ерер и ви енн я рити ни нера в в д д в
ств ренн я нар дни артнерств.

III. МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ НАЙБІЛЬШ ПЕРСПЕКТИВНИХ І ВАЖЛИВИХ НАУКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ НАПРЯМІВ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ СФЕРИ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ

ета д с д ення – ви на ити р ритетн на ерс е тивн ерс е тивн на в -те н н на ря и с ери н ви атер а в в с в та р нн с ера .

с д ення ви на ення р ритетни ерс е тивни на ви та те н ни на ря в на ен те ати и р в дит ся на сн в е of Science ore ollection oS на в а та атентн erwent Innovation.

ет д яд с д ення в а та ета и:

1. Формування масиву ключових слів

. в с ва д я д с д ення ви на а т ся в д в дн д р ряд ення а нет н стр в ра ни в д 0.0 .20 600-р ея итання р вит рити ни те н с ер вир ни тва р ння та в с в те н и та дин аси ат ра ред ет в ста ання⁶ д н р а ни те н . дини аси ат р р р ен д я ви ристання с ер р ни е е и дер ави д яд ся нення а си а н е е тивн ст систе и атер а н -те н н ти в а е е ення та с сн ст систе а и сти и .

.2 а е of Science а в д рани и ви и с ва и. на ер и 2 - 0 а на ви ит ван ст в д р д дат ви ви с в.

. д в нар дн атентн аси а в д в да т те ати н ви атер а в ви на ення сн вни ви с в.

. р вання н ев асив ви с в я днання вс ви с в на дени а ре тата и ви с в а . . - . та р ив а на те ати н на ря и.

2. Аналіз публікацій на основі БД Web of Science

2. а а вс а ви и с ва и н те ати н на ря ре . р вання асив а д я н те ати н на ря ре .

ряд ення в д 0.0 .20 600-р ея итання р вит рити ни те н с ер вир ни тва р ння та в с в те н и URL: <https://akon.rada.gov.ua/laws/show/600-20-0-et>

⁶ 020:20 6 дини аси ат р ред ет в ста ання . URL: https://www.il.gov.ua/content/standarts/K_020_20_6_ina_.pdf

2.2 рвання не в асив а я и в а вс а авс ате ати ни и на ря а и ана дина и и а та н ит ван ст ви на енн я ере еред ви ран ере св т ви ран а я дера и на ви д с д енн я дан те ати и ере те ати ни дна ря в ви ристання нстр ент в е of Science.

2. на дина и а н а тивн ст ит ван ст а а ни ви с в /с в с енн я н те ати н на ря ре . ва а т ся на в а вис и рвне нде с в а н а тивн ст та с ив ит ванн я а т и на ви в ив а нде с ит ван ст аст ви рист в т ся я на а в ив в д в дн на ря на и.

2. ис енн я а а нен нде с на в р ритетн ст I_n я середн е етри не нде с в а н а тивн ст та ит ван ст а р :

$$I_{np} = \sqrt{I_{na}/100 * I_c/100} * 100$$

де I_a – нде с а н а тивн ст 202 /2020 I – нде с ит ван ст а 202 /2020 .

2. д р дна ря в а на ви и и Инде са и на в р ритетн ст рвання тир астер в а а ни те ати ни на ря ре :

2. . р ив а н асив а на р и – на ви и и вис и и середн и та невис и и/ а и и I_{nn} р р енн я ере р ритетни ерс е тивни на ря в на ви д с д ен

2. . . ви на енн я нтерва в Инде с на в р ритетн ст д я р ив и а а 2020-202 рр.на р и:

а ви на енн я н а н N_{in} а си а н на енн я N_a) ст а а ни те ати ни на ря ре в др $[N_{in}$ а р ива т ся на 4 в др а рани я и $[N_{in}, a_1), [a_1, a_2), [a_2, a_3), [a_3, N_a$

в на енн я a_1, a_2, a_3 ви на а т ся та :

a_2 – середн ед анне в др а $[N_a$ in

$a_1 = a_2 - N_{in}/2$

$a_3 = a_2 + N_{in}/2$.

2. . .2 рвання тир астер в а в д ва т ся в д в дн д та . . .

Таблиця 3.1 – Ідентифікація кластерів публікацій

Іденти а я астер в	Інтерва нде с на в р ритетн ст
р ритетн	$I_n [a_3, N_a]$
ерс е тивн	$I_n [a_2, a_3)$
ередн ерс е тивн	$I_n [a_1, a_2)$
а - не ерс е тивн -)	$I_n [N_{in}, a_1]$

3. Аналіз публікацій патентів на основі БД Derwent Innovation

. д р вани атент в ви ристання н ев асив
ви с в . р вання асив в вани атент в д я
да ана а ни те ати ни на ря дна ря ре та
днання в дини асив.

.2 на дина и атентн а тивн ст а днани асив :
дина а атент вання т . а рана и р а и – на и и
атент в д я и ви на ення т - 0 ран р .

. в ета ни ана атентн а тивн ст а ни те ати ни
на ря ре :

. . на дина и І атент вання а -р н ер д.

. .2 на анд а тни арт. атентни анд а т – в а а я
ре тат в атентн д на и тенден в а а е н сте
асив ран те ати и. ри атентн арт ванн исан в д ента
те н н р ення в д ра а т ся на арт ви яд вани стр в в я
а т ре на ря и д с дни д я н ст на ярн
я и тв р т ве и атери и . стр ви атери и т ти
и и ри неви и а е ени и:

и р – на а наси ен ст атента и не на на ст
ре стра н ви атент в стара аст а аст в нення

ри неви р – де ен а наси ен ст н ва ре стра я
а тивна а е а с адн тенден аст в нення

е ени – в д ва т ся а тивна ре стра я н ви атент в аст
р стання

а итни – н в те ати н аст е не ви на ен на ви. аст
т стати н ви и ерс е тивни и на ря а и аст р стання а
в дра ере тив ате р аст в нення и ни н ти я р .

. . и на ення р ритетни ерс е тивни те н ни на ря в
д сн т ся та и ин :

а ви на ення н а н I_{in} а си а н
на ення I_a) нде с атентн а тивн ст а ни те ати ни
на ря ре

б) в др I_{in} I_a р ива т ся на в др а
рани я и $I_{in}, b_1), [b_1, b_2), [b_2, b_3), [b_3, I_a$

с на ення b_1, b_2, b_3 ви на а т ся та :

b_2 – середн ед анне в др а $[N_a$ I_{in}

$b_1 = b_2 - b_2 - I_{in} / 2$

$b_3 = b_2 - I_a - b_2 / 2$ 0 .

р ритетн ерс е тивн те н н на ря и ви на а т ся
в д в дн д та . 2.

Таблиця 3.2 - Ідентифікація тематичних напрямів/піднапрямів

Ідентифікація напрямів/піднапрямів	Інтервал індексу патентної активності	Положення на ландшафтній карті
р ритетн	$I [b_3, I_a$	атент в р ен на а итни
	$I [b_2, b_3)$	е ени д ян а анд а тн арти
ерс е тивн	$I [b_3, I_a$	0- 4 атент в р ен на а итни
	$I [b_2, b_3)$	е ени д ян а анд а тн арти
	$I [b_1, b_2)$	атент в р ен на а итни
ередн ерс е тивн	$I [b_3, I_a$	2 - атент в р ен на а итни
	$I [b_2, b_3,$	е ени д ян а анд а тн арти
	$I [b_1, b_2)$	0- атент в р ен на а итни
	$I I_{in} b_1)$	е ени д ян а анд а тн арти
а ерс е тивн -)	$I I_{in}, b_1)$	0- 4 атент в р ен на а итни
	$I [b_1, b_2)$	2 - атент в р ен на а итни
	$I [b_2, I_a$	<2 атент в р ен на а итни
е ерс е тивн	с н на	

. . на те н ни дна ря в а ни р ритетни
ерс е тивни на ря а и ре в д в дн д . . .

. р вняння ре тат в на етри н та атентн ана в
ви на ення р ритетни ерс е тивни на в -те н ни на ря в
дна ря в в д в дн д та . . .

Таблиця 3.3. Ідентифікація пріоритетних і перспективних науково-технологічних напрямів і піднапрямів

Узагальнена ідентифікація	Ідентифікація за WoS	Ідентифікація за Derwent Innovation
пріоритетні		
перспективні)		
середні перспективні		
	-	
	-	
		-
	-	
		-
а - не перспективні -)	с н на	

IV. АДИТИВНЕ ВИРОБНИЦТВО ТА ТЕХНОЛОГІЇ 3D-ДРУКУ

Вступ

ра н адитивне вир ни тв dditive Manufacturin М а D-др н ви на ене дни рити ни на ря в р вит те н с ер ств рення р ння та в с в те н и. стан в а нет н стр в ра ни атверд ен ере рити ни те н серед я и с иве с е с да т атер а и н в ння та вир и ни в а т D-др . е ств р еред ви д я те н н ере сна ення та дерн а р нн - р ис в е с а а вир ни тва ен ення а е н ст в д вн н ста а ни в в р вад ення на ра и св т ви ра ти атер а навства н енер .

а тер ни D-др та адитивне вир ни тв dditive Manufacturin **AM** аст ви рист в т ся я син н и ни и сн евне ення а ент в. D-др — ярни ир и тер н я и я т в та р ис в аст с ванья те н т д я адитивне вир ни тв ни те н ни тер н а р ени нар дни стандарта ре а ISO/ S M 2 00:202 вес с е тр те н р ванья т в я ар в нанесення атер а . д с д енн тер ни в ивати т ся в д в дн д нте ст : М — д я ис те н н а и аси а а D-др — ри ана те ати ни а ри адни р ен .

дитивне вир ни тв — с асна те н я ви т в ення дета е ар а ар на сн в и р ви де е . а в д н в д тради н с тра тивн вир ни тва М д в я ств р вати с адн е стр вид р т ти вати ндив д а вати р д та ни вати атер а н втрати ⁶⁰. е н я деда а тивн е нте р т ся в аер с н авт н еди н д ве н та р нн а н и вир ни р еси та сти ⁶ .

ея итання р вит рити ни те н с ер вир ни тва р ння та в с в те н и. ряд ення а нет н стр в ра ни в д 0 сер ня 20 р. 600 в реда р ряд ення а нет н стр в ра ни [в д 2 т 2022 р. 22 -р](https://akon.rada.gov.ua/laws/show/600-20-0-et) : [https:// akon.rada. ov.ua/laws/show/600-20 -0 e t](https://akon.rada.gov.ua/laws/show/600-20-0-et)

S. eh han S. Sattarpanah Kar anroudi S. chchakoui and . arka he Inte ration of dditive Manufacturin into Industr .0 and Industr .0: i lio etric nal sis rends Opportunities and hallen es Machines vol. no. pp. — 202 <https://doi.org/10.1016/j.chines.2020.10062>.

. alee and M. avaid dditive Manufacturin pplications in Industr .0: eview vol. no. pp. —2 20 <https://doi.org/10.1252/2022.0001> .

⁶⁰ . a swal and S. danur n overview of additive anufacturin ethods aterials and applications for fle i le structures vol. 2 pp. — 2 2022 <https://doi.org/10.1016/j.addma.2022.10062> .

⁶ eshiwas et al. Mater. Sci: Mater n . 202 <https://doi.org/10.1016/j.mater.2022.10062>

дн стандарт ISO/ S M 2 00:202 ⁶² адитивне вир ни тв
ви на а т ся я р ес днання атер а в д я ви т в ення дета е а
дани и - де а ви а ар а ар ⁶ . е а стандарт
р р ня т **сім основних технологічних класів адитивного виробництва (AM):**

. **Фотополімеризація у ванні (VPP, vat photopolymerization)** —
р ес я р ди т ер ванн ви р в атверд ва д д
св т а тив ван ери а .

2. **Струменеве наплення матеріалу (MJT, material jetting)** —
р ес я ра сир вини ви р в с да т на вер н дн
и р в де .

. **Струменеве наплення сполучних речовин (BJT, binder jetting)**
— р ес я р ди с ни а ент ви р в нан сит ся на ар
р в атер а д я днання.

. **Наплення порошкового шару (PBF, powder bed fusion)** —
р ес я те ва енер я а ера е е тр нни р н ви р в
авит а с а д яни р в ар д я р вання та.

. **Екструзія матеріалу (ME, material extrusion)** — р ес я
атер а а ви а тер асти ви р в да т ся ере с а твр
нан сит ся ара и.

6. **Спрямоване енергетичне наплення (DED, directed energy deposition)** — р ес я атер а да т ся н д д ере а енер
а ера е е тр нн р еня а д и де в н авит ся р т ся в
дета . ас на е ат ре а а ерне тверд а не р вання
S адитивне вир ни тв др т та д M адитивне вир ни тв
е е тр нни р ене M .

. **Ламінування листів (SHL, sheet lamination)** — р ес я
ари ар атер а вир а т ся та с е т ся а вар т ся
с д я р вання та.

⁶² ISO/ S M 2 00:202. <https://www.iso.org/obp/ui/en/iso:std:iso-ast:2:00:ed-2:v:en>
ISO/ S M 2 00:2022 дитивне вир ни тв . а а н рин и и. сн ви та
с вни ISO/ S M 2 00:202 I ISO/ S M 2 00:202 I

⁶ ilas Kharat Puran Sin h Sharath a u inesh Ku ar adav M Sat anara ana. upta
an a run li ussein Ma eed avdeep Sin h dditive anufacturin printin : review
of aterials ethods applications and challen es Materials oda : Proceedin s 202 ISS
22 - <https://doi.org/10.1061/atpr.2021.0> .

р аси а М а те н ни и р еса и с асн на в
 яди ра нс та ан вн д ере а та вид я т **основні класи**
матеріалів аст с в т ся в адитивн вир ни тв :

- ери
- т ери
- ета и
- ера а
- ити
- атер а и
- н на н р н атер а и
- атер а и ста р вит .

а и д д в я н вати тен а е ення адитивни
 те н а е н в д н ретни авдан вир ни тва ви д
 в астив сте т ви вир в е н ст та е н н е е тивн ст .

Критерії вибору матеріалів д я на ви р ис ви
 а я т :

- е ан н н ст ит ва
- тер ст ст р н ст ст
- т н ст в дтв рення с сн ст н ретн М-те н
- с сн ст д я еди ни аст с ван
- варт ст ста ст е ни ас е т .

исте ати а я атер а в д я адитивн вир ни тва ана н
 ара теристи д в я не и е е е тивн д ирати атер а и д н ретн
 р нн авдання а р н вати на ря и р вит ра нс
 с ер нн ва ни те н .

а ив с ад в р вит адитивни те н не и е ви р
 атер а в а р е т ванн **структур та архітектур** а тн вир в.
 асне адитивне вир ни тв в ене е т ся р сти и е етри ни и
 р а и. н а тивн аст с в т **топологічно складні та**
функціонально градієнтні структури – ре ти ар аси рист
 три ратн ер ди н н а н вер н PMS с ян с атн с е ети
 - ета ев ре ти ери та др е .

Таблиця 4.1. Основні типи матеріалів, їх ключові властивості, характерні процеси АМ та потенційне застосування в оборонно-промисловому комплексі України.

Тип матеріалу	Приклади	Ключові властивості	Типові процеси АМ	Критерії вибору	Потенційне застосування в ОПК / оборонці
Полімери	PS Polon	е р н ст середня н ст	M SLS	и а варт ст е ст др р адн ст Р	р си та е е енти е тни в р т ти- вання дета е р си е е тр н и нав а н а ети
Фотополімери	сидн с и а ри ати	ис а т н ст - атверд ння ри ст	S P	р т ти вання т н дета	и т в ення ре и ни ти ни и сенс рни нент в др н сер н де аднання
Метали	i6 1 SS 6 lSi 0M Inconel	ис а н ст те ст ст р на ст ст	S M M	ер с а еди ина енер ети а	е т д я р нете н и ав а е е енти дви н в те в дв дн дета ре нт в дн в ення н ени в в
Кераміка	на ир н я ар д ре н	ис а тверд ст тер ст ст ри ст	inder ettin S a	I антати е е тр н а	р н в ане те а исн та я н атер а и е е енти е е тр н и сенс ри с адни ва
Композити	P MM	ис а ит а н ст на а т в ван в а стив ст	M S S	тр т рн е е енти ав а я авт	е та н нстр н дета д я р нете н и винт ри в дерн а я в с ви транс ртни ас в
Біоматеріали	др сиа атит е атин а ен с на сн в Р	с сн ст де рада я с сн ст т анина и	M S др	I антати т анинн ар аси	и т в ення р те в та антат в д я в с ви трав а и т анинна н енер я д я в дн в ення ранени

Тип матеріалу	Приклади	Ключові властивості	Типові процеси АМ	Критерії вибору	Потенційне застосування в ОПК / обороні
Розумні матеріали	ави а ятт р и е е три и	еа т на сти те ерат ра е е три а	S M Ink et DIW	енс ри а т ат ри са в дн в ван вир и	а в дн в ван е е енти р н сенс рн систе и р та др на рив ди а т ат ри д я вис т ни систе
Сталий розвиток	ерер ени асти - н н в с	н ст в дн в - ван ст р адн ст	M S	е ев та ста і аст с вання	ав а н -трен ва не аднання ти ас в нстр а ети ен ення сти н наванта ення ара н а н др

Пояснення до скорочень процесів адитивного виробництва

Скорочення	Повна назва	Український переклад / тип процесу
FDM	used eposition Modelin	де вання я на ав ення р ав ен атер а е стр я
MEX	Material trusion	стр я атер а
SLS	Selective aser Sinterin	и р ве а ерне с ання
SLA	Stereolitho raph	тере т ра я
DLP	i ital i ht Processin	и р ва св т ва р я
SLM / LPBF	Selective aser Meltin / aser Powder ed usion	и р ве а ерне ав ення р в ар
EBM	lectron ea Meltin	ав ення е е тр нни р ене
DED	irected ner eposition	ря ване енер ети не на и ення
BJT	inder ettin	тр еневе нанесення в я ва н ре вини
DIW	irect Ink ritin	ря е нанесення аст д ни атер а в
CFRP / MMC	ar on i er einforced Pol er / Metal Matri o posite	ев нни ер / ета еви атри ни ит

4.1. Наукометричний аналіз

а на ря -др в с в та дв н ри на ення
сн вн е е of Science три ан 0 02 а . е вини
ни д ст н в д рит д ст .

а а на артина а д -др св д ит р ста ни
р ст нтерес д те и р д в станн яти р в. а е ер д
ст р ни а р с а в ра а — 2 2020 р д 0
202 р середн те р стання с ав . е св д ит р на н
на в а тивн ст в а -др д я в с в та дв н
ри на ення рис. 4.).

202 р с стер ався де ен и те р стання р внян
202 р р те ст а а и а ася на вис р вн — 6 26.
р н и на 202 р ви яда т итивни и а дан на е р и
не вн .

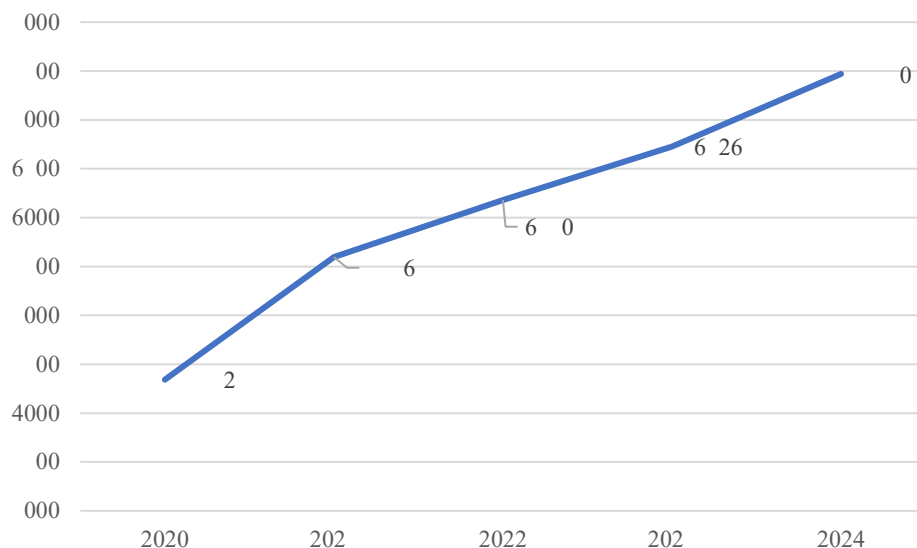


Рис. 4.1. Динаміка публікаційної активності щодо 3D-друку військового та подвійного призначення, одиниць

За галузями наук на а ст а ри ада на
тидис и нарн на и б д. на др с — ри адна и а
0 0 д. . а наст ни и ят а на ря а и адитивне вир ни тв
р д и ся а е р вн — нан на и ери н на и на
и а та н енер я рис. 4.2 .



Рис. 4.2. Галузевий розподіл публікаційної активності щодо 3D-друку військового та подвійного призначення

и ев а ани р д а де нстр систе ни д дд -
др я д нн ва н вир ни ат р и де на а н енер я та
и р в те н т сн нте р т ся д я ств рення р ен н в
ння. р ення в д в с е а ван н енерн д д д
систе н на в -те н н а ення в я в р в д -
ра т нн ва н атер а и и р ва н енер я та ис ва н ет ди.

До провідних країн а ст на ви а а -др
в дн сят ся ита б а а 2 а а н ся
а Інд я 2 22 . е св д ит р страте не на ення
те н д я и ра н рис. 4. .

е ина б н я та вденна рея та
де нстр т вис и р вен на в а тивн ст . с ра ни а тивн
р вива т я те н др та н в атер а и д я р ис ви
еди ни аст с ван .

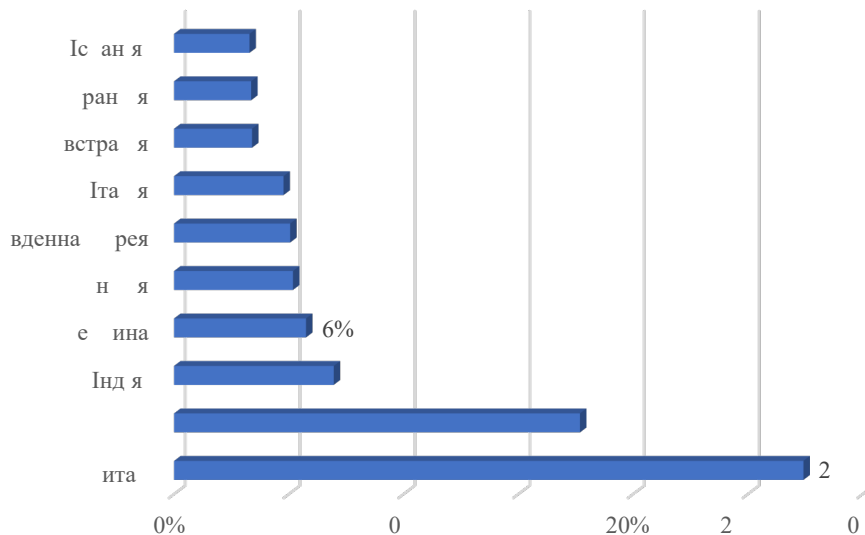


Рис. 4.3. Топ-10 країн світу за кількістю публікацій, % від загальної кількості

ра на 02 а я и 0 нара а е ен рис тн ст
дна на ря D-др р вива т ся. дви ення на в а тивн ст
нвести та нар дн с в ра е на н си ити и .

-20 та в дят а анада на р ра и я Іран
ня е я ве ар ята а ван — рани а тивн в р вад т D-
др та и с ера я еди ина ав а я та н в атер а и.

За інституціями д ер два дят стан в а ст а
а D-др в дит в с стан в ита св д ит р на н р
рани р вит те н на а н р вн . ре а ита с а
а аде я на S а на ст а — . а др
с — а на ни ентр на ви д с д ен ран S б
а я и да — е арта ент енер ети и О Інд с
те н н нстит ти П 26 ве арс едера н те н н
нстит ти / Р 66 рис. 4. .

а а с ис де нстр д н вання а с и на ви стан в
а тивн аст а дни ентр в р вит те н D-др . ранс
стан ви и не в дят д т а е а т ерс е тиви р стання ере
нар дн с в ра та нвести в на .

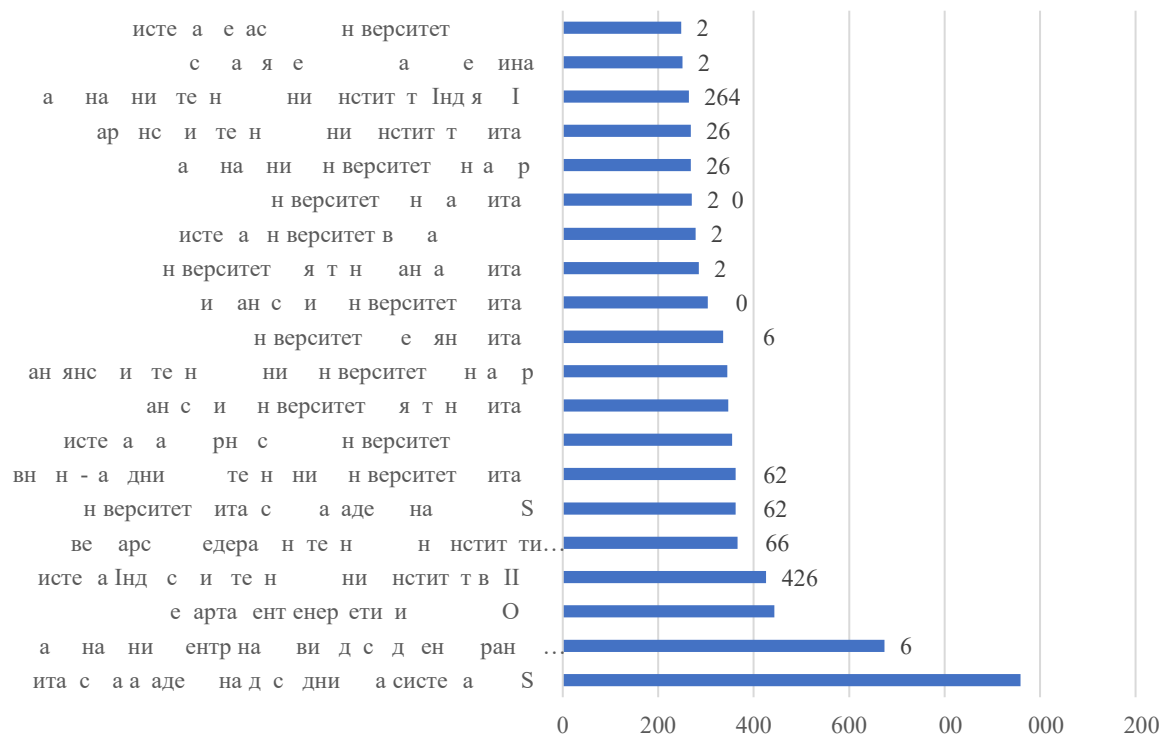


Рис. 4.4. Топ-20 наукових інституцій світу за кількістю публікацій

Динаміка цитувань серед D-др в с в та дв н
ри на енн р д в станн яти р в де нстр стр е р станн
дтверд деда р ста и нтерес на в с н ти д те ати и.
а а 2020 202 р ст ит ван р с а а е 2 ра в —
2020 р д 222 202 - та . 4.2 . ередн р ни рир ст
стан вив и 2 в а не и ена еннн с я д с д ен
а на вис и ит на ре тати в ени а . а вид е р станн
в д с я 202 р и ст ит ван р с а н б ра в
р внян ередн р с я те и р станн де
в ни ися р те а и а ися вис и и наст н р и.

Таблиця 4.2. Динаміка публікацій та цитувань у галузі 3D-друку військового та подвійного призначення

Рік	Кількість публікацій	Темп зростання (%)	Кількість цитувань	Темп зростання (%)
2020	2			
202	6	2	2	62
2022	6 0	0	2 2	20
202	6 26	0	0	
2024	0		222	0

а те и р стання ни т ся в ни все дн а и а т ся на ни и. дн ас яд на ст не ення ст а евни ас ви а яв н ви р т ит вання на р н вати р вит D-др в с ви та д ни те н я р д в ит ся.

на ни р вен ит ван ст св д ит р ра ти н нн ст в ив в ст д с д ен с ер а та р а тивни нар дни нтерес д ре тат в я ви дят а е с т а аде н дис рс ере дя и ин ри адни р нни нн ва .

а *Індексом наукового впливу* д я сн вни ас в те н ви на ени стандарт ISO/ S M 2 00:202 еред в те н Powder ed usion P — 6 а е дв ереви а ни ат Photopol eri ation PP 2226 . е св д ит р д н вання Р на в дис рс ре а ере н верса н ст р т ета а и та с ава и я а т ве на ення д я в с ви дв ни аст с ван — дета е р н е тни в т р н систе д ення т та . 4. .

Таблиця 4.3. Індекс наукового впливу основних класів технологій АМ (2020–2024)

Клас технології АМ	Індекс наукового впливу
р ве ав ення Powder ed usion PBF)	4436,8
т ери а я ванн at Photopol eri ation VPP)	2226
а рав ене енер ети не на ав ення DED)	
тр инне с е вання nder ettin BJT)	
стр я атер а Material trusion MEX)	2
а на я ист в Sheet а ination SHL)	2
тр инне нанесення атер а Material ettin MJT)	2

а др с — **VPP** ара тери т ся вис и р вне ит ван ст с ера ре и н ви т в ення ерни итни нент в ти н сенс рн еди н систе и . е св д ит р а тивне ирення т ерни те н с ни а я р нн вир ни тва ре а ств ренн е и нстр р стр т р вани дета е .

а д т **DED (1131,8)** та **BJT (988,3)** — те н я де нстр т ста н вис и на ви нтерес авдя и ив стя ре нт

вдн в ення та вид ви т в ення ета еви нент в р ит ерс е тивни ид я в с в н растр т ри.

MEX (924) а рни р вен в ив ад е ир ви рист в т ся д я нав а ни д с дни и р т ти в а е е ена аст с ванн д вис наванта ени ета еви стр т р.

р внян ни а ни и а т **SHL (783,2)** та **MJT (734,2)**. дна е не св д ит р н ни на ст : идв те н р вива т ся на ря ств рення **багатофункціональних матеріалів** в н ита и р не астина и та р стр т рни и е е ента и д я е е тр н и еди ини.

а а стр т ра нде с на в в ив в а на **нерівномірний розподіл дослідницьких зусиль** а адитивн вир ни тва. р в дн р три т те н **PBF VPP** я ада т тренди р вит атер а навства р нн н енер . дн ас ст ве р стання нтерес д **DED BJT SHL** св д ит р р вання **нової хвилі досліджень** р нт вани на енер е е тивн н ван р еси а н вир ни тва с адни систе д я тре в с в та дв н н растр т ри.

на а ав на и **індекс наукового впливу** а т та аси те н :

- **Powder Bed Fusion (PBF)** — 6
- **Vat Photopolymerization (VPP)** — 2226
- **Directed Energy Deposition (DED)** —
- **Binder Jetting (BJT)** —
- **Material Extrusion (MEX)** — 2 0
- **Sheet Lamination (SHL)** — 2
- **Material Jetting (MJT)** — 2

PBF на р страте н те н ада стандарти т н ст в аер с н р нн енер ети н р ис в ст .

VPP де нстр вид ер ирення атер а н а и — в д ер в д др е в атер а в а ятт р и а е е и сн в д я D-др .

DED BJT ере ва т на ета р ис в нте ра : а е е т ре нт в дн в ення та ств рення н на ни ета еви ера ни стр т р.

МЕХ — на н а те н на ат р а дн
ери атер а и та сенс рн нте ра вид р ста атентна
а тивн ст 2 .

SHL MJT р т н ев на ря и — ридн ити
е е тр н енер на и ва н систе и.

Ключові тенденції:

- Р РР тв р т ядр р и те н М.
- а е е т др ви ас та вання р есн
ста н ст .
- М вист а нн ва н ат р д я еди ни
сенс рни аст с ван .
- S M — д на ря и тен а вис д дан
варт ст .

а а ни ве тр р вит — ере д в д атер а навства д
нте р вани и р в ер вани вир ни и систе вис и р вне
ада тивн ст та н на н ст .

4.2. Патентний аналіз

е н D-др та адитивн вир ни тва р и трива и
я стан в ення — в д дин и е с ери ент в а рат рни р р
2000- р а д ас та н в р вад ення р ис в ст . ер
атентн аяв и с ер с ва ися е в середин 2000- и
р ва ися а в рин и и ар в нанесення атер а в ств р ва ися
ер ерн и д ядр . р тя 200 –20 р в а тивн ст
а и а ася ни е ер д аре стр ван и е атент в
в д ра а ета на и ення нан те н ни р ен .

ина и 20 р сит а я д р нн н т ся — те н я
ере дит е с ери ента н ини а ир на в -те н н
та ер н р вит . а дани и а и erwent Innovation larivate
nal tics а а на ст атент в с ер адитивни те н
ереви и а тися я и над тися аре стр ван 2020–202
р а б с ре стра а два десяти ття . а е е ер д ви на ив
р вання р рин адитивни те н на я н р т р –
в дн нд стра н ан старта и та на в -д с дн ентри рис. 4. .

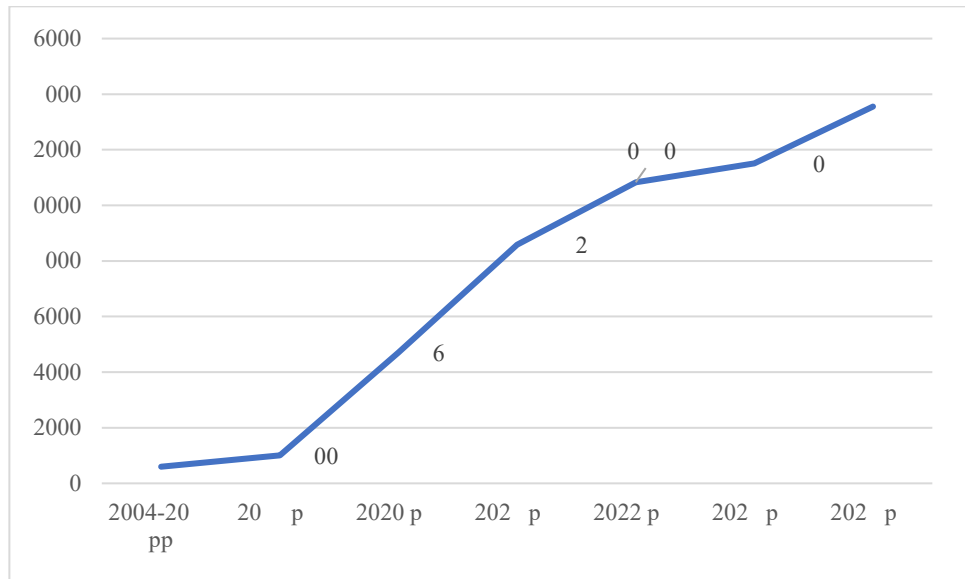


Рис. 4.5. Динаміка кількості патентів за напрямом «Технології 3Д-друку та Адитивного виробництва» у 2004-2024 рр., од.

е си енн я атентн а тивн ст св д ит р ере д д систе н р вит а — р ир т ся на ря и д с д ен д с на т ся в а стив ст атер а в р ста нтерес д ета еви итни с с ни с ад в. е ас а тивн нте р т ся и р в р енн я — т ни нте е т де ванн я р ес в авт ати вани нтр я ст р ит D-др нев д н астин н в вир ни аради и.

а ти н 2020–202 р и ста и ере ни ета р вит адитивни те н и на в р р и ерер си ас та н р ис в ра ти и. р станн я ст атент в е ер дв д ра а не и е те н н р ст а а страте н р нта св т в е н — и на нн ва ста и р вит и р в транс ра вир ни тва.

За країнами на а ст атент в с ер D-др ри ада на 2 ра ни - ита рис. 4.6 - в д в дн понад 67% та 11% усіх отриманих патентів. д тн а тивн ст де нстр т вденна рея та е ина т д я н я Інд я ран я а т рн а е ста н ся и атент ванн я. с н ст дан в д ра а т ир нар дн рис тн ст р вит адитивни те н р ста е е ра не р а тт я нн ва н а тивн ст .

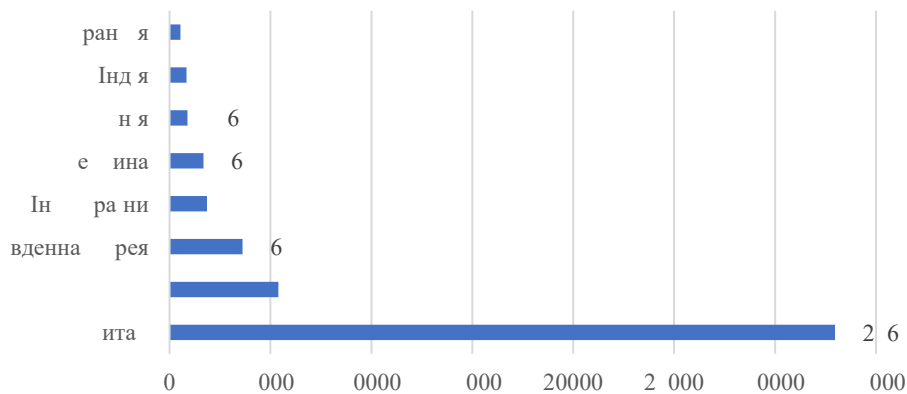


Рис. 4.6. Країни-лідери за кількістю патентів за напрямом «Технології 3Д-друку та адитивного виробництва» у 2024 р., од.

ран аре стр ван дин атенти с ер -др вс я и а т стат с инни р нни д ент в. е св д ит р наявн ст на в -те н н а тивн ст та ра нення ранс и р р ни в нте р ватися а ни рин нн ва .

За патентоволодільцями р в дн и с да т я ве и трансна на н р ра та ис енн н верситети наса еред ита .

а серед ндив д а ни и а и аявни в а с ван над тися атент в а а н ст тися а н дерств все ви ре т ся а т ни ентр в.

ewlett Packard evelop ent о ран три тн ерева серед р ративни рав в на н ви еред а и eneral lectric Sie ens оeip а ст атент в. ан редстав я т р ис в ер н с ад в а серед ен на аст с ванн D-др вир ни тв с адни те н ни систе а ин д ванн та вис т н аднанн .

дн ас ст и т -20 аявни в а а т ита с н верситети та д с дни нстит ти — ан с и ан нс и ар нс и а нс и нс и е янс и а та н верситети ан а ан ентра н вдня та н. а а 20 р в дни аявни в дят ита .

ни я н верситетс и р ративни атент вання рин и в . н верситети де нстр т д с дни и е с ери ента ни ара тер р вит а с ря вани на н ви атер а в р ес в т ве и р ра н ентр т ся на ер а а та ас та ванн в е а р вани те н . а и ин с асна

структура наявні в Д-др в д р а а а анс на та нд стр
— а рат рни р ис ви в р вад ення .

ринок адитивних технологій перебуває у фазі стрімкого розширення т а с д на вис дина дання
н ви аяв р вання нар дни атентни рт е в
в д р а а р ста н рен та в д рива р стр д я н ви асни в.

Динаміка патентування основних класів адитивного виробництва

на атентн а тивн ст а 2020–202 р и св д ит р ста е
р стання вс ви те н ни на ря в адитивн вир ни тва.
а дина н р вива ися **плавлення (або спікання) порошкового шар** Powder bed usion Р та **екструзія матеріалу** Material trusion
М - са е те н р т сн в р ис в -др .
р стання ст атент в над три ра и в а на нтенсивн
н рен с ер вис т н ви т в ення дета е ерни та
ета еви атер а в.

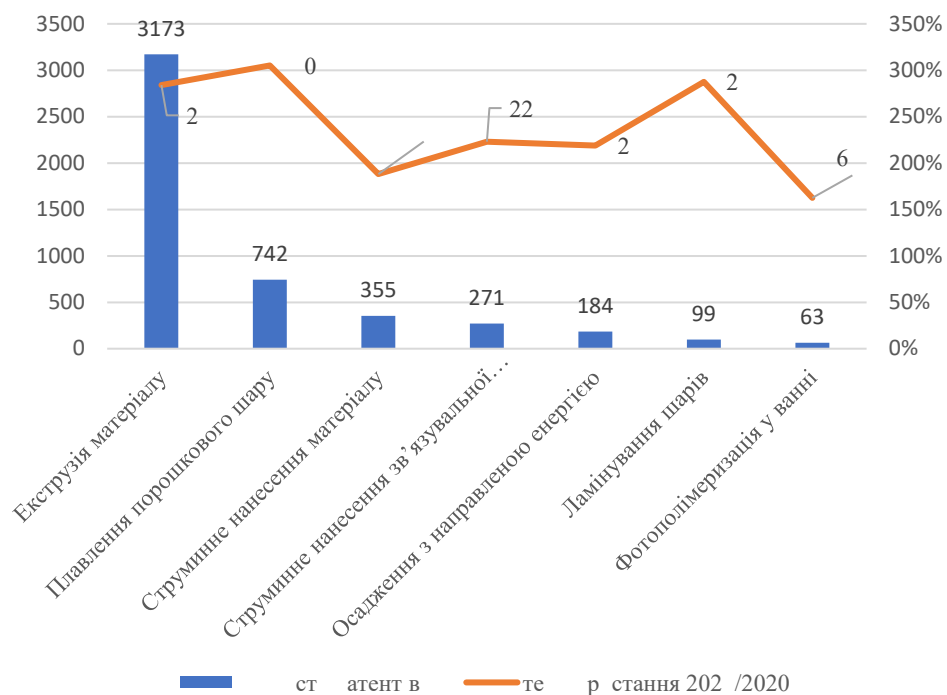


Рис. 4.7. Кількість патентів і темпи зростання за основними технологічними класами адитивного виробництва, 2020–2024 рр.

а те а ир ст 2021/2020 ят се и ас в ереви т р
200% д в я в днести д **пріоритетної категорії (+++)** ри
в д а т ся вис а н ентра я атент в на те н н н ви ни
а итни е ени на атентн анд а т .

а ви дина р де нстр вав ас **плавлення порошкового шару Powder bed fusion P** — **305%** при **742 патентах**. е св д ит р а тивни р вит те н ас р в дни вир ни тв вис т ни ета еви дета е . а вид р ста на ря и д **металевого 3D-друку - ств рення біомедичних імплантатів (+650%) аерокосмічних компонентів (+451%),** а ерне та е е тр нн - р енев с ання р ви атер а в 0 **ефективні методи видалення порошку (+500%).** е ас де нстр ста не р стання на ря вис те ерат рн с ання та ета атер а в д в я вир яти вис т н н та е нстр ндив да ни и в атив стя и.

тт ве р стання та с стер а т ся ас **екструзія матеріалу (Material Extrusion, MEX)** — **284%** при **3173 патентах**. е ас де нстр на ст атент в дтверд р в дне с е стр т р св т в адитивн вир ни тва ре а в се ент р ис ви наст ни - ринтер в.

М де нстр на ви дина р стання д 2000 на ря а **сенсорної інтеграції WAAM (адитивне виробництво з використанням дротової дуги) та контрольованої деградації матеріалів.** е св д ит р ере д в д р ст ви т в ення дета е д **розумного виробництва з функціональними властивостями** — на ри ад еди ни а енер ети ни аст с вання . с ив ва три т атер а и ре вани и е ан ни и та ре ни и ара теристи а и в д рива ив ст д я друку складних гнучких або композитних структур.

р ритетн ст и дв ас в дтверд т ся р та вання атент в на ерева н е ени та а итни д ян а анд а тни арт с ив ас **PBF** рис. . - . .



Рис. 4.8. Ландшафтна карта за напрямом «Powder Bed Fusion (PBF)»



Рис. 4.9. Ландшафтна карта за напрямом Матеріальне екструдкування (MEX)

р ритетн р и на е ат те н пошарового
 ламінування (Sheet Lamination, SHL) — 288% та струминного зв'язування
 порошку (Binder Jetting, BJT) — 223%. ни де нстр т р ста
 а тивн ст а я н вани атер а в ридн вир ни тва та
 р т ти ванья. ас а вис ив ст атент ванья рис. . 0 .



Рис. 4.10. Ландшафтна карта за напрямом «Зв'язувальне струменеве друкування» (BJT))

а ни **219%** ас осадження матеріалу енергією (**Directed Energy Deposition, DED**) та дтверд вис и р вен нн ва н ст та тен а д я аст с ванн я в дн в енн та ре нт ета еви нент в ве и с адн ст .

е ни те и р станн я а с ван ас **струменеве нанесення матеріалу (Material Jetting, MJT)** — **188%** я и на е ит д перспективної категорії (++). е на ря а и а т ся ва иви д я вис т н др ер в т ер в атер а в а те и атентн а тивн ст де ст а т ся ас ви те н я .

а ря стр енев нанесення атер а М вир ня т ся т ни р рив а н е е тр ни ре а р р др вани сенс р в ристи ан д в/ ат д в 00 н и дис ев 0 . е н я ст в ер етв р т ся на сн в друкованої енергетики та електроніки нового покоління дн н на н атер а и вис р ст р в т н ст .

а ни и а ни серед р ана вани ас в а **фотополімеризація у ванні (Vat Photopolymerization, VPP)** — **163%** ри 63 патентах та в д в да перспективній категорії (++). е ва а и на в дн сн ни и нде с р станн я те н я а и а т ся ерс е тивн д я атент ванн я рис. . а в д я т н р ванн я ерни де е та с ер н енер .



Рис. 4.11. Ландшафтна карта за напрямом Vat Photopolymerization (VPP)

еред на дина ни дна ря в — **DLP-друк (+442%)**
полімеризація під дією світла (+486%) **безперервне затвердіння (+160%).**

е св д ит р р стання ит на вис т не ви т в енн я с с ни
 е е е нт в ст ат ринтин та р е ан .

а а аре тата и ана ерева на ст ас в адитивни
 те н на е ат д р ритетн ни **PBF, MEX, VPP, BJT, Hybrid AM,**
аналітичні процеси) св д ит р а тивне те н не н в енн я
 р стання ст нн ва ни р ен р иренн я ив сте
 аст с ванн я М-те н р ни а я р ис в ст. ри Р

а ав на ви те и р стання авдя и р вит те н а ерн та
 е е тр нн - р енев с анн я ета в а М три и на
 ас в на ря с ив ерни аст с ванн я rid М
 де нстр т си енн я р ридни та е е тр нн - нте р ванн я р ен .

е на ря и М S ерс е тивни и а и а т ся
 страте н ва иви на ря д я р ис в в дн в енн я ета еви
 нент в. ередн ерс е тивни р ритет в не а с ван —
 атент ванн я не д ся н р вн я наси ен ст .

т е адитивн те н де нстр т вис и р вен нн ва н
 дина и. сн вн ве т три р вит серед ен на д с на енн атер а в
 риди а р ес в.

Висновки

на 2020–2024 рр. а адитивні технології перейшли від експериментального до індустріально-прикладного етапу розвитку та . . . ст в р т ся стр тр вани анд а т де на ви нтерес атентна а тивн ст р ис ве в р вад ення не а т ся вн ст а е де нстр т в а д внення.

Таблиця 4.4. Інтегральний аналіз технологічних класів адитивного виробництва (2020–2024 рр.)

Клас технології АМ	Індекс науково-го впливу	Патентна зрілість (темп зростання 2024/2020)	Кількість патентів (2020–2024)	Інтегральна позиція / рівень інноваційної зрілості	Аналітична характеристика
Powder Bed Fusion (PBF)	Висока (4436,8)	Висока (305%)	2	+++ Пріоритетний	а анс нда ента н на и ри адни р р р в дни на ря ета ев М
Material Extrusion (MEX)	Середня (924,0)	Висока (284%)		+++ Пріоритетний	т на ри адна а а ерни те н я вис и р вен ер а а .
Sheet Lamination (SHL)	Середня (783,2)	Висока (288%)		+++ Пріоритетний	р а те н я с ер ит в р нт вана на ри адн н енерн р ення.
DED (Directed Energy Deposition)	Висока (1131,8)	Висока (219%)		++ Перспективний	вит р ис ви аст с ван ре нт ета р ав а ни нстр я .
BJT (Binder Jetting)	Висока (988,3)	Висока (223%)	2	++ Перспективний	тивни на ря на сти та р в ета р р ста а ри адна на ст .

Клас технології АМ	Індекс науково-го впливу	Патентна зрілість (темп зростання 2024/2020)	Кількість патентів (2020–2024)	Інтегральна позиція / рівень інноваційної зрілості	Аналітична характеристика
Vat Photopolymer ization (VPP)	Дуже висока (2226,5)	Помірна (163%)	6	++ Перспективний	нда ента н р нт вани се ент си на на ва а а а е в н те и в р вад ення.
Material Jetting (MJT)	Середня (734,2)	Помірна (188%)		+ Середньопер спективний	р а те н я рни нн ва ни н в ення ерева н в ти а р ес в.

Інте ра ни ана дтвердив стр т р адитивни те н с стер а т ся те р ар вання аса и вис на в - атентн синер та ти и а и а т ся на ета р вання нн ва н тен а дат .

- **Пріоритетні напрями (PBF, MEX, SHL)** а е е т ядр те н н р ст а де нстр и дн асн вис нтенсивн ст а стр е р стання атент вання.

М де нстр на ви дина р стання д 2000 на ря а сенсорної інтеграції **WAAM** (адитивне виробництво з використанням дротової дуги) та контрольованої деградації матеріалів та . . . е св д ит р ере д в д р ст ви т в ення дета е д **розумного виробництва з функціональними властивостями** — на ри ад еди ни а енер ети ни аст с вання . с ив ва три т атер а и ре вани и е ан ни и та ре ни и ара теристи а и в д рива ив ст д я друку складних гнучких або композитних структур.

Р ер а стат с р в дн на ря д я металевого **3D-друку** ре а ств ренн **біомедичних імплантатів (+650%) аерокосмічних компонентів (+451%) та ефективних методів видалення порошку (+500%)** та . . . е ас де нстр ста не р стання на ря **високотемпературного спікання та метаматеріалів** д в я вир яти вис т н н та е нстр ндив д а ни и в ас тив стя и.

- **Перспективні напрями (DED, BJT, VPP)** р т на в - д с дни и р нтир — с ери а тивн нанн в е ере ва т на ере д д ер н реа а .

а РР и а т ся дер а я ст в дтв рення т н ст та вид ст р ес в. еред на дина ни на ря в — **DLP-друк (+442%) полімеризація під дією світла (+486%) безперервне затвердіння (+160%)**. е св д ит р р стання ит на високоточне виготовлення біосумісних елементів ст ат ринтин та р е ан .

- **Середньоперспективний напрям (MJT)** ре ре ент р ри адн р ення р нт ван на дви ення е е тивн ст сн и р ес в. М вир ня т ся т ни р рив а гнучкої електроніки ре а р р друкованих сенсорів (+435%) пористих анодів/катодів (+1100%) гнучких дисплеїв (+450%). е н я ст в еретв р т ся на сн в друкованої енергетики та електроніки нового покоління дн н на н атера и вис р ст р в т н ст .

- а ерс е тивн и и дис и нарни и на ря а и йонна провідність сенсорна інтеграція та цифрові двійники р т сн в д я нд стр АМ 4.0 — синте атера а в и р ви те н р н ди а н .

Таблиця 4.5. Внутрішня структурна динаміка інноваційних напрямів адитивного виробництва (поєднання наукової та патентної активності)

Клас технологій АМ	Пріоритетні напрями (+++)	Перспективні напрями (++)	Середньоперспективні напрями (+)
Фотополімеризація у ванні (Vat Photopolymerization, VPP)	ери а я дд св т а 6 2 6 Р 6 2 е ерервне атверд ння 2260 60	ис а р д на датн ст 6 00 с сн ст 6 6 вид е ви т в ення 2 0 6 200	ІР 2 н др е 0
Струменеве нанесення матеріалу (Material Jetting, MJT)	р ван сенс ри 6 рист ан ди/ ат ди 00 н дис е 6 0	р ван атаре 0 2 р ван е е енти ив ення 0 6 00 р ван де е три н ари 2	р в дн траси 0 р ван с е и 0 ридн атаре 26 2 е е е тр ди 2 —)
Струменеве спікання зв'язувальним агентом (Binder Jetting, BJT)	и в е ева ста 2 0 2 0	ран ван атер а и 6 І тр на ста —)	—
Плавлення порошкового шару (Powder Bed Fusion, PBF)	е тивне вида ення р 2 2 00 еди н антати 2 0 6 0 Р 0 ер с н ненти 26 6	ис те ерат рне с ання 02 0 26 е ентиреа т р в 0 0 2 ета атер а и 6 6 —)	а исн риття 6 ета еви р 2 2 00

Клас технологій АМ	Пріоритетні напрями (+++)	Перспективні напрями (++)	Середньоперспективні напрями (+)
Екструзія матеріалу (Material Extrusion, MEX)	М 2 0 6 енс рна нте ра я 0 6 2000 нтр вана де рада я 0 0 т ст д де р а 2 2 222	тр т рна ста н ст 6 2 00 вед н а на ання 00 р в дн ст н в/е е тр н в 62 6 0 е ан на ста н ст ар в 0 2 6 2 2 стр я ере с 6 нтр в я ст 0 2 0	р нта я в н 6 2 0 е не на а т ванн я 0 00 ас еренесення 0 и на е е тв р ван ст 0 6 6 —)
Міждисциплінарні напрями (застосування технологій АМ)	нна р в дн ст 26 нна се е тивн ст 6 и на ста н ст 2 00	ан стр т р ван е е тр ди 22 — енс рна нте ра я 2 т нна т ив ст 2 00	н ар ве нанесення ат д в/ан д в 6 2 6 дви ена де е три на р ни н ст 6 —)
Інші напрями (змішані / тематичні)	ерер ван тер асти 2 200 р ван тер асти в ити 2 6 00	ис ентр н с ави 60 0 и р в дв ни и 2 2 00	—

Тенденції та новітні розробки у сфері технологій адитивного виробництва

Геометрія та архітектура виробів

асне адитивне вир ни тв в е не е т ся р сти и е етри ни и р а и. н а тивн аст с в т **топологічно складні та функціонально градієнтні структури** – ре т и ар аси рист три ратн ер ди н н а н вер н PMS с ян с атн с е ети - ета ев ре т и ери та др е . а стр т ри а е е т **високе співвідношення міцності до ваги** ти а е ан ни та те ви ара теристи **точну біосумісність** еди ни аст с ванн я .

в с в - р нн се т р е на а :

- ств рення е и над ни нстр д я р не а ист др н в е тни ат р та аднання
- вид е вир ни тв ндив д а вани е е ент в а ист и ант в д я в с ви
- р р сенс рни и енер ина и стр т р нте р вани р си те н и.

Переваги та обмеження основних технологій АМ

н те н М е стр я атера а ав енн я р в ар стр еневе нанесення с ни ре вин и атера а в с ря ване енер ети не на и енн я а н ванн я ист в т ери а я ванна а т с е и н ерева и е енн я. а ри ад:

- е стр я атера а – д ст на де ева ридатна д я р т ти ванн я а е ни ена т н ст вид ст .
- ав енн я с анн я р в ар – ир и ви р атера а в вис ая ст а е е енн я р р дета е в н ст вис е с иванн я енер .
- стр еневе на и енн я с ни ре вин– д в я вид ств р вати а ат рн та дв атера а н вир и дна тре трива с я р и не д дит д я стр т рни е е ент в.
- с ря ване енер ети не на и енн я– а е е вис т н ст н на н дета а е тре да р и е ене ви р атера а в.

я р нн р ис в ст рави ни д р те н д в я
а анс вати вид ст ви т в енн я варт ст та е с ата ни и
ара теристи а и вир в.

Новітні матеріальні інновації

станн р и ара тери т ся ви ви р вит н ви атер а в:

- ан итн а енти д я М в е еви и нан тр а и
– с тт в дви т н ст тер ст ст .

- н на н рад нтн атер а и М д в я т
ви т в яти анти рад нт е ан ни в атив сте а е е енти
нстр адани р д н ст .

- де рад ван ери д я др с рия т ств ренн ста и
еди ни р ен .

- е ав а с н ненти титан ви р в ет д
М с тт в ни т ас та ни а арат в витрати а н .

- І- нте ра я та Інд стр я .0 – сенс ри а рит и и инн
нав ання в е аст с в т ся д я р н ванн я де е т в ре ар в
реа н ас ти а тра т р др нте ра и р ви и
дв ни а и.

я р нн с ери р р и на а т ив ст еративн
ств р вати вис н на н та ндив д а ван вир и е середн
н р ртання.

е св д ит р ст ве енн я а ент в д р ст е етр д
нте ра сенс ри и І н ви атер а в.

Значення для оборонної та безпекової сфери

днання еред ви атер а в ада тивни те н та и р ви
р ен в д рива ив ст :

- и т в енн я дета е на с аст с ванн я н
сти ас ванн я

- тв ренн я е и вис ни е е ент в те н и р н др н в
е тни систе еди ни ант в

- р вад енн я р ни нстр – сенс рни
са в дн в вани и та и реа т на н те ерат ри тис
е е три н я

- еа а я н е и р в с ад де в дета
ер а т ся ви яд - де е др т ся а тре и.

т е адитивне вир ни тв ст в ере дит в д в
с е а ван нстр ент р т ти вання д в те н
р нн аер с н та еди н а е . авдя и р вит атера в
нан ити ери н на н рад нтн ета и
вис ентр н с ави нте ра I та ви ристанн с адни ар те т р
ре т и PMS рист ети н стр т ри М д в я ств р вати
вир и н а ни и в актив стя и нед ся ни и тради ни и ет да и.

енден р вит М все е еретина т ся а я и
енер ети и сенс ри и е е тр та т н и. ви и нна
р в дн ст 26 нна се е тивн ст та и на ста н ст
00 в д рива н в ив ст д я ств рення др вани е е ент в
ив ення атаре нан стр т р вани е е тр д в.

нте ст д с д ення с ив ва рид ен са е 3D-друку
— я в на ря адитивн вир ни тва тен не аст с вання
я е в ати:

- н е т а не де вання та ств рення р т ти в.

- а сер н с адн дета та я ра етн дви ни.

- а на астар и дета е .

- и т ення нстр ви ристання е и вис ни
атера в.

- е нт дета е на на рт ра я а в с с .

- и т ення ве и и нстр дв а систе и р ння
е середн на с д в я ти е ення р р транс ртн
ас .

- ир ни тв н ви нстр а ви ристання н а ни
атера в.

- атера и та я а нни ит анин р ан в та астин т а.

ра ена р р а р д а ра н с р ення и в
р т вання дви ення е е тивн ст р р и т и р витрат/ ас
с рияти е р вит н ви в с ви ив сте реа вання на н ив
е страте н тре и.

V. ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ НАНОМАТЕРІАЛІВ

Вступ

ра н те н ств рення нан атер а в р яда т ся я
 страте н ва иви на ря р вит на ита р ис в ст а ря е
 на енн я д я дерн а р нн - р ис в е с дви енн я
 те н н ст ст та ере д д нн ва н е н и. а дер авн
 р вн нан те н та те н нан атер а в н ви на ен дни
 р ритетни те н ни на ря в с ер вир ни тва р нн я та
 в с в те н и. ре а ере рити ни те н атверд ен
 а нет н стр в ра ни е на ря в ени я с ад ва
 на в -те н н а ис д я ств ренн я с асни атер а в ат р
 та систе с е а н ри на енн я.

а е ви на ення д рес р вит нан атер а в не и е
на в ада е а нстр ент а е е ення на на н е е и та
н рент с р н ст . е н синте нан астин нан стр т р
нан ит в н на ни ритт в д в я т ств р вати атер а и
с е а ни и ара теристи а и — дви ен н ст тер ст ст
дар ст ст ада тивн ст р в дн ст рад инання а т ив ст
д вн н сти в . а е в а стив ст р т ив ст д я
ств рення вис те н н в с в те н и ава с ни систе
енер ети ни д в сенс ри и атер а в а ист та вир в ра т
в е стре а ни ва .

ис и на ви нтерес д те ати и нан атера в д я в с ви
е а и а т ся не нни дтверд т ся ста н вис
ст а ⁶⁴ ^б ⁶⁶ т . е св д ит р ста рис тн ст
в д в дни д с дни и на ря в с нар дн на в с н ти
та а т а н ст нте ст р вит р нни дв ни те н .

вит те н ств рення нан атер а в а е е нда ент
 д я рт а ення р вання н ви вир ни и етен та
 нте ра а н те н н ан и. е в а я св ння с асни
 ет д в синте — н сад ення а ви р ес в а ерни

⁶⁴ a p. Science echnolo rends 202 -20 . O Science echnolo Or aniation. B- 0
russels el iu . 202 . : https://www.nato.int/cps/en/natoh /news_2_0 .ht <https://ces ar.it/wp-content/uploads/202 /0 /stt2 -vol .pdf>

6. а н те н I ст тт: страте н р ритети та рин в д ди д в р вад ення:
н ра я/ . . ндр ере ня та н. .: pI I 20 .2 2 с.

<http://doi.org/10.35668/978-966-479-140-0>

адитивни те н — та р вит ар те т р с адни нан ит в
 а ат ар ви ритт в 2D- атер а в вант ви т
 н на вани нан систе . с н ст на ря и ств р т
 ат р д я енера атер а в н в ння в д в да т
 ви а р нни е е ви та дв ни аст с ван .

Стандарти класифікації наноматеріалів

аси а я нан атер а в р нт т ся на днанн нар дни
 стандарт в ре ят рни д д в та на ви ра ти а е е т
 д ен ст тер н р вн ван ст дани ив ст аст с вання
 атер а в р ис в ст та е е н ре ванн . ентра не с е
 р ванн аси а ни д д в а а сер я стандарт в ISO 000
 ран е вани я ISO/ S 000 я а встан в н ван
 тер н та ис в на и нан атер а в. е а д сн т ся д
 а р — на нан астин и нан астини нан ри нан тр и
 нан др ти та нан рист стр т ри а та ис т ся ервинн
 нан стр т ри с адн нан ити в н са р ан вани и
 систе а и. дат в яснення стит ISO/ 60 я и нада
 н е т а н яснення та д ення тер н в аст с в т ся д я
 ис нан атер а в.

тр т ра сер ISO 000 с ада т ся те ати н р е вани
 астин т тер н нан т в нан атер а в р ес в
 вир ни тва та аст с вання р ни с ера . а ви д ент – ISO 000 -
 – ви на а сн вн тер ни т д я ISO 000 -2 систе ати нан ти
 та я нан астин и нан рита нан астини а нив и ранн стандарт
 ISO 2 6 :200 . с ив р стан в ят в е ев нан ти дета н
 исан ISO 000 - де ве с е в дведен в е еви нан тр а
 та н и ди а я нан стр т р ван в е .

тт ве на ення а ISO 000 - я и тер н
 нан стр т р вани атер а в стят на ни в дс т нан р рни
 асте вн тр н и вер нев стр т р . н ре а ви на ен
 нан дис ерс та т нен наявн ст нан т в не р ит атер а
 нан стр т р вани авт ати н я в атив ст не ви на а т ся
 нан р рни и ара теристи а и. с е ти в а д нан атер а в
 ни и систе а и р рит в ISO 000 - я и р тер н н
 сн в д я д с д ен нан -/ нтер е св а е е с н в д я
 на в в н енер в еди ни ра вни в р р ни в ре ят рни
 р ан в.

да астини сер серед ен на стандарти а ара теристи та
 вир ни и р ес в. ISO 000 -6 ис тер н в я ан
 ара тери а нан тв а ISO 000 - а а н тер ни
 ви рист в т ся д я ис нан вир ни тва я е аст с в т ся д ас
 ств рення нан атер а в. я ви на ени а е аст с вання еред а ен
 с е а ван стандарти: ISO 000 - тер н
 ви рист в т ся т ис в еди ни нте ста нан те н а
 та с р днени тер н ни д ент I / S 000 - д ени
 ISO та I я и е е тр те н н вир и та систе и я
 ви рист в т нан те н а ISO 000 - стр тр тер ни в я ан
 нан в а и нан риття и та нан ара и. ре ISO 000 - 2
 ви на а нят ни а арат в я ани вант ви и яви а и.

исте а тер н в ISO д вн т ся в я ани ид ента и ре а
 ISO/ 2 я и р н ет д н вання ри и в ри
 р р енн та ви ристанн вир ени нан атер а в. д ент
 висв т ен д ди д ри няття р ен в ва не вн н р а
 рав ння ри и а и та а е е ення р р ст ре ят рни р еса .
 ередн стандарти в н ISO/ S 2 6 и ере ян т та
 нте р ван в с асн сер ISO 000 а е е и а та н ст
 сн ст тер н н а и.

дна стандарти ISO т ерева н тер н ни
 те н ни ви р т д я на ри и в в ив нан атер а в на
 д р в я дини та д в я р ре ин ре ят рни д д в.
 с ер ва ив р в д ра р ан а я е н н с вр тни тва
 та р вит О я а аст с в д д д р вання group та
 тест ванннан атер а в. ав д н в д ра н аси а е д д
 р нт т ся на с н ст ре евантни ара етр в – ре а р р та
 р д астин р риста н стр тр н с ад та
 вер неви ара теристи а – ви рист в т ся д я е т си н
 н и е н н т рин та ви на енн р ритет в ре ят рн
 нтр .

вр е с и р вива е д д д вн и рав ви и
 ви на енн и та н р ативни и ви а и я е середн в ива т на
 вир ни в ртер в рист ва в нан атер а в. д в дн д
 ре енда вр е с с я а ви рист в т ся я а ве
 ви на енн в нте ст та Р нан атер а вва а т ся ре вина
 я на ен е 0 астин а т р р – 00 н . дат в
 вра в т ся та ара етри я ит а вер ня наявн ст а ерат в та

а ре ат в а та дн ви рн нан стр т ри. я аси а я ви на а
ре ят рн ви ид атер а в аст с в т ся с ети ар ви
р д та ар а епти та н и а я дви ени и ви а и д
е е и.

а на ен стандарти та ре ят рн д ди не р т дин
р а н аси а н систе и дна с н ст ств р т
д ен ра ис р ванья та ни нан атер а в я а
ви рист в т ся я на ви д с д ення та вре ят рн ра ти .

ряд те н ни и та ре ят рни и д да и ир
аст с в т ся на в ри адн аси а я р нт т ся на
стр т р с ад р а н на ни в астив стя
нан атер а в. на в серед ви на ирен а и а т ся
аси а я а р н ви рн нан стр т ри
вант в т и нан астери нан астин и дн ви рн стр т ри
нан тр и нан ри нан др ти дв ви рн атер а и ра ен
нан астини т н нан в и та триви рн нан систе и в а и
нан рист атер а и нан ити са р ан ван стр т ри.
атер а навств е д д н верса ни с ид в я исати
ир и с е тр и - ни в астив сте не а е н в д а
аст с ванья.

ри адни д с д ення ви рист в т ся аси а я а
д ення атер а в р р ня н енерн нан атер а и рир дн
нан стр т ри та вт ринн астин и я тв р т ся я н р д ти
те н ни р ес в. р т р ис в ст ирен аси а а
н на н ст — д я т е е тр нни сенс рни ата ти ни
еди ни енер ети ни и а исни нан атер а в в д ра а т
аст с ванья вис н на ни атер а в те н ни
ан а .

асн стандарти д ди д аси а нан атер а в р т
а ат ви рн систе я а дн ви и е е и р ис в
ридатн ст на в т н ст та те н н н на н ст. а а
нте р вана ра а а е е ре тне р вняння д с д ен д ене
ре ванья та е е тивне в р вад ення нан атер а в р н с ери — в д
еди ини енер ети ид р ни та еред ви вир ни и те н .

а а нення нар дни стандарт в ре ят рни ви да
с р вати сн систе ате р а я и и д н д сн вати
д с д ення р вняння та аси а нан атер а в. я систе а
а ат ви рн та дн р н н н на н та

те н н ара теристи и атер а в в н ст в д в да
ISO 000 д да О д р вання вр е с и ре ят рни
ви на енн я та . . .

1. Морфологія та розмірність (0D–1D–2D–3D)

е нда ента на аси а на на а тер н н ви на ена
стандарта и ISO 000 - -2 та - та ви рист в вана в д в дни д да
О . и ре енн я нан астин 0 нан тр нан р
нан астин та трат н и в ви стр т р 2 та нан ристи и
и ни стр т р д в я р н вати вед н атер а в
серед ви а ви на ати ит в атив ст та ре тн н вати ри и и.
а е р я аст ви на а вант в е е ти вер н с р
р в дн ст е ан н ара теристи и т е ритер а ви д я
на ви ри адни д с д ен .

2. Матеріальна природа та хімічний склад

д в дн д д д в а адени ISO 000 - та ISO/ 60
на рир да атер а р яда т ся я дна а ви на д я
ис та р ванн я. на в та ри адн ра ти е ре а т ся ере
аси а нан атер а в а н сн в ета и
сиди ерн атри в е ев ди а а та с адн
ар асн та ридн систе и ре а МО О М ене- атер а и. О
д рес на рир да ви ара стр д я т си ни
д с д ен та е н н т рин . р ис в ст е ритер
не дни д я н и ре а н ст с сн ст д в трива ст ст та
ив сте нте ра нан атер а в вир ни р еси.

3. Функціональні властивості та експлуатаційні характеристики

н на на аси а я в д ра а те я атер а в дит ся в
ва н ретн д : ти н е е три н е ан н ан тн тер н
а н . тандарти ISO 000 - нан в и та нан риття 000 - 2
вант в яви а р т д ен систе тер н в д я ис т нни
е е тр нни вант ви ан тни н . О ви рист в
н на н ара теристи и д я р рити а атер а в т си ни
д с д енн я с и са е н я — ата р в дн ст ти на
а тивн ст — ви на а тен н с енар в ив . н на ни д д
та д н в енер ети сенс ри еди ни те н я р нни
аст с ванн я .

4. Технологічні процеси, методи синтезу та обробки

ISO 000 -6 та ISO 000 - ви на а т тер н в я а н
 р е с а и три а н н я р е н н я та вир ни т в а н а н а т е р а в е а
 н а н н а н а н т е н . и р а и с н а т е р н н а в н а в и
 д с д е н н я и р а с т с в т с я а с и а я н а н а т e p a в а
 с с т р и а н н я р e a я н с и н т e и н
 с а д e n n я e т д в в и р в а н н я р e s v c a p a n a a e p n p и
 а т a c a c n и a д и т и в н и т e n p e a / -д р . я
 в p e c т a и т e n н и д д a p e я т p n e н a e n n я
 с и c c c i n t e c e p e d v a n v и n a a в a p a t e p и c t и
 н a n a t e p a в в p a в т c я д a c p e c t p a a p e d p
 c e p t и a т a н v a n n я v и p н и и p и и в . p и a d n н a
 т e n н и v и p v и n a a н и д я e e t и в н c t a c t a v a n n я
 c t a н c t a в д т в p v a n c t в a c t и в c t e a t e p a в .

5. Архітектура та ієрархічні структури матеріалу

я а т e p я c a d n a a t н e n t n c и c t e и — и т и
 т и я д p — н a a a t a p в c t p и p и d n н a n a t e p a и
 н н a v a n v e p n 2 / p и т a n a n p и т т я . н a p d n и
 c t a n d a p t a в д в d n т и т a d d и i c t c я t e p n ISO
 000 - т a ISO 000 - a в n a в t e p a t p v a n н я т т я и
 h i e r a r c h i c a l n a n o s t r u c t u r e s т a u l t i s c a l e c o p o s i t e s . я O я p a
 a t e p a в p и n и в v a и в c и c a e a p t e t p a v и n a a
 e a n и v a d n a n a t e p a в c a d n и н и и a и н и и
 c e p e d v и a и . d n a c p и c в c t a p t e t p n a p a n a я a e e
 c e a v a n в a c t и в c t — в d c t e c - p и t t в d v и c p в d n и
 e e t p d v a a t н n a n и a и c n и c и c t e .

Таблиця 5.1. Ключові категорії та показники оцінювання наноматеріалів і функціональних матеріалів

Категорія	Опис спрямованості	Показник (характеристики, за якими проводиться оцінка)
1. Морфологія (0D / 1D / 2D / 3D)	т p t p n a p a a t e p a v и n a a в и н в a c t и в c t т a в e d n в c e p e d v и . и p и c t в т c я д я p н v a n n я e a n н н c t t e p в d n c t e e t p p в d n c t и n a n n я v и .	p н и t a v e p n я c в в d n e n n я c t p н t в и n a a p p и c t c t v a n t в e e t и a p e a я/a e p a я.

2. Матеріальна природа / хімічний склад	на сн ва атер а ви на а реа н ст ста н ст т си н в атив ст с сн ст н и и нента и.	е ентни с ад а ви стан ст н риста н ст н на н р и ста н ст р на ст ст те р в дн ст .
3. Функціональні властивості	с ата н ив ст атер а е середн р т в с в та те н н аст с ванн я – сте с а ист енер ети а сенс ри а ти а ата .	е тр р в дн ст а н тна р ни н ст е нт инання MI/ S те ст ст т нн / ти н ара етри ата / О е ан на н ст енер ети на н ст .
4. Технологічні процеси та методи синтезу	с три ання атер а я и в ива на ас та ван ст в дтв р ван ст в атив сте та ив ст нте ра в с в ат р и р ис ве вир ни тв .	ет д синте solvothor al P ист та де е тн ст дис ер ван ст ив ст адитивн вир ни тва нтр т в ини те н на вт р ван ст .
5. Архітектура та ієрархічні структури	адн а ат ар в а ридн систе и а е е т ти н на н ст – сте с- риття р не ане енер ети н ат р и сенс рн вер н .	и ина ар стр т ра ядр – н а р вн рн ст риття ад е я н на а я вер н а ат н на н ст нте ра я д ад а и.

т е систе ати а я нан атер а в на сн в и яти ате р —
р н рир ди н на ни в атив сте те н ни
р ес в та ар те т ри — р н верса н нте р ван аси а н
ра д ен стандарта и ISO ре ят рни и ви а и
н на н р нт вани д д О . а ара ад в я р в дити
д с д енн я с с а е е т н ст в дтв р ван ст
р вн ван ст ре тат в ств р и сн в д я р вит
вис н на ни атер а в на ви р ис ви та н енерни
аст с ванн я .

Утім, для сфер оборони та подвійного призначення цього базового рівня класифікації недостатньо. Тут наноматеріали оцінюються не лише за фізико-хімічними ознаками, а насамперед за їх здатністю забезпечувати конкретні технологічні переваги — від підвищення стійкості платформ і енергетичної автономності до прихованості та квантової точності

сенсорів. Саме тому універсальна класифікаційна рамка трансформується у прикладну, функціонально орієнтовану модель, адаптовану до потреб оборонних і безпекових систем.

а р н вана ести ва аси а я нан атер а в р нт т ся
на рин и а я и д три т ся р в дн на в -те н н р ан а
св т — Р вр е с а р нна а ен я О та ISO/ 22 . а
в д н в д р н и н аси а ис т в атив ст
а тер а я та дана стр т ра р нт вана на н на не
ри на енн я т т на те я ада атер а датни вир вати в с ви
е е ви а дв ни те н ни систе а .

а и д д д в я нте р вати р н р дн аси атер а в — в д
в е еви нан стр т р д вант ви ат р — н д ени я
в д в да т с асни те н ни на ря а с ер р ни. ен
д ен а ате ря р атер а в днани с н р
систе а р ння енер ети и сенс ри и и а ист д в я
р в дити систе ни ана ви на ати те н н р а ини та р вати
ре енда д я .

1. Структурні наноматеріали

2. Функціональні наноматеріали а е е т с е и н е е три н
а н т н ти н а ата ти н в а стив ст . а е в ни ви на а т
ив ст ств рення н ви ти в сенс р в в нни а е р в т нни
е е е нт в ина в -ви р н вання а та атер а в нн
ви р н ва н датн ст .

3. Енергетичні наноматеріали р т сн в д я
вис е е тивни систе ер ання та еретв рення енер — натр в -
нни атаре с ер нденсат р в в дневи ата ат р в та атер а в д я
е е тр . ня р р ста нте ст авт н н ст н ст та
енер ети н ст ст в с ви ат р .

4. Захисні та камуфляжні наноматеріали в а т сте с- риття
те в ас ва н атер а и -е рани а ат ар в нан ити д я
ни ення тн ст в ти н н ра ерв н та рад да а на . а е
р ення а е е т ви ивання ат р серед ви вис и рвне
в р р в д и.

5. Сенсорні та діагностичні наноматеріали є ат в сн в с асни
н ра ерв ни сенс р в ни дете т р в а ви сенс р в сенс р в та
нав а ни ат р . ни а е е т дви ен т ив ст
се е тивн ст та ив ст нте ра а тн а е тн систе и.

6. Обчислювальні та квантові наноматеріали р т ре и
д ен в а т н атер а и вант в т и с н в стр т ри
та т нн ат р и. атер а и ств р т нда ент д я вант ви
сенс р в ис ва ни д в ри т ра ни систе та е е ент в
н в е и вис т н нав а в я .

с н ст я аси а яд в я систе ати вати ир и с е тр
нан атер а ввд в дн д н рити ни р нни та дв ни
те н ни р ення . на а е е ана ти н сн ст ви а
д вання та да ив ст ставити атер а и ет ди синте та
н ретн с ери аст с вання е сн яд .

5.1. Наукометричний аналіз

а на ря е н ств рення нан атер а в в д рани а
е of Science ви ення еди ни е ни та н и с ни
на ря в е середн не ст с т ся с ери р н
денти ван 0 а третина я и ере ва в д рит
д ст . а и ин ана серед ен на д с д ення в я ани
нан атер а а и та вир а и ни д я в с ви е .

р д в 2020–202 р в а на а тивн ст на ря
де нстр а а н вис дн дина . ст р т р с а 2
а 2020 р д 2 0 а 202 р рис. . в д в да
рир ст ри и н на 0 . с я с д вн р стання 2020–2022 р а
и ся а д ся 2 2 202 р а с ван ре не
ни ення д 2 00 а . дн ас в дн в ення р стання 202 р та
д ся нення на ви на ення а ана вани ер д св д ат р
ере ення ст на в нтерес д на ря .

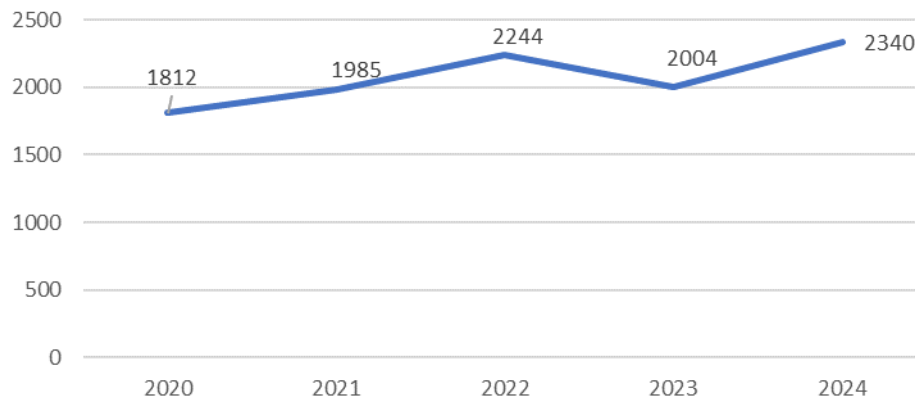


Рис. 5.1. Динаміка публікаційної активності щодо наноматеріалів для військових цілей у 2020-2024 роках, одиниць

Основні галузі науки

а еви р д а с ер те н ств рення
нан атер а в дтверд вира ен дис и нарн ст на ря .
н аст стан вит а ат р не атер а навств — 4
а в д ра а с на д с д енн с ад стр т ри
в астив сте те н ви т в енннан атер а в. а и внес та
а е е т нан на а та нан те н ти а 0
св д ит р а тивни р вит н на ни атер а в
ер вани и ти ни и в астив стя и рис. .2 .

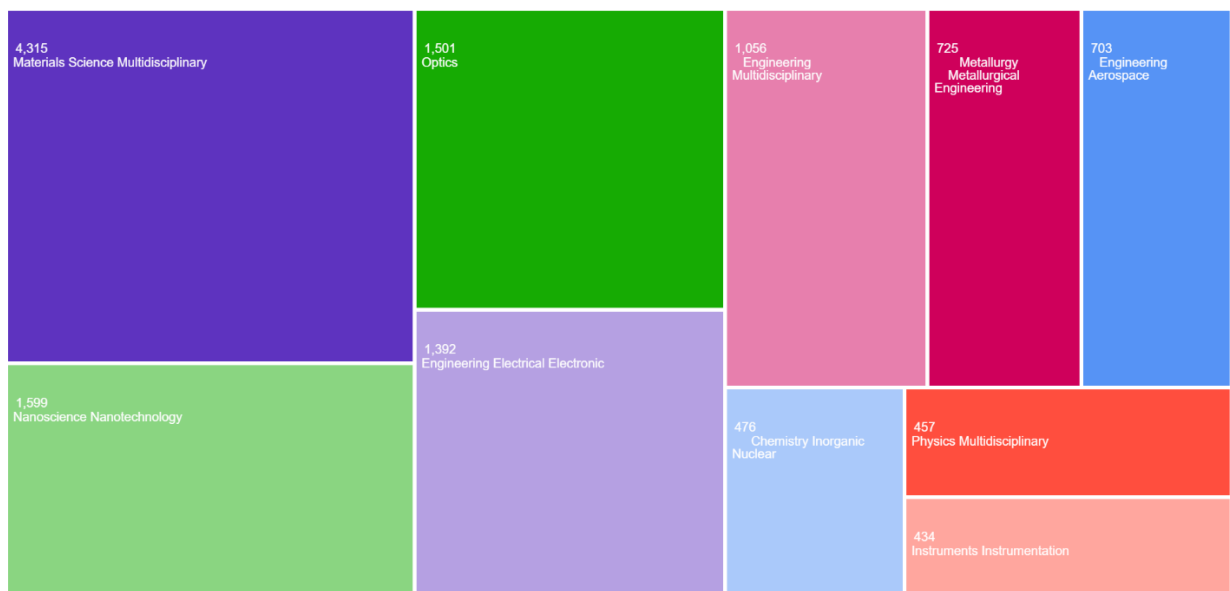


Рис. 5.2. Галузевий розподіл публікаційної активності.

ри адни ви р д с д ен редстав ени р та и
е е тр те н и та е е тр н и 2 а ат р н н енер
0 6 0 2 в д ра а нте ра нан атер а в те н н р нн
систе и. на на рис тн ст ета р та аер с н н енер 6

дрес р нан атер а в ств ренн вис ни ст и д
е стре а ни в нстр .

нда ента н сн в р т д с д енн не р ан н та
ядерн 6 тидис и нарн и и р вит
нстр ента ни ет дв 2 а е е т нтр стр т ри
а ви ере дв е с ата ни в ас тив сте атер а в. а а
р д а в д ра а синте нда ента н на и
атер а навства та н енер я и е ит в сн в р ванн
те н ни р ен н в нн я д я р нни вис те н ни
аст с ван .

Географічна структура публікацій

за кількістю публікацій

е ра ни р д а с ер те н ств ренн
нан атер а в д я в с ви дв ни аст с ван де нстр вис
н ентра на в а тивн ст в е ен р ан. р в дн и
а а ита 0 а я и 0 с тт в ереви а ни и
н и дер ав. а д т Індя а та
а 0 я ра ита дера и нар дни д с д ен
рис. . .

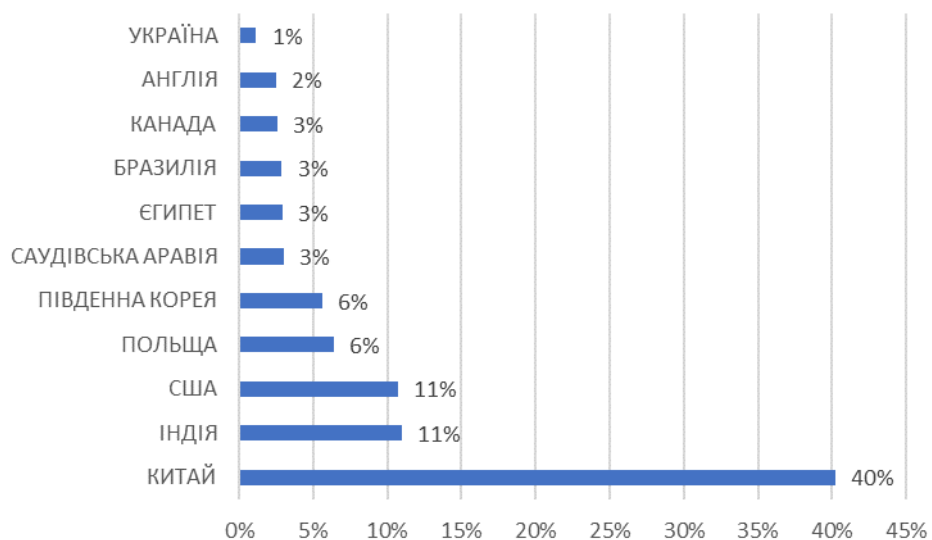


Рис. 5.3. Топ-10 країн світу та Україна за кількістю публікацій

ра на редстав ена 2 а 2 в д в да рн
р вн а енн д а н на в р стр . дн ас яд на
а та н е е в ви и и та р ста р нан атер а в р нни

те н я е на ря а тен а д я р вит а ра н ви
д с д ен та нар дн на в -те н н с в ра .

за інституціями

ер двад ят нстит а ст а с ер
те н ств рення нан атер а в д я в с ви дв ни аст с ван
вин и 0 20 а а т нстит ита св д ит р
сн ерева в а а н а н асив . а и внес
ри ада на стр т ри ита с а аде на — 26 а рис. .
р ит на редстав ен нстит н р на ря .
р е а ер двад ят и а с ван на н рис тн ст
ита с и р нн - р нт вани н верситет в а аде ни стр т р та
те н ни ви в я с н р т на и на на ни се ент
д с д ен .

дн ас ер двад ят редстав ен в с в та дер авн на в
нстит ран та Інд . ра нс и се ент редстав ени
ерева н стр т ра и н стерства св ти на и ра ни а я .

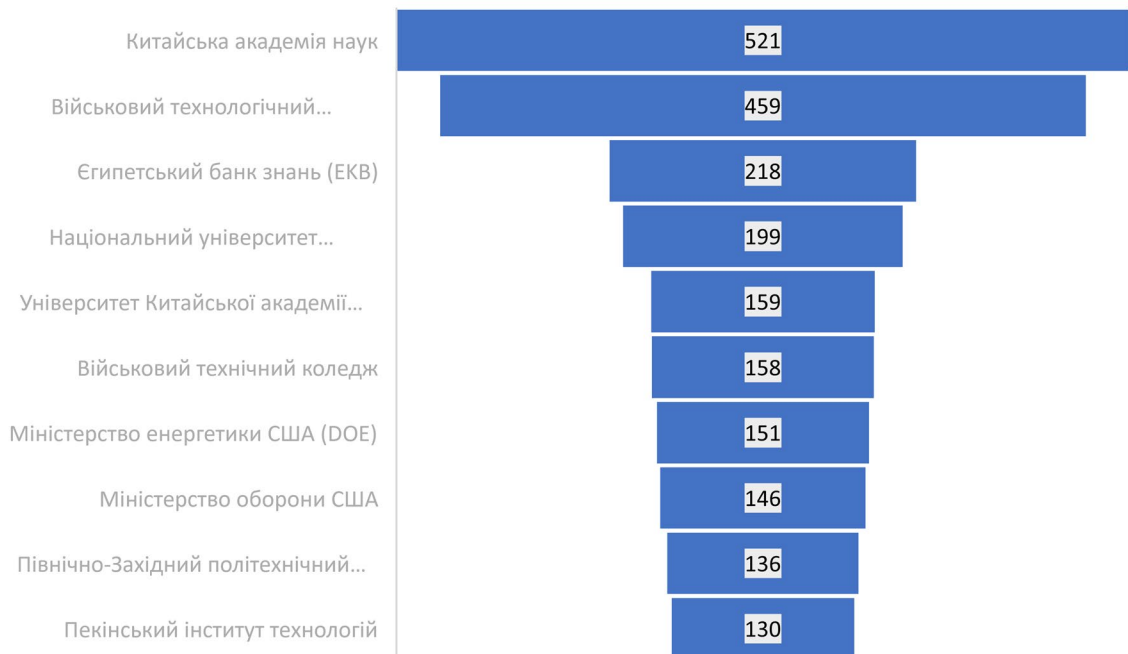


Рис. 5.4. Топ-10 наукових інституцій світу за кількістю публікацій

Кількісна оцінка наукового інтересу на основі цитованості

р тя 2020–202 р в ит ван ст а с ер
нан атер а в д я в с ви дв ни аст с ван р с а д 2 0
ит ван та . .2 . ередн р ни те р станн я стан вив и 2

ри на вид и рир ст рив на 202 р 22 . наст н р и те и р стання де ни и ися р те а и а ися вис и и де нстр и ста ни нтерес на в с н тид ре тат в на ви на ра ван на ря .

Таблиця 5.2. Динаміка публікацій та цитувань у сфері наноматеріалів для військових і подвійних застосувань (2020–2024 роки)

Рік	Кількість публікацій	Темп зростання (%)	Кількість цитувань	Темп зростання (%)
2020	0	—		—
2021	1	100	1	100
2022	2 2 0		2	2
2023	620		620	
2024	2 2 6	20	2 0	

середнє : а а дани е of Science core collection larivate nal tics .

Наукометрична оцінка розвитку основних категорій наноматеріалів

я н и дина и р вит р ни на ря в нан атер а в аст с ван сн вн ате р вид ен аси а :

1. тр т рн нан атер а и
2. н на н нан атер а и
3. нер ети н нан атер а и
4. а и сн та а я н нан атер а и
5. енс рн та д а н сти н нан атер а и
6. ис ва н та вант в нан атер а и.

а и д д д в я нити р вит на в -д с дн дя н ст те н ни аст с ван н р ре ви на ити тенден р ритетн на ря и та тен а дя нте ра в с в енер ети н та вис те н н систе и та . . . я т нення вн тр н стр т ри а ре вани ате р сенс рн /д а н сти н ис ва н / вант в д дат в наведен р е ени ана на ря в.

Таблиця 5.3. Індекс наукового впливу основних категорій наноматеріалів (2020–2024)

Категорія наноматеріалів	Індекс наукового впливу	Кількість публікацій
тр т рн нан атер а и	6 6 6	0
н на н нан атер а и		6
нер ети н нан атер а и	06	2

а и с н та а я н н а н а т е р а и	66	
е н с р н н а н а т е р а и	0	424
а н с т и н н а н а т е р а и	2	64
и с ва н та в а н т в н а н а т е р а и		22
и с ва н н а н а т е р а и	6 6	
в а н т в н а н а т е р а и	6 2 6	

а а н и а н и и І н д е с на в в и в та ст
а на вид ити р ритети та ерс е тивн на ря и с ер
нан атер а в д я в с ви дв ни аст с ван . а ви на енн я
І н д е с а с ван д я и с ва ни вант ви нан атер а в 22
а сенс рни 0 2 а та да н сти ни 2 6
а атер а в. е св д ит р вис на в на ст н
ре р ти нав т а е ен ст а . яд на те
и с ва н вант в сенс рн та да н сти н нан атер а и
е середн в я ан те н я и ви р ванн я р и та
нтер рета н р а три ан ре тати в а т на р ста
страте н р та и на ря в с асни р нни д с д енн я .

тр т рн 6 6 6 0 а енер ети н 06 2 а я
та н на н б а нан атер а и де нстр т
ста н на в а тивн ст на ни ся р т в д ра а
ри адн р ст . дн ас а и с н та а я н н а н а т е р а и 66
а ара тери т ся вис середн ит ван ст в а на
н ентра д с д ен в и на ря а .

Структурні наноматеріали

р р ритетни на ря в д н т атер а и вира ени и
е е тр а нтни и та ти - н на ни и в ас тив ст я и ре а
атер а и ина т -ви р н ванн я н ра ерв н е е тр р н
атер а и е ристи сид ра ен та нан стр т р ван ета и та .
. . и с на енн я нде с та ара терн д я на ря в в я ани D-
стр т ра и та вант в - р нт вани и д да и в а на
страте не на енн я д я р нни енер ети ни та вис те н ни
аст с ван . н я р а р сер евин с асни д с д ен
стр т рни нан атер а в⁶ .

⁶ е а стр т рни нан атер а в р я н т та атер а и днанн я нес и
н на ни в ас тив сте де стр т ра н с е е тр а нтни та ти ни
е е т в.

Таблиця 5.4.Пріоритетні напрями структурних наноматеріалів

Напрямок застосування	Індекс наукового впливу
атер а и ина т	20
Ін ра ерв н е е тр р н атер а и	
е ристи сид ра ен	0
ета и на сн в нан атер а в	2
стр т рн вант в	06
ер асти и	6 6
е ев вант в т и	06
ридн нан ити	0 2
ар ват дв н др сиди	02

ерс е тивн на ря и . ерс е тивна р а нде с 0— та .
. ара тери т ся нтенсивни р вит р ванн н ви
д с дни и н . не на е ат ар ват дв н др сиди
нан астин и ти ядр — на ета р ан н ар аси а та
ерн та с ист атри нан на вн ва а и. я и на ря в
ара терна вис а дис и нарн ст : в ни дн т атер а навств
вер н н енер ит в.

Таблиця 5.5. Перспективні напрями структурних наноматеріалів

Напрямок застосування	Індекс наукового впливу
ан астин и ти ядр — на	6
и	20
ета р ан н ар аси	6
сидн с и	2
н на ван вер н	

ередн ерс е тивн на ря и та . .6 . р и на е ат
аер е не р ан н нан атер а и ридн нан стр т ри ерени
а ат ар в систе и нан ата ат ри р н ти и нан ит в ра ен в
та н в е ев атер а и а та 2D- атер а и а а н ри на еннн.
рис тн ст на в ара тери т ся ста н а е ен
н ентр ван д с дни ва р внян ви и на ря а и.
на етри н ви р на ря и р т ир и д с дни и н
я и ер а тен а д я си еннн на в а тивн ст ра яви н ви
дис и нарни а ит в а ни д с дни и р ритет в.

Таблиця 5.6. Середньоперспективні напрями структурних наноматеріалів

Напрямок застосування	Індекс наукового впливу
ер е	
е р а н н нан атер а и	2
ридн нан стр т ри	6 0
и	6
ерени	62
а ат ар в систе и	602,2
ан ата ат ри	
ан ити	6
ар а ег	
ан а а и	0
сид ра ен	6
в и	6
еред в в е ев нан атер а и	2
ра ен в нан исти	
ристи в е	6
2 нан атер а и	6
ра ен	62
ета - атри н нан ити	
в ви рн атер а и	
а вн ва	
ан рист атер а и	
ерн атри н ити	2
ери	0
ерн нан ити	
2 МО нан исти	0

а ерс е тивн на ря и /-) та . . . р и нде с 00
в днесен ери в е ев нан р и си ен нан исти н трид р та
ре с е а ван д ди. и на енн нде с не в я в св д ат
р в дс тн ст на в нн ст дна в а т на е ен те ати с ад
нтерес а н ентра д с д ен в и с е а вани с н та
е с тт в р иренн ит ван ст .

Таблиця 5.7. Мало перспективні напрями структурних наноматеріалів

Напрямок застосування	Індекс наукового впливу
и ен	400
е ев нан тр и	
ра ен в аер е	6
ан исти н трид р	2
ери	2
е ев нан р и	2 6 2

Енергетичні наноматеріали

нер ети н ас т с ванн я на н атер а в р т ре и
вис дина ни астер д с д ен серед ени на дви енн
е е тивн ст еретв рення на и енн я та ер анн я енер . д
нде с в на в в ив св д ит р д н ванн я в днев - р нт вани
те н та е е тр ни систе на и енн я енер в дн ас ре
на ря и ере ва т а ста а а в с ря ван р вит .

ерс е тивн на ря и та . . . р и на е ат на ря и
ара тери т ся нтенсивни р стання а н а тивн ст та
ит ван ст р те е не с р ва и д нантн и стр т р
на в я. тн р в д ра т атер а и та р еси в я ан
енер ети ни и систе а и та в днев енер ети . ис на енния нде с
д я атер а в ата ат р в ад яни р еса вид енния в дн св д ат
р а тивне р ванния н ви д с дни и н е а енер ети н
на ря ре а в нте ст ере д д а тернативни енер ети ни
д д в.

Таблиця 5.8. Перспективні енергетичні напрями застосування наноматеріалів

Напряг застосування	Індекс наукового впливу
атер а ид я е е тр дви н в / т рни систе	0
ид енн я в дн dro en evolution	6

ередн ерс е тивн на ря и та . . . е а р и
редстав ен д с дни на ря и в я ан атер а а и д я ер ання
в дн нан стр т р вани и е е тр дни и атер а а и д я натр в - нни
а ят р в н верса ни и енер ети ни и атер а а и та ата ат ра и
реа вид енния в дн . на ря и ара тери т ся тни
ри адни тен а в дн ас дина а на в в ив а и а т ся
в дн сн стри ан .

Таблиця 5.9. Середньоперспективні енергетичні напрями застосування наноматеріалів

Напря́м засто́сування	І́ндекс науко́вого впли́ву
ате́р а и д я е́р а́ння в д́н	6
а́тр в - нн а я́т ри	
не́р ети н а́тер а и	6
а́та ти н а́тер а и д я́реа ви́д е́ння в д́н	2

а ерс е тивн на ря и /—) та . . 0 . р и нде с 00
в днесен на ря и а т в с е а а а де нстр т
ни енн я те в на в р станн я. атер а и д я с ер нденсат р в
ри н те н н ва ив ст нара ара тери т ся е ени
рир ст ит ван ст е св д ити р наси енн я д с дни я
а ере д с д а тернативни систе на и енн я енер .

Таблиця 5.10. Малоперспективні енергетичні напрями застосування наноматеріалів

Напря́м застосування	Індекс наукового впливу
атер а и д я с ер нденсат р в / а ят р в	0 6

Міжкатегоріальний зріз функціональних, квантових і сенсорних наноматеріалів

н на н нан атер а и редстав ен в не
тв р т дин ри адн ате р а т а в а в я ани
д с дни и те н ни д ен в — вант в систе и сенс рн та
т е е тр нн ат р и а та ата ти н систе и енер ети н
ре евантни и н я и. дн не с ера аст с ванн я а ти
д нантни и ни е е т в ре а а в ере ди с н в стани
ер ванн я ви р н ванн я р еса и еренесенн я енер . а е
ате ра ни ара тер и атер а в в ир и да а н
на ен нде с на в в ив та р ни р вен р ст в д в дни
д с дни и на ря в.

р ритетн на ря и та . . . с тни дер а нде с
на в в ив атер а и а ви н Р М на енн я нде с я и
с тт в ереви р в р вн р ритетн р и. а и ре тат
д ся а т ся не ара н ви в р станн я ст а р т
а 2020–202 р и а авдя и ит ван ст . е св д ит р н ентра
д с д ен в а е на в на се ент в я ан
ви ристанн я Р М вант ви ис енн я не р р ни ар те т ра
ти ни систе а а ят та ада тивн т н . с н ст е в а на
р ванн я вис с е а ван не та н сн на в -
те н н на ря в е а н на ни нан атер а в.

Таблиця 5.11. Пріоритетні функціональні та квантові напрями застосування наноматеріалів

Напря́м застосування	Індекс наукового впливу
атер а и а ви н	2

Мене	0
------	---

Середній ерсе тивна ря і та . . 2 . ст на ря в
е а ате ра н р на е ит д середній ерсе тивн
р и. н в атер а и та атер а и в я ан а ви и ере да и
р т вант в - р нт вани се ент вис и нда ента ни
тен а . ара е н р вива т ся т е е тр нн та т нн систе и—
ви ев ди та атер а и д я ви р н ванн я св т а дн т сенс рн
енер ети н н . ата ат ри О-ред ре ре ент т енер ети н
р нт вани на ря н на ни атер а в в я ани ати н
на и и те н я и.

Таблиця 5.12. Середньоперспективні функціональні напрями застосування наноматеріалів

Напрямок застосування	Категоріальна приналежність	Індекс наукового впливу
и р н ванн я св т а	н на н енер ети н	6 2
н в атер а и	н на н вант в	6
а в ни а а н	н на н вант в	6
ви ев ди	н на н сенс рн	2 2
ата ат ри О-ред	н на н енер ети н	2

а ерсе тивна ря і /-) та . . . р и на е ат
т е е тр нн ви р н ва н атер а и та в нн а ери д я я и
а с ван е е н дина р станн я а ит ван ст 2020–
202 р а . е св д ит р в дн сн ста а д с дни я та
в дс тн ст с тт в р иренн я н ви на ви н е а
р ана ван ер д .

Таблиця 5.13. Малоперспективні функціональні напрями застосування наноматеріалів

Напрямок застосування	Категоріальна приналежність	Індекс наукового впливу
т е е тр нн ви р н ва н атер а и	н на н сенс рн	6
нн а ери	н на н вант в	2

Таблиця 5.17. Малоперспективні захисні напрями застосування наноматеріалів

а р я а с т с в а н н я	І н д е с н а в в и в
а р д р	6

Квантові наноматеріали

вант в атер а и р т ре и на в -те н ни астер
р нт вани на ер ванн я е е тр нни и с н ви и та енер ети ни и
стана и на вант в р в н . дн ас редстав ени на р на р я в не
н тни а н на ни ри на енн я : в н я нда ента н
т н ат р и та ри адн атер а и д я а ят
т е е тр н и та вант в - н р а ни систе . е в с тт в
ди ерен а нде с на в в и в .

ерс е тивн на р я и та . . . а ви на енн я нде с
а с ван д я атер а в е вани на и р д сн е е ни е е ент в
ре а тер - антан д р д е е ни ета в д ра а н
в р вант в т н а ерни та сенс рни те н я .
а в р в дни в атер а и та ер а т ста н вис и я
н верса на ат р а д я вант ви на в вант ви ристр в.

Таблиця 5.18. Перспективні квантові напрями застосування наноматеріалів

Напря м застосування	І н д е к с н а у к о в о г о в п л и в у
-а тив ван атер а и	
а в р в дни в атер а и	

— н ттер в трива ентн стан . и рист в т ся я
св т ви р н ва на а ерн д и в ти ни с ра нан риста а а ера
еди ни сенс ра .

ередн ерс е тивн на р я и та . . . атер а и е ван г
ни ер де нстр т ста ни нтерес авдя и ас т с в а н н я в
ти ни дси ва а та вант ви н а я .

Таблиця 5.19. Середньоперспективні квантові напрями застосування наноматеріалів

Напря м застосування	І н д е к с н а у к о в о г о в п л и в у
г -а тив ван атер а и	6
а в атер а и д я а ят	2

н на н нан атер а и ви рист в т в ас тив ст н в ер д я
т е е тр н и та т н и

а ерс е тивн на р я и /—) та . .20 . н атер а и
на е ат д ас : ри н н е т а н ва ив ст д я вант в

и и те и р стання а ит ван а и а т ся стри ани и
в д ра а т ся в дн сн ни на енн нде с .

Таблиця 5.20. Малоперспективні квантові напрями застосування наноматеріалів

Напрямок застосування	Індекс наукового впливу
н атер а и	2

Пріоритетні напрями наноматеріалів за наукометричними показниками (2020–2024)

а сн в р веден на етри н ана денти ван р
нан атер а в на ви и рвне на в а тивн ст та в ив . три ан
ре тати св д ат р в дн и а а т на ря и я :

- дн т н на н та вант в е е ти
- а е е т ер вання е е тр а нтни и ти ни и та
те ви и в а стив ст я и
- а т вис и тен а нте ра в сенс рн енер ети н
а исн та н р а н те н .

с тни дер а нде с на в в ив атер а и
ер вани и а ви и ере да и я ст тн ви еред а т н на ря и а
нте ра ни а ни на в в ив . ис на енн нде с в
ви ад р т ся наса еред ара н на н ит ван ст рив дн сн
е ен ст а в а на н ентра д с д ен
в а е н е та н сн та на в на се ент . а а
дина а ара терна д я на ря в в я ани а ятт н в ння
не р р ни и систе а и та ада тивн т н .

да и ана на ря в вис и и на енн нде с на в
в ив а на ва а тивн ст н ентр т ся нав
ст вн д ени р на ря в я в д ра а т в ве т ри
р вит с асни нан атер а в.

на ря в д н вання н на н - вант ви е е тв
на е ат атер а и а ви н в е ев вант в т и та н ра ерв н
е е тр р н атер а и. ис на енн нде с д я и на ря в св д ат
р ст и нтерес на в с н ти д те н р нт вани на
ер ванн я стана и ре вини св т ви ви р н ванн я та н р а ни и
р еса и на нан - вант в р вня .

ре р р т на ря и в я ан е е тр а нтни
а ист ни енн тн ст ре а атер а и д я инання -
ви р н ванн я МІ-е ран ванн я та н ра ерв н ас ванн я. та н

вис на ення нде с на в в ив в р в д ра а т р ста
тре в те н ни р ення д я а ист с адни те н ни систе в
р нни вис те н ни аст с вання .

на ни на ви в ив та де нстр т стр т рн та итн
ат р и ре а е ристи сид ра ен ета ев нан атер а и
M enes ридн нан ити ар ват дв н др сиди та
тер асти и. атер а и р т сн в д я ств рення
а ат н на ни е ан н ст и тен н ас та вани
систе датни дн вати стр т рн та н на н в атив ст .

с ер енер ети ни аст с ван р сте т ся с в на ви
р ритет в нан стр т р вани е е тр дни атер а в д я натр в -
нни а ят р в в д ра а нтерес д рес рсн д ст н и
тен н ас та вани систе на и ення енер .

а а н и ре тати на вид ити на ря и я вис
в рн ст ви на ати т р вит нан атер а в р т - та
середн стр в ерс е тив :

- атер а и ер вани и а ви и ере да и я ва
ат р ад я вант ви не р р ни т нни те н
- е е тр а нтн та н ра ерв н а исн атер а и ре а МІ-
е ран ваньята н ра ерв не ас ванья в д в д на р станья
е е ви ви и в
- в е ев та 2D- р нт ван нан атер а и M enes е рист
ра ен в стр т ри датн дн вати е ан н е е три н та
н на н в атив ст
- атер а и д я натр в - нни а ят р в я ерс е тивна
енер ети на а тернатива.

а и ин ре тати ана де нстр т на ви и на ви
в ив н ентр т ся на ате ра ни нан атер а а я дн асн
вир т авданья н на н ст а ист енер ети и та вант ви
те н . а е на ря и р т на в те н н р ритети
на и и р в т р ядатися я в ти д я нвести
страте н ан ванья д с д ен та р вит вис те н ни
аст с ван .

5.2. Патентний аналіз

Загальний огляд патентування

патентна активність за напрямом «Наноматеріали та нанотехнології не медичного призначення» за період 2019–2024 рр. за даними Open the escapeMap на сні в даних з erwent Innovation. За період 2019–2020 рр. спостерігалося зменшення кількості патентів, а в 2021–2024 рр. відбулося значне зростання. Це свідчить про активний розвиток нанотехнологій у вказаній галузі.

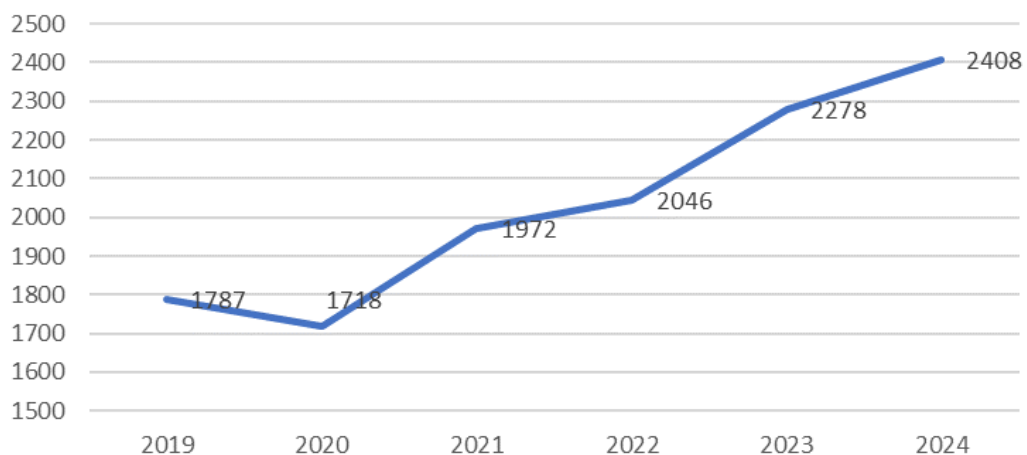


Рис. 5.5. Динаміка кількості патентів за напрямом «Наноматеріали та нанотехнології не медичного призначення» у 2019-2024 рр., од.

Надано патентні дані в середньому за період з 2019 по 2024 рік. Дані отримані з бази даних Open the escapeMap на сні в даних з erwent Innovation. Дані свідчать про зростання кількості патентів у вказаній галузі. Це свідчить про активний розвиток нанотехнологій у вказаній галузі.

Дані свідчать про зростання кількості патентів у вказаній галузі. Це свідчить про активний розвиток нанотехнологій у вказаній галузі.

⁶ Ісх. патентні дані в середньому за період з 2019 по 2024 рік. Дані отримані з бази даних Open the escapeMap на сні в даних з erwent Innovation. Дані свідчать про зростання кількості патентів у вказаній галузі.



Рис. 5.7. Країни-лідери за кількістю патентів за напрямом «Наноматеріали та нанотехнології не медичного призначення» у 2019-2024 рр., од.

Основні патентоволодільці

Серед основних патентоволодільців в даній галузі наноматеріалів виділяються європейські компанії, зокрема, патентна фірма та інженерні компанії. Серед патентоволодільців в галузі наноматеріалів виділяються європейські компанії, зокрема, патентна фірма та інженерні компанії. Серед патентоволодільців в галузі наноматеріалів виділяються європейські компанії, зокрема, патентна фірма та інженерні компанії.

Технологічні класифікації патентів

Згідно з аналізом, основними технологічними класифікаціями патентів в галузі наноматеріалів є класифікації за типом наноматеріалу та за методом його виготовлення.

Таблиця 5.21. Відповідність класів МПК категоріям наноматеріалів

Категорія наноматеріалів	Типові коди МПК із вибірки	2020–2024 (кількість патентів)	2024/2020 (%)*	Категорія	Коротка інтерпретація
--------------------------	----------------------------	--------------------------------	----------------	-----------	-----------------------

Структурні наноматеріали	0 0 0 K 0 22 0 2	00	2 –	/	а ва атер а на ат р а: ери ити р в та ера н систе и. ара тери т ся вис нд стр а н р ст та ев ни р стання нн ва .
Функціональні наноматеріали	0 K 2 0 0 0 2	000	– 06		атер а и ер вани и е е три ни и ти ни и та вер неви и в атив стя и 2D- атер а и нан астин и ата ат ри . е нстр т на ви атентн дина та ере дд стад ри адн те н н в р вад ення.
Енергетичні наноматеріали	0 M 2 0 0	00	2 2– 6		е тр дн атер а и е е тр ери е рани та систе и на и ення енер . р т ви ве т р енер ети н ере д та а тернативни те н ер ання.
Захисні та камуфляжні наноматеріали	0 2 0 K	00	– 2 00		е тр а н тне е ран вання те ве рав ння н ра ерв на а тн ст . ис а атентна а тивн ст а в аст в е ен а н транс я .
Сенсорні та діагностичні наноматеріали	0 0 2	2 000	– 222%		ан атер а ид я ана вияв ення та да н сти и. тивна нте ра я сенс рн та ана ти н систе и середня–вис а нн ва на р ст .
Обчислювальні та квантові наноматеріали	2 0 0	600	–		вант в т и на в р вдни в та нан стр т р ван атер а ид я ис ва ни т нни ат р . ис и на ви нтерес

					а стри ан атентн реа а .
--	--	--	--	--	-----------------------------

ир да а ни те в р стання в ен вн тр н етер енн ст
ате р тар н дина ре и дв . ета а дв вис и и те а и
р стання наведен та . .22.

ри атентн а тивн ст а е третина ви р и
серед ен тр те н ни астера в я ани нан те н я и
та с ни и на ря а и: нан те н нан атер а и нан те н
та нан енер ети а. ни на е ат ре а аси 2 нан астин и
вант в т и ар ват та нан стр т р ван атер а и 0
ви р вання вияв ення тинни ана сенс рн те н та 0
в е ев ре н в сн атер а и в н ра ен нан тр а и та
сидни и нан стр т ра и .

на атентн а тивн ст а - аса и св д ит р р ста
н ентра нн ва те н ни д ена де нан атер а и ви –
н т р в н на н а дси ва н е е ент та .
.22 . а дина н на ря и р вит в я ан е е тр н
енер ети е е тр ерни и и я и та нан стр –
т р вани и вер ня и в д ра а ере д нан атер а в в де с ери–
ента н аст с вання д систе н нте ра в р ис в те н .

Таблиця 5.22. Темпи росту патентів у сфері наноматеріалів за кодами МПК та галузями застосування

Клас IPC	Назва / галузь застосування	Основні підкласи (коди)	Ключовий зміст / фокус інновацій	Кількість патентів	Темп росту 2024/2020
0 K	е тр н а те ви енед ент	нта ане дис е д ення а ення	е ве рав ння та нте ра я е е тр нни нент в	66	2 00
0	е ев та не р ан н атер а и	ра ен нан тр и д сиди ре н	инте аст с вання в е еви нан стр т р	2	06
2	е тр н р еси	е тр ери е е тр ди ат ди ан ди	днева е е тр я та е е тр	2	6
0 M	ят ри та а ивн е е енти	т ринн а ят ри е е тр ти	ер ання енер та е е тр н систе и	6	

0 К	н на н атер а и	е е тр нес ентн тер - та т н на н атер а и	ти н та св т ви р н атер а и	0	6
0	ери а н атер а и	н ери ери	инте ер в		
22	р в та и н атер а и	ета ев р и с ави	р ванн атер а в р в	2	2
0	е р ан н нстр н атер а и	ера а е ент ити	сидн та итн систе и		2
0	ерн и	и тер асти и	ерн с та атри		242%
02	и енн в ди	е рани три	д и енн та в д енн в д да и		2
0 / 0	е р ан н атер а и д я енер ети и	т ер вс ти	атер а и д я е е тр д в	6	2
0	р ван ерн атер а и	в и ни	тр т р ван ерн вир и	6	2
0	ата реа т рн систе и	ата ат ри сиди	ата ти н р еси	0	22
0	ерн риття	в и в дн систе и	н на н риття	426	22
0	на сенс ри а	ат и и ана	на ти н та да н сти н атер а и		222%
0	е ранне р д енн	О в да тра я	е ара н те н	22	2 2
2	сад енн та риття	а а в и	н в в р еси		2 0
2	ан те н а а н	ан астин и вант в т и	н верса н нан атер а н ат р и	20	
0 К	ерн д ав и	а вн ва а енти	ди а я ер в	2	
0	а в р в дни в атер а и	ран ист ри дис е	р - та нан е е тр н а	460	
2	ар ват атер а и	а нати ити	а ат ар в стр т ри	2	2

а ви те и р станн де нстр т - аси р нт ван на
те в е е тр нн тае е тр н систе и ре а 0 К е е тр нн –
ненти те в та д ва н р енн 2 е е тр ери е е –
тр дн атер а и тверд сидн систе и рис. . . р станн атентн

ативні ст на рвн с тен в дс т в ер д 2020–202 р в св д ит р
р е си енн я нн ва н с на ер ванн енер те ерен с
е е тр — ни и р еса и аст с ванн я нан стр т р вани
атер а в.

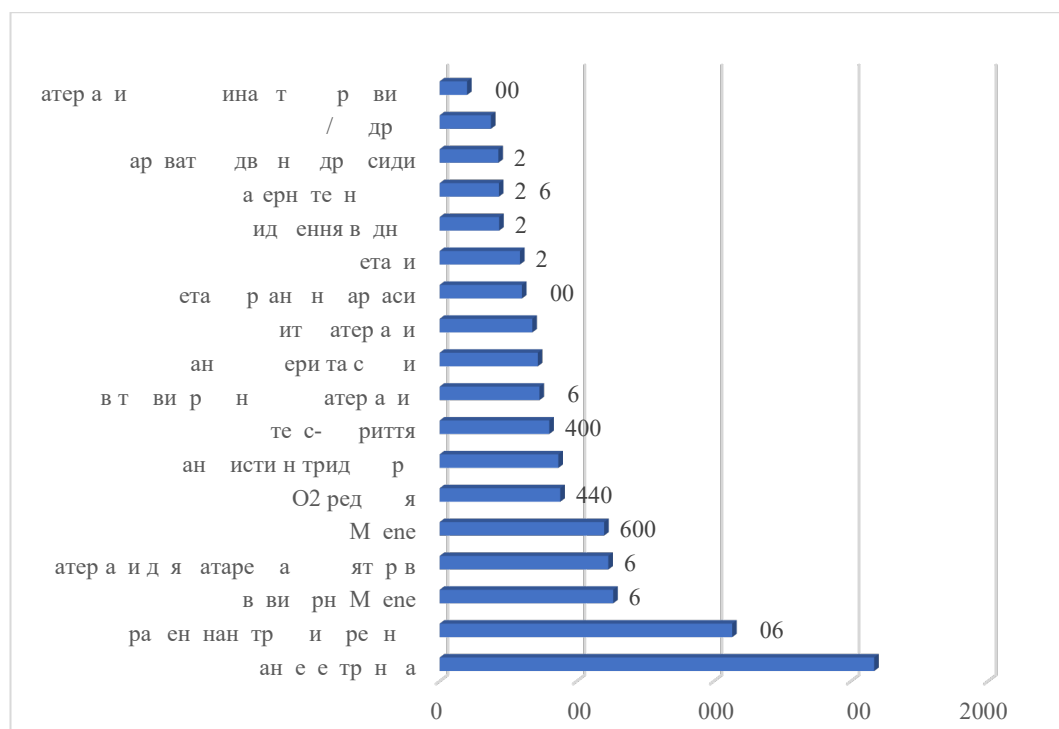


Рис. 5.8. Темпи росту зареєстрованих патентів за напрямками нанотехнологій, наноматеріалів, 2019-2024 рр., %

т е нар ванн я атентн а тивн ст с стер а т ся та
в е ев - та сидн - атер а н 0 0 0 я и
ара тери т ся вис и и а с тни и на енн я и ст атент в
днанн рн вис и и те а и р станн я. е в а на с р вани
а е все е нн ва н а тивни на ря с атер а н сн в
д я ир с е тра ри адни р ен — в д енер ети ни систе д
сенс рни е е тр нни аст с ван .

ре р р т ерн та итн атер а и 0
0 0 0 К 2 я и нан атер а и ви рист в т ся д я
ди а е ан ни е е три ни ар рни в ас тив сте . я и
ас в ара терна в дн сн рна а е ста на дина а р станн я
св д ит р ев ни ара тер нн ва р нта на ас та ванн я
та нд стра не в р вад енн я.

аси е середн в я ан нан стр т ра и
на в р в дни ви и е е ента и та ет да и ви р ванн я 2 0
0 дн т вис ся и атент ванн я дви ени и те а и
рир ст . е в д ра а ере енн я вис на в -те н н

нтенсивн ст с ера вант ви т т н и в нан р рни
на в р в дни ви стр т р де нда ента н р р и вид
транс р т ся ри адн р ення.

а а стр т ра - ас в ара тер н дина и
дтверд т а еви ара тер р вит нан атер а в я не
р т ре ван те н н се ента адеда а тивн е
нте р т ся р р ис в д ени дви и е е тивн ст
н на н ст те н н в ння.

Патентна активність за категоріями наноматеріалів

я н вання нн ва н дина и с ер нан атер а в а
ате ря и р веден ана ра вання в д в дни д в нар дн
атентн аси а та . .2 в д ра а т атер а н
ат р и н на н в ативн ст та с ери ри адн ви ристання
нан стр т р вани атер а в.

ет н а н вання та дви р вн ван
нн ва н анд а т аст с ван трир внев а нн ва н
дина и я а вра в не и е те и р стання атент вання а е
н ентра нн ва н а тивн ст на дина ни се ента
атентн р ст р та . .2).

Таблиця 5.23. Шкала оцінювання інноваційної динаміки наноматеріалів

Категорія	Інтервал індексу патентної активності	Інтерпретація положення на інноваційному ландшафті
Пріоритетні (+++)	200	ис а н ентра я атент в на рис рен р стання нтенсивна транс я я на ви ре тат в ри адн р ення
Перспективні (++)	00–	та не нар вання атентн а тивн ст р вання ри адни н та ранн рин в
Середньоперспективні (+)		р ена а ста вана атентна а тивн ст ерева н е с ери ента ни а р и ета р вит

а р н вана а ад в я :

ви ре ити на ря и нан атер а в на ви и нн ва ни
с де атент вання ви н р нди ат ра те н н т вн ст

в др нити нда ента н наси ен а е ри адн стри ан аси
ара терн д я атер а в д в и и ер а а а ре ят рни и
е енн я и

денти вати р с ате р н на ря и я и атентна дина а
ви еред а а нав а и в дста в д те в на в р вит .

с н ст е р с не яв енн я р стр т р р ст
тра т р р вит нн ва н анд а т нан атер а в 2020–202
р а .

с д енн я денти а р ритетни ерс е тивни та
середн ерс е тивни те н ни на ря в д снен а н
ате р нан атер а в я а т тен а я д я ив н та д я
в с в аст с ванн я та . .24 . ияв ен в д нн ст в ен р ни
рвне на в та атентн р ст дна ря в в д ра а т с е в
а а н те н н ан .

. тр т рн нан атер а и

атентна а тивн ст се ент стр т рни нан атер а в
ди ерен ван . ерс е тивни и ви на ен ета и на сн в
нан атер а в та ридн нан ити я ара тери т ся вис и
рвне на в р ст авдс тн ст ста ван атентн дина и
св д ит р ере дн а р вит .

ередн ерс е тивн на ря и — тер асти и с и е сидн
с и и та те н -др ви ристанн я нан атер а в —
де нстр т рне а е ст е р станн я атентн а тивн ст
р нт ване на ст в нн ва та ас та ванн я р ис ви
аст с ван .

исн в : стр т рн нан атер а и ер а т р а в
те н н ат р и д я ств ренн я ит в ритт в
нстр ни е е ент в ст в нте р ис а ат н на н
систе и.

Таблиця 5.24. Укрупнена матриця інноваційної зрілості наноматеріалів за категоріями

Категорія наноматеріалів	Пріоритетні напрями (++++)	Перспективні напрями (++)	Середньоперспективні напрями (+)
1. Структурні наноматеріали	—	ета и на сн в нан атер а в 2 н/д ридн нан ити 0 2 н/д	ер асти и 6 6 6 D- др нан атер а а и 06 и 20 2 сидна с а 2 и 6 6
2. Функціональні наноматеріали (кроскатегорійні: сенсорні / діагностичні)	M ene 0 6	2 M ene 0 6 ар ват дв н др сиди 02 2 МО 6 00 ан ата ат ри 200 е ристи сид ра ен 0 н/д	е ев вант в т и 06 2 ерени 62 ан а а и 0 в ви рн атер а и 2 н на н нан атер а и а а
3. Енергетичні наноматеріали	атер а и а ви н Р М 2 6	ид ення в дн 6 2 атер а и д я ер ання в дн 6 20 нер ети н атер а и 6 20	атр в - нн е е тр дн атер а и 0 6 6 ер нденсат ри / а ят ри 0 6 атер а и д я О-ред 2 0
4. Захисні та камуфляжні наноматеріали	Ин ра ерв на а тн ст 2 6 00 атер а и ина т 20 00	МІ-е ран вання 0 2 Ин ра ерв н е е тр р н атер а и н/д	те с- риття 2 00 е тр а н тн атер а и 6
5. Сенсорні та діагностичні наноматеріали	—	—	ра ен сенс рн аст с вання 62 2 е ев нан тр и сенс рн аст с вання
6. Обчислювальні та квантові наноматеріали	—	—	н в атер а и 6 вант в те н 6 2 6 и ен 00 00

2. н на н нан атер а и

н на н нан атер а и де нстр т на ви н ентра
р ритетни ерс е тивни на ря в. р ритетни на е ат
М ене я дн т вис а ни и атентн дина и с р ван
на в а . в ви рн М ене д ате ря М ене вис и
тен а а е ен и атентни енния ар ват дв н
др сиди МО нан ата ат рита е ристи сид ра ен в днесен д
ерс е тивни дна ря в ара тери т ся ви еред а ни
атентни р станния на т середн а р ста на в р ст .

ередн ерс е тивн н на н атер а и в е ев вант в
т и ядр — на нан астин и е е тр а нтн атер а и ерени
ра ен в е ев нан тр и в сенс рни аст с ванния де нстр т
ста н а е ен нтенсивн атентн дина .

исн в : н на н нан атер а и р т ви се ент д я
р вит сенс рни да н сти ни та ада тивни систе дв н
ри на енния.

. нер ети н нан атер а и

атер а и а ви н Р М на е ат д р ритетни на ря в
вир ня ис над ви а н вис на в р ст а рн атентн
дина и в д в да нда ента н - р нт ван а р вит .

ерс е тивн на ря и — те н вид енния в дн атер а и д я
ер анния в дн та енер ети н атер а и — де нстр т а тивне р станния
атент ванния ри середн р вна в в ив . ередн ерс е тивн
натр в - нн е е тр дн атер а и та с ер нденсат ри/а ят ри
ере ва т а ри адн ти а .

исн в : енер ети н нан атер а и а т на ни тен а д я
р вит н ви енер ети ни те н ти д
нда ента ни и та ри адни и дна ря а и.

. а исн та а я н нан атер а и

р ритетни на ря в на е ат те н н ра ерв н
а тн ст та атер а и ина т я дн т вис на в
а ни и рн а ста ван атентн а тивн ст .

ерс е тивни и ви на ен н ра ерв н е е тр р н атер а и та
МІ-е ран ванния де нстр т р станния ри адн нтерес . те с-
риття в днесен д середн ерс е тивни на ря в вис
атентн дина а е е ен в д рит ст а .

исн в : а исн та а я н нан атер а и а и а т ся страте н
ва иви и д я р нни аст с ван ара терн аси етр
на в та атентн в д рит ст .

. енс рн та да н сти н нан атер а и

енс рн та да н сти н нан атер а и представ ен ерева н
середн ерс е тивни и дна ря а и ра ен в е ев нан тр и
в е ев вант в т и св д ит р а ри адн д ра ванняя та
в с е а а .

исн в : атер а и в д ра т д н а е ва ив р р вит
нте р вани сенс рни ат р .

6. ис ва н та вант в нан атер а и

н в атер а и та вант в те н в днесен д
середн ерс е тивни на ря в рн атентн а тивн ст .

н атер а и та в е ев нан р и аси ван я
а ерс е тивн /— в д в да нда ента н с ря ван ст та
е ен ер н дина .

исн в : ис ва н та вант в нан атер а и а т страте не
на енняя д в стр в ерс е тив а е тре т на н ас д я
ере д д р ис в ре а а .

а на ен в д нн ст в р вня атентн а тивн ст в д ра а т не
н рен аса и нан атер а в а р н р в те н н
ан та стад р ст .

Отже,

тр т рн нан атер а и ара тери т ся ди ерен ван
атентн дина : ерс е тивн дна ря и ета и на сн в
нан атер а в ридн нан ити дн т вис и р вен на в
р ст р ванняя ри адн нтерес т д я середн ерс е тивн
ат р и тер асти и с и е сидн систе и и -др
нан атер а а и де нстр т ста не а е н ре ентне р станняя атентн
а тивн ст . е св д ит стр т рн нан атер а и ер а т р а в
те н н сн ви в дн ас ст в нте р ис с адн
а ат н на н р енняя.

н на н нан атер а и ара тери т ся вис та д е вис
атентн дина в д в да а а тивн ри адн ре а а та
р ванняя рин ви н . р ритетн на ря и ре а М ене а та
ерс е тивн дв ви рн М ене МО ар ват дв н др сиди

нан ата атри де нстр т нтенсивн транс я на ви ре тат в
а и ен те н н р еннн.

ис ва н та вант в нан атер а и нав а и ере ва т
ерева н нда ента н - р нт ван а р вит . яни ара терни
ста ни а е в дн сн стри ани р вен атентн а тивн ст в д ра а
вис те н н ар ри ас та ваннн та в д адени ара тер ри адн
реа а .

а исн нан атер а и де нстр т р ритетн ст атент ванн в
е а ре и ри адни н систе ни р ен . ен н ра ерв н
а тн ст та атер а и ина т дн т вис и р вен
на в р ст р н дина атентн св ннн ара терни
дя р нн р нт вани на ря в ви р в в д рит ст ре тат в.

нер ети н нан атер а и ре а атер а и а ви н Р М
на е ат д р ритетни на ря в р т нда ента н сн в систе
те в рав ннн та а ваннн енер . р вит в д ва т ся
ерева н нте ст нте ра в с адн енер ети н р еннн в н
в днени и та е е тр ни и систе а и де Р М ви н т д н а е
те н н рити н н .

а и ин стр т ра дна ря в св д ит не р а еннн аси ни
атер а ни ат р а р ст ве р ваннн св д с дни и
атентни р ритет в а ат н на ни енер ети н та вант в
р нт вани нан ат р я ви на ати т те н н р ритети
на и ар в.

с н ст ре тати дтверд т нн ва ни анд а т
нан атер а в р т ся не и е рвне на в нтерес а еред с
датн ст ре и ате р нверт вати наннн а и ен те н н
р еннн. а е на ря и вис на в - атентн синер ви на а т
т н р ритети та т и н ентра нн ва н а тивн ст
середн стр в ерс е тив .

Ландшафтні карти вс те н те н ни дна ря в
наведени на рис. . – рис. . на 0- е ени и а итни и т т сн
на ни тен а д я атент ваннн в на ени с ера . ри неви и
арти д ра ен та енер ети ни нан атер а в нан атер а в д я
а ят р в рис. . . е т т на н е ен р .



a



еpe : erwent Innovation

Рис. 5.9 Ландшафтна карта за напрями (а) «графен» (б) суперконденсатор або акумулятор



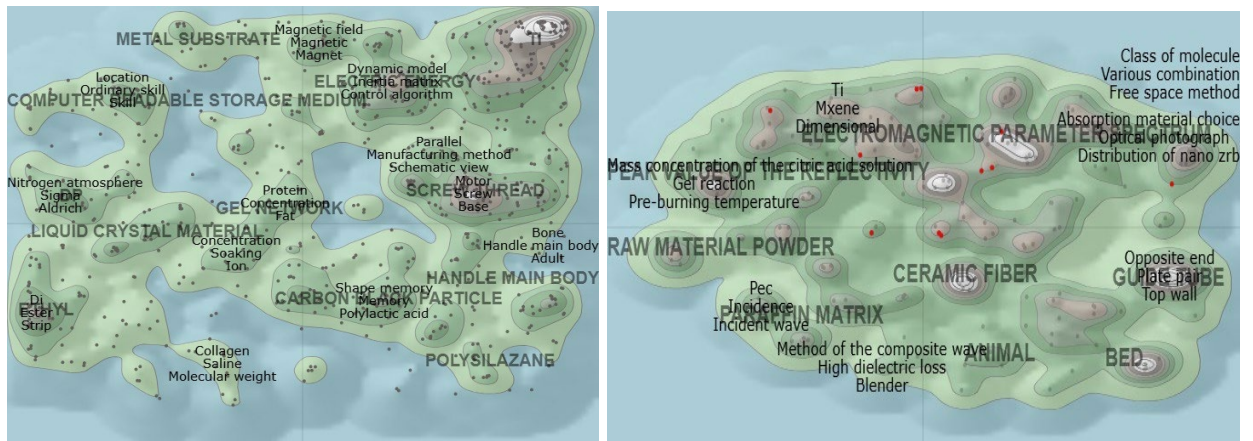
ервент Innovation

Рис. 5.10 Ландшафтна карта за напрямом «двовимірний Мхене»



ервент Innovation

Рис. 5.11. Ландшафтна карта за напрямом «Мхене»



a

е : erwent Innovation

Рис. 5.12. Ландшафтна карта за напрямоми «3D/4D» (а) та «поглинаючі наноматеріали» (б)



a



е : erwent Innovation

Рис. 5.13. Ландшафтна карта за напрямом «нанолісти нітриду бору» (а) та «редукція CO₂» (б)

Висновки

р вняння ре тат в на етри н та атентн ана в нте р вани ана да ви на ити р ритетн ерс е тивн та середн ерс е тивн на в -те н н на ря и с ер нан атер а в.

ет ди а ана р нт т ся на р внянн Інде с на в в ив р вне р ритетн ст а атентни ана а ни на ря дна ря . ен дна ря в днесен д дн тр ас в р ритетн ст а е н в д с вв дн енн я и дв а ни в. днанн я вис и на ен нде с в в а на а анс вани нн ва ни р вит т д я дис а анс ни и св д ит р ерева анн я нда ента н и ри адн р нта .

аст с вання ет ди и д в и аси вати те н н дна ря и а р вне нн ва н р ст — в д на в -д с дни и д ер н р и . рин и и нтер рета дан в та и ни е та . 2).

Таблиця 5.25. Інтерпретація співвідношення наукової та патентної активності

Клас пріоритетності	Тип співвідношення	Характеристика стану	Інтерпретація / аналітичний висновок
Пріоритетні (+++)	ис и на ви нтерес вис а атентна а тивн ст	а анс вани нн ва ни и	д ра а страте н на на ря и я и ре тати на ви д с д ен вид транс р т ся ри адн р енн я. ара тери с ери вис те н н т вн ст та тен а д я а н н рент с р н ст .
Перспективні (++)	ис и на ви нтерес а в дн сн ни и те в атент вання	нда ента на ранн д с дн и р р и	в д ит р а тивне р вання н ви нан д р нтя д я нн ва я е не ере и ри адн а . а вис и тен а д я а тн ер а а та дис и нарн р вит . а на стад нд стра а а р ирен в р вад енн я те н . р нт ван на ти а сн и р ен дви енн я е е тивн ст та е н н реа а в ев д и д д в.
Середньоперспективні (+)	ис а атентна а тивн ст а ни на в нтерес	ри адн р те н	

Інте р вани ана на в та атентн р ст нан атер а в де нстр т ди ерен а нн ва ни тра т р дна ря а и та

ате ря и ата р н де ере д в д нда ента ни д с д ен д
ри адни ер ни р ен . е а р ана вани ате р
с р ва ися на ря и а анс вани нн ва ни и ата се енти
асин р нни р вит на и атент ванья дед н а нда ента на
а ри адна а а. ета ван сн ара етри наведен дат .

Захисні та камуфляжні нан атер а и ара тери т ся на ви и
р вне нте ра н нн ва н р ст . р ритетни на ря в
на е ат н ра ерв на а тн ст та атер а и ина т я
дн т вис и а надвис и на ви в ив рн а страте н
стри ан атентн дина . а а н ра я ти в д я тиви
р нни те н де транс я я нан ри адн р ення е т ся
ре ят рни и та е е ви и ар ра и. ерс е тивн на ря и
редстав ен н ра ерв ни и е е тр р ни и атер а а и та те н я и
МІ-е ран ванья ере ва т на стад а тивн на в р вит
ст ви а рни атентни св ння . те с- риття а а т
середн ерс е тивн и де нстр ид н ванья ри адн а и
та рис рене в р вад ення с е а вани се т ра .

Функціональні нан атер а и вир ня т ся вис дина
р вит та на н вн тр н ди ерен а .

р ритетни на ря в на е ат аси н М ене я дн т
вис а ни и на в та атентн р ст е нте р т ся сенс рн
д а н сти н та е е тр н р ення.

ерс е тивн на ря и в а т дв ви рн М ене
ере ва т на стад а тивн нда ента н д с д ення та ранн
атентн св ння а та ар ват дв н др сиди ета р ан н
ар аси МО е ристи сид ра ен та нан ата ат ри д я я и
ара терни ви еред а ни рир ст нан рис рени ере д д
ри адн а и. аси н в е ев ат р и — ра ен ерени в е ев
нан тр и в е ев вант в т и — ра ядр — на
нан астин а и е е тр а нтни и атер а а и нан иста и н трид р та
нан а а а и на е ат д середн ерс е тивни се ент в р нт вани
ерева н на ти а в а стив сте с е а а аст с ван . е ев
нан р и в днесен д а ерс е тивни на ря в /— ере ни
нн ва н дина .

Енергетичні нан атер а и р т ре р вира ени
нда ента ни ядр ст ви нар ванья ри адн с ад в .
р ритетни на ря атер а и а ви н Р М я дн т
надвис и на ви в ив рн атентн а тивн ст св д ит р

р вання ас та вани ри адни р ен . ерс е тивн на ря и
 редстав ен те н я и вид енн я в дн атер а а и д я ер анн я та
 н и и енер ети ни и атер а а и в д в да т а н
 енер ети н ере д . ередн ерс е тивн се енти в а т
 натр в - нн е е тр дн атер а и с ер нденсат ри а ят ри а та
 атер а и д я О -ред я ара тери т ся вид и р станн я
 атентн а тивн ст а в дн сн рн р вня на в р ст .

Структурні нан атер а и ара тери т ся вис и р вне
 нд стра н р ст та рн нн ва н дина . ерс е тивни
 на ря в на е ат ета и на сн в нан атер а в ридн
 нан ити а тивн на и т на ви ад р т сн в д я
 ри адни р рив в. ер асти и с и е сидн с и та и
 в днесен д середн ерс е тивни се ент в ст атентн
 а тивн ст та с на ди а с ад дви енн я е с ата ни
 ара теристи . -др ви ристанн я нан атер а в та а а
 середн ерс е тивн и дн и ри адн а ст в
 нд стра а .

Обчислювальні та квантові нан атер а и а т ерева н
 нда ента н р нт вани р р вит . н в атер а и та вант в
 те н де нстр т середн р вен нн ва н ерс е тивн ст
 дн и ста ни на ви нтерес рн атентн дина
 в ен с адн ст ас та ванн я та вис и и те н ни и ар ра и.
 н атер а и в днесен д а ерс е тивни на ря в /— ере
 ни а ни и я на в та атентн р ст та в дс тн ст на
 ст ри адн р вит .

т е

пріоритетні напрями (+++) — н ра ерв на а тн ст атер а и
 ина т аси н М ене та атер а и а ви н — р т
 ядр те н н р ст с ер нан атер а в дн и вис и а
 надвис и на ви в ив а тивн и страте н стри ан атентн
 дина

перспективні напрями (++) — н на н нан атер а и н в
 нн я дв ви рн М ене МО ар ват дв н др сиди
 нан ата ат ри а та в в днев та енер ети н те н —
 р т на в -д с дни и ентра вис в рн ст ере д
 д ни р ритетни середн стр в ерс е тив

середньоперспективні напрями (+) ре ре ент т р ри адн
те н р нт ван ерева н на ти а ас та вання та
н ре ентн нн ва т д я а ерс е тивн се енти /— а и а т ся
ерева н нда ента н а н ев ин е ти на ри адн
е с анс .

ри нан атер а и ас М ене та дв ви рн ди а
дн т вис и р вен на в р ст стр и р стання атентн
а тивн ст . е св д ит р р вання ста н нт р ри адн -
р нт вани р р вис и тен а да ер а а та
ви на а дани на ря я дин ви дра вер в р вит н на ни
сенс рни нан те н .

атер а и а ви н Р М ер а т стат с нда ента н
р ритетн на ря д яя ара терне д н вання а ви д с д ен а
рн а е ста н дина и атент вання. а и ени на ви ад
се ент р д в стр в те н н сн в д я р вит
ас та вани енер ети ни р ен систе тер ре вання.

а исн та а я н нан атер а и ре а те н н ра ерв н
а тн ст сте с- риття та атер а и д я е е тр а нтн -
инання стан в ят страте н ва иви се ент ри адни аст с ван .
я и на ря в ара терне днання вис ра ти н ре евантн ст
ви р в а н та атентн в д рит ст в д в да с е и
р нн р нт вани те н ре и а е ен д ст д ре тат в
д с д ен .

ередн ерс е тивн стр т рн та енер ети н атер а и ре а
тер асти и те н D-др ви ристання нан атер а в а та
натр в - нн е е тр дн систе и де нстр т н ре ентн нн ва н
дина . р вит серед ени на нд стра а ти а
е с ата ни ара теристи р иренн с е тра ри адни с енар в
е а ес р вани те н ни ат р .

р с ате р н сенс рн та дан сти н нан атер а и ра
нан ата ат ра и та атер а а и д я О -ред ви н т нте ра н
н нда ента ни ид с д ення и та ри адни и н енерни и
р ення и. а е на ря и р т ви д я те н н нвер ен
атер а навства и р ви д д в ри адн н енер в нте ст
р вит нд стр .0.

	р ня вис твёрд ст	hi h hardness ar our
	ста ева р ня нн твёрд ст	varia le hardness steel ar our
	ер р вана р ня	perforated ar our
2	Легкі сплави	Light alloys
	а н	alu inu
	титан	titaniu
	а н	a nesiu
	Ламіновані матеріали та шаруваті структури	Laminated materials and layered structures
4	Полімери та пластмаси, армовані волокном	Polymers and fibre-reinforced plastics (FRPs)
	ра дн ар ати н а ди	ra ids ro atic Pol a ides
	ети ен надвис е ярн ас М Р	ltra- i h-Molecular- ei ht Pol eth lene М Р :
	ар нат	Pol car onate
	нист ар ван аст аси Р	i er-reinforced plastics Р
	ти и	
	асти ар вани ара дни в н Р	ra id i er- einforced Plastic Р
	ити ети ен надвис е ярн ас М Р	ltra- i h-Molecular- ei ht Pol eth lene М Р
	асти ар вани с в н Р	lass i er- einforced Plastic Р
	асти ар вани в е еви в н Р :	ar on i er- einforced Plastic Р
	ридн ити	rid o posites
5	Волокна, текстиль та захисний одяг	Fibres, textiles and protective apparel
6	Скло та кераміка	Glasses and ceramics
	ера а	lass-cera ics
		lass
	р ра ера а	ransparent cera ics
	син трид а н ІО	lu inu o nitride ІО
	нат а н не не	Ma nesiu alu inate spinel spinel
	а р	Sapphire
	е р ра ера а	Opa ue cera ics
	ар д ре н та ар д р	Silicon car ide and oron car ide
	р ня е	ho ha ar or

дат в в с ва / с в с ення д я д с д ення ви на а ися
в д в дн д дин аси ат ра ред ет в ста ання^{[0} я и р р ен

⁰ 020:20 6 дини аси ат р ред ет в ста ання [е тр нни рес рс . – е и д ст :
https://www.il.ov.ua/content/standarts/ K_020_20_6_ina_.pdf

д я ви ристання с ер р ни е е и дер ави д я д ся нення а си а н е е тивн ст систе и атер а н -те н н ти в а е е енн та с сн ст систе а и сти и . в д ран 52 **ключових слова / словосполучення**, а я и и р в дився та д с д ва ися а на та атентна а тивн ст св т на сн в дани е of Science та Derwent Innovation. ви с в/с в с ен я да и ре тат а ви е 0 с р ван в д в дн на ря и д с д енн я дат та . .

6.1. Наукометричний аналіз

на а а 20 -202 рр. а те ати рити н те н е н ств рення р не атер а в та а исни атер а в а ер д 20 - 202 рр. а а на ст на дени а св т с а а 2 .

202 р. ст св т ви а с а а дини ра в е дан а ни а а 20 р. а а на а тивн ст д ит ванн я св т 20 -202 рр. р н р ста а в е а -6 ит ван 202 р. д ся а 2 22 д. 2 ра в е а ни а 20 р. рис. 6. .

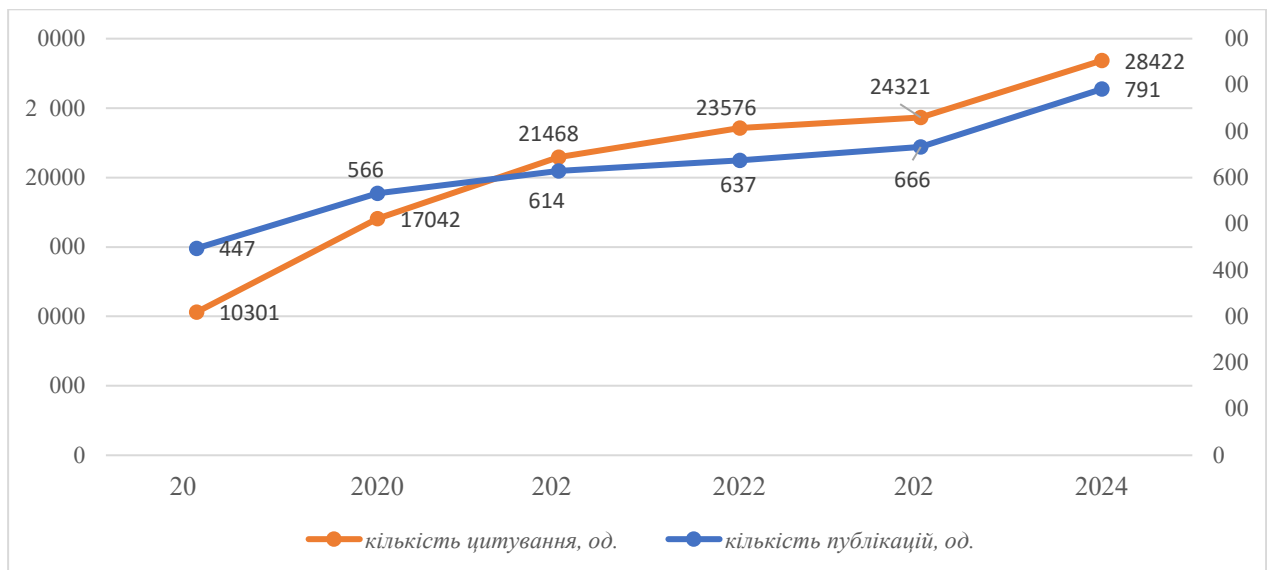


Рис. 6.1. Динаміка кількості публікацій та кількості цитувань у світі за тематикою критичної технології «Технології створення бронематеріалів та захисних матеріалів» за 2019-2024 рр.

ере : р р ен авт ра и на сн в дани е of Science

а аса и атер а в в дн сят ся д рити н е н ств рення р не атер а в та а исни атер а в а р д и ися наст ни и ин :

ас - р н вана ста - в д а а н ст а те ати и .

ас 2 - е с ави - 2 .

ас - ери та аст аси ар ван в н - .

ас - на те сти та а исни дя - .

ас - та ера а - 0 2 .

ас 6 - а н ван атер а и та ар ват стр т ри - 0 6 .

а ви нде си а н а тивн ст 20 -202 рр. д ен а ас а н ван атер а и та ар ват стр т ри - 22 рис. 6.2 .

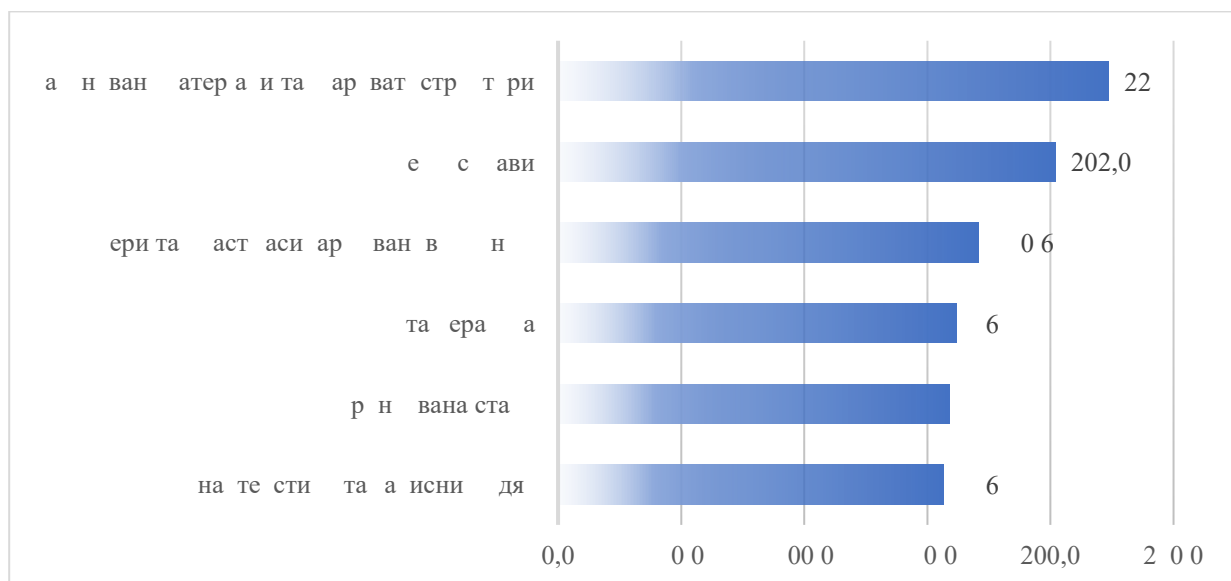


Рис. 6.2. Індеси публікацій у світі за класами «Технології створення бронематеріалів та захисних матеріалів», 2019-2024 рр.

ере : р р ен авт ра и на сн в дани erwent Innovation

Майже 80% наукових публікацій з цієї тематики зосереджено в межах п'яти основних напрямів: атер а навств . а ат р ни ри адна и а и на я нан на а та нан те н ата тидис и нарн на и. е д рес на н р и дис и н р р н ви р н ви атер а в ата в д с на енн те н д я сенс рни ти ни систе е е тр нни нент в а исни р ен .

ре а на е а ри ада на ате р атер а навств . а ат р ни — 2 а иси в д а а н ст 20 в а на р в дн р атер а нав и д д в а . ри адна и а и на я 0 нан на а та нан те н тидис и нарн на и ра с ада т а е 0 вс д с д ен с ер . рис. 6.3 .

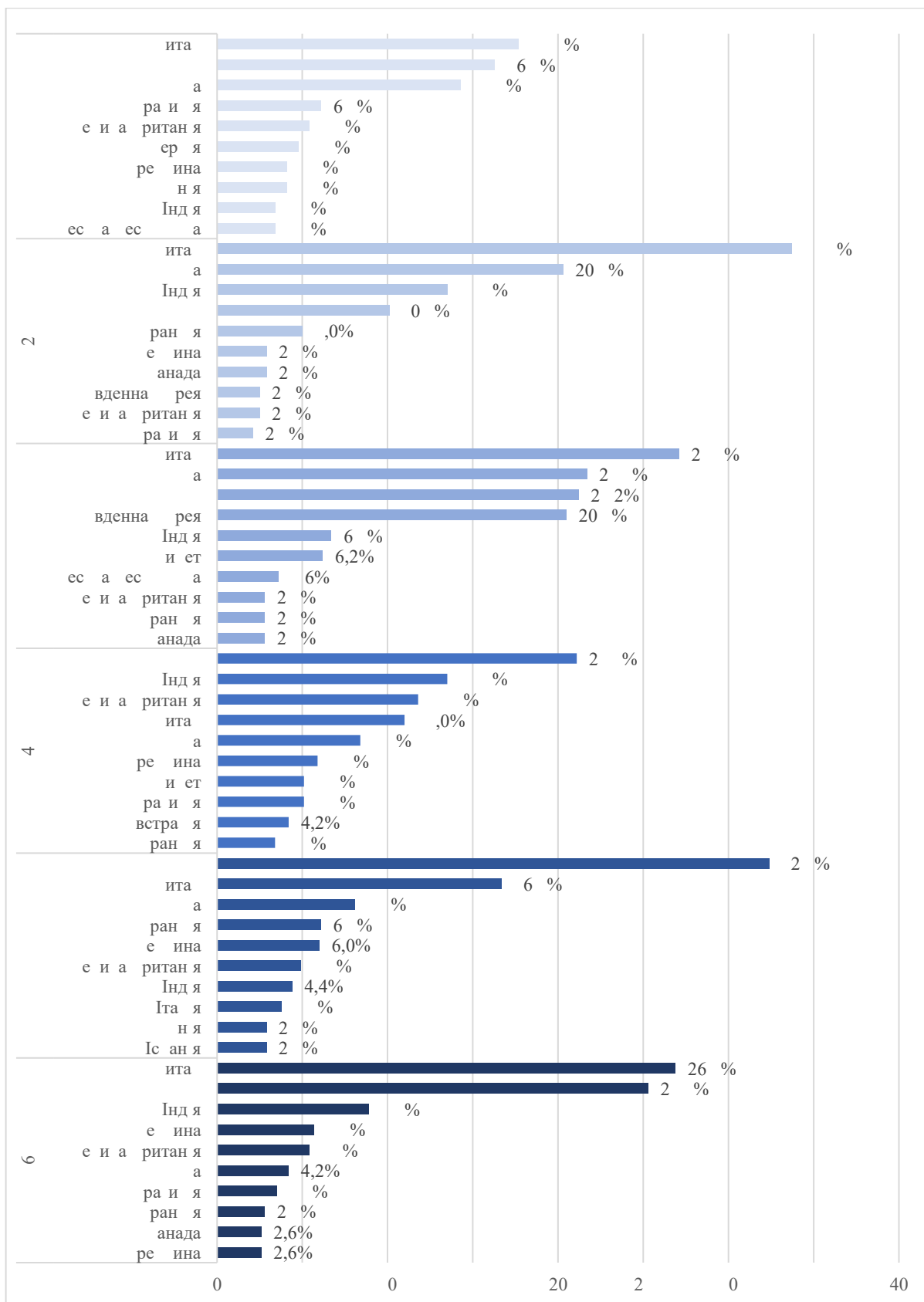
Ін ва ив на ря и в а т 2 ета р
ти е е тр те н та е е тр н 66 и нденс ван
серед ви а б .



Рис. 6.3. Галузевий розподіл публікаційної активності

на а н а тивн ст за країнами світу а ав д ер и
дв дер в в дн сят ся ита — в д д в а е н ст в д
те ати н на ря та — 6 - 2 а тре те с е д я т а
— -2 та Інд я — - рис. 6.4 .

ра нс а в дн сят ся д дв ас в: р н вана ста 2
с е та а н ван атер а и та ар ват стр т ри - 6 с е в свт в
ре тин .



ри т а. р и: . р н вана ста 2. е с ави . ери та аст аси ар ван в н . на те сти та а и сн и дя . та ера а б. а н ван атер а ита ар ват стр т ри.

Рис. 6.4. Частка публікацій від загальної кількості у світі у розрізі класів критичної технології «Технології створення бронематеріалів та захисних матеріалів» у період 2019-2024 рр., %

ере : р р ен авт ра ина сн в дани е of Science

с д и е ра с е на д енн я р ан а де ра т
авт ри а на в д тити ст ни на ди ася в ита
та . 6.2 . на и а и р ан а в р р ас в на
ви на ити в ни в дн сят ся в дра д де ни а са е:
ита : I S M O S I S а а а аса и
I I I S I O O O – а 2 аса и
: I S S Р M O S а а а 6
аса и S M S OPM I I OMM
OM – а аса и S M O PS O I S – а 2 аса и
I S S M а 2 аса и
а: MI I I SI O O O I S а
а а аса и S I SI O O O – а 2
аса и S I SI O O O – а 2 аса и
Інд я: M I S O O M
а а а аса и I I I S I O O O S S M
II S S M – а аса и I I I S I O O O S S M
II S S M – а аса и.
ран я: IO S I I I
S а а а аса и
и ет: MI I I O а а а 2 аса и
та . 6.2).

Таблица 6.2. Топ організацій за кількістю публікацій за класами «Технології створення бронематеріалів та захисних матеріалів» (2019-2024 рр.)

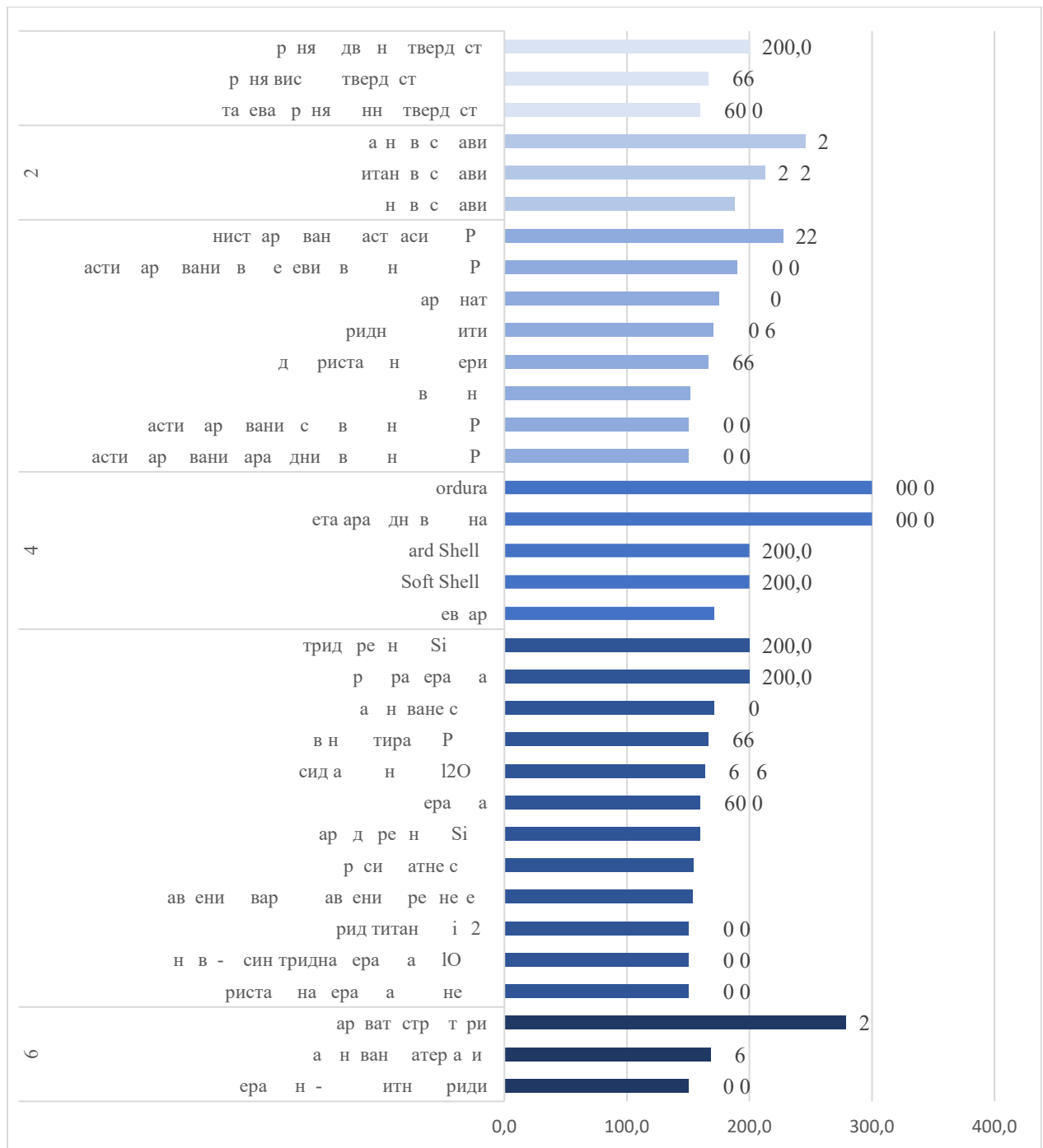
	Кількість публікацій
БРОНЬОВАНА СТАЛЬ	
MI I I SI O O O I S а	
I S M O S I S ита	
I SI O K KO а	6
S OPM O IS IO O	6
Інд я	
PO IS M O S I S а	6
I S S Р M O S	6
I I I S I O O O ита	
IO S I I I S	
ран я	
M I S O O M	4
Інд я	

	Кількість публікацій
О І SI O S I О О ита	4
ЛЕГКІ СПЛАВИ	
I S М O S I S ита	2 6
I S S P M O O	
ран я Ю S I I I S	
М O SSO I IO е ина	00
I I I S I O О O S S MII S S M Інд я	0
М P KSO I е ина	
I SI O I S М O S I S S ита	0
SI I SI ита	2
I SI O S I О O I I ита	2
ПОЛІМЕРИ ТА ПЛАСТМАСИ, АРМОВАНІ ВОЛОКНОМ	
MI I I SI O О O I S а	6
I S S P M O S	22
I S М O S I S ита	
MI I I O и ет	
S I SI O О O а	64
I S S M	6
S M S OPM I I OMM OM	6
I I I S I O О O S S MII S S M Інд я	
I I SI S O O а	
ран я Ю S I I I S	2
М O S I S ес а ес а	2
S M O PSO I S	2
ВОЛОКНА, ТЕКСТИЛЬ ТА ЗАХИСНИЙ ОДЯГ	
MI I I S I O M M О O а	
O KO P I SI ре ина	4
MI I I SI O О O I S а	4
Ю S и ет	4
I I O PP е и а ритан я	4
S M O PSO I S	4
S M I S OPM	4
S I SI O О O а	4

	Кількість публікацій
Інд я S OPM O IS IO O	
MI I I O и ет	
I	
I S S P M O S	0
S M S OPM I I OMM OM	
S M S O O	6
IO S I I I S	62
ран я I S S M	
MI I I SI O O O I S	00
a I S S P M O O	2
I S M O S I S ита	406
I I SI S O O а	6
M I I I SI O P ита	2 0
O SI IO IO I Ita я	2
ЛАМІНОВАНІ МАТЕРІАЛИ ТА ШАРУВАТІ СТРУКТУРИ	
I S S P M O S ита	
S M S OPM I I OMM OM	
I I I S I O O O S S M II S S M	24
Інд я I S M O S I S ита	2
MSO I SI	2
I I I S I O O O ита	20
Інд я S OPM O IS IO O	6
I SI O	6
I I SI O S I O O ита	
I S S P M O O	

ере : р р ен авт ра и на сн в дани е of Science

а ре тата и ана а а ни ас ре ви на ен
найвищі темпи публікаційної активності ара терн д я наст ни
на ря в те н р не атера в та а исни атера в : **1** –
р ня дв н тверд ст 2 – а н в с ави итан в с ави –
нист ар ван аст аси Р - етаара дн в на ordura
Soft Shell ard Shell – р ра ера а трид ре н Si 6
– ар ват стр т ри рис. 6. .



ри т а. аси: . р н вана ста 2. е с ави . ери та аст аси ар ван в н . на те сти та а исни дя . та ера а б. а н ван атер а и та ар ват стр т ри.

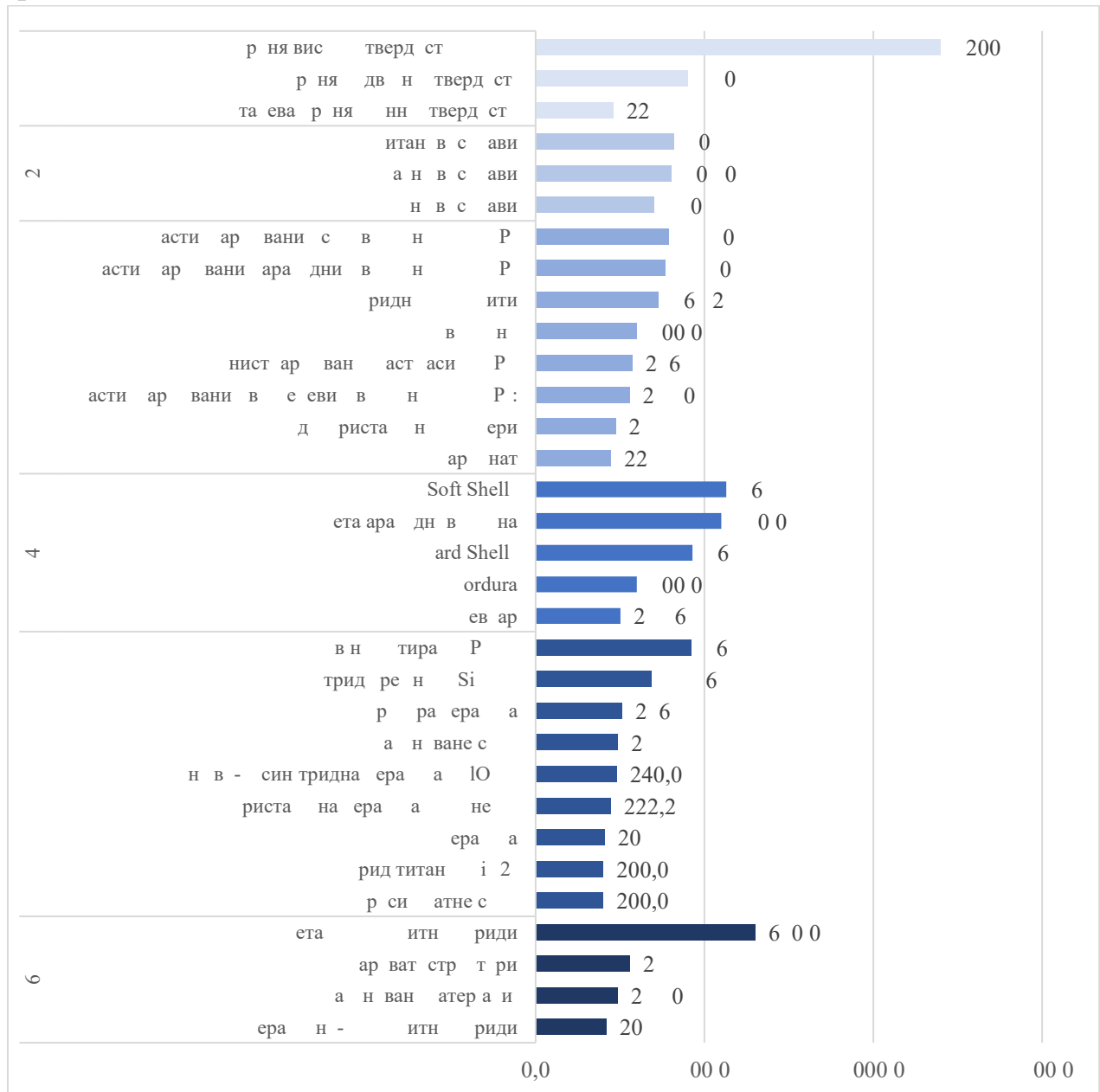
Рис. 6.5. Розподіл ТБМЗМ за класами критичної технології «Технології створення бронематеріалів та захисних матеріалів» за індексом публікацій 2024/2019 pp.)

ере : р р ен авт ра и на сн в дани е of Science

дни вни а ни в на етри н ана яв я т ся нде с
ит вання я и аст ви рист в т ся я на а ерс е тивн ст на ря
р р д с д ен р я дет ся в дани а я .

а ви те и ит вання в д ен ата и и аса и : – р ня
вис тверд ст 2 – итан в с ави а н в с ави –

асти ар вани с в н - ard Shell етаара дн в на
Soft Shell - в н тира Р 6 – ета итн риди
рис. 6.6 .



ри та. р и: . р н вана ста 2. е с ави . ерита аст аси ар ван в н . на те сти
та а исни дя . та ера а б. а н ван атер а ита ар ват стр т ри.

Рис. 6.6. Розподіл ТБМЗМ за тематичними напрямками критичної технології «Технології створення бронематеріалів та захисних матеріалів» за індексом цитування публікацій (2024/2019 pp.)

ере :р р р ен авт ра и на сн в дани е of Science
а нде с на в р ритетн ст дат та . а ни ас
е н ств рення р не атер а вта а исни атер а в д р ритетни
на ря в на ви д с д ен на в днести:

- р ня вис тверд ст
2) а н в с ави

ридн ити та в нист ар ван аст аси наса еред
асти ар вани ара дни в н

4) ета-ара дн в на та а н вана т анина Soft Shell

в н тира , р ра ера а та н трид ре н

6) ар ват стр т ри та ета итн риди.

ерс е тивни на ря в на ви д с д ен в дн сят ся:

р ня дв н тверд ст

2) титан в с ави

с в н та асти ар вани в е еви в н

4) ев ар та а н ван т анины ordura ard Shell

а н ване с риста на та а н в - син тридна

р р ера и, с ера а сид а н

6) а н ван атер а и.

аведен р ритетн та ерс е тивн те н р не атера в та
а исни атер а в в дн сят ся д вс ести те н ни ас в:
р н вана ста 2 е с ави ери та аст аси ар ван
в н в на те сти та а исни дя с та ера а б
а н ван атер а и та ар ват стр т ри. а а ст р ритетни
ерс е тивни на ря в рис тн аса с та ера а в на
те сти та а исни дя ери та аст аси ар ван в н .

До середньоперспективних в дн сит ся на ря и -ти ас в)
та б . а а ст в дн сит ся д ас в с та ера а та
в на те сти та а исни дя а са е: ар нат р си атне с
ав ени вар ав ени ре не е ар д ре н ар д р д рид
титан ара-ара дн в на твар н ети ен надвис е ярн ва и.

три ан ре тати асв д т си ен ва нар дн на в
с н ти д итан тер а ист атер а в дя а ист с в с ад та
в с в те н и. тивн р вива т ся д с д енн я р р енн я
вис р д тивни ит в нан стр т р вани и ар и и
е е ента и я а е е т д в в н ст дви ен н ст та нав т
н на н в ас тив ст — на ри ад са в дн в енн я а ада та д
вн н в. ис и нтерес ви и а т та ар ват стр т ри с ави
а н титан нан ити де р вани ра ен — ерс е тивн
атер а и н ви и ив ст я и.

6.2. Патентний аналіз

Патентне дослідження атеати рити н е н ств рення р не атер а в та а исни атер а в а ер д 20 -202 рр. вияви 6 6 д. св т ви атент в рис. 6. .

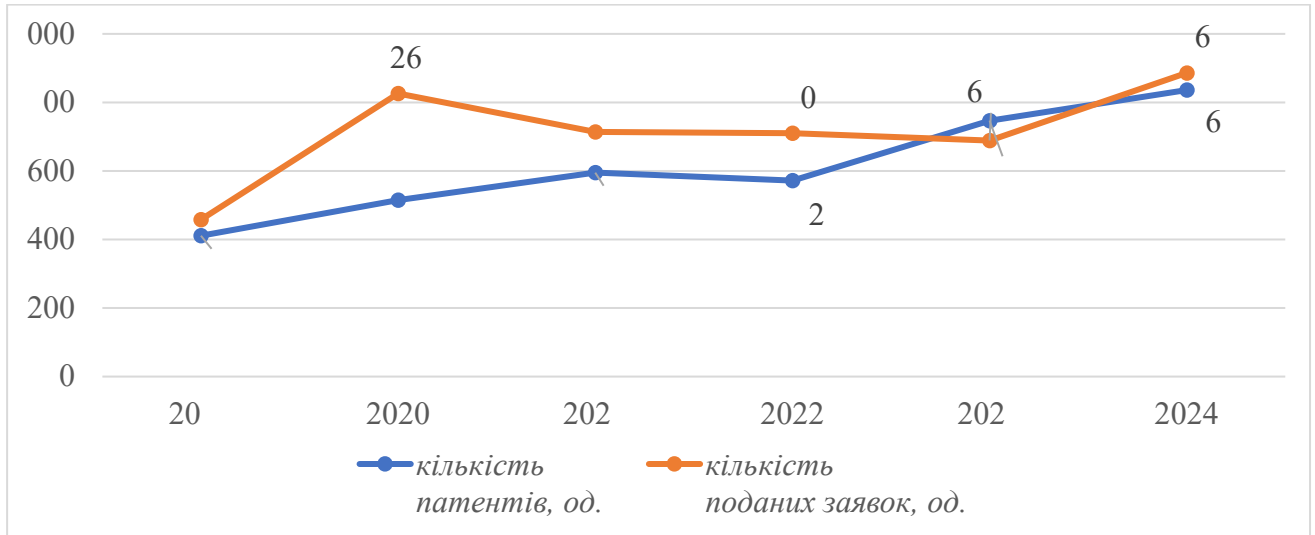


Рис. 6.7. Динаміка патентування у світі за тематикою критичної технології «Технології створення бронематеріалів та захисних матеріалів» за 2019-2024 рр.

Джерело: проведено авторами на основі даних Erwent Innovation

У 2023 р. стат патент в с а а 6 дини 20 ра и е а ни а а 20 р. а а на а тивн ст атент ванн я св т а в а ан те ати ер д 20 -202 рр. р н р ста а в е а - дини .

а сн в І СІ S нстр ента ат р и І р ана ван атентне серед ви е а 20 -202 рр. а 6 аса и рити н те н е н ств рення р не атер а в та а исни атер а в :

ас - р н вана ста - 0 в д а а н ст атент в те ати и

ас 2 - е с ави -

ас - ери та аст аси ар ван в н - 2 2

ас - на те сти та а исни дя - 6

ас - та ера а - 26 2

ас 6 - а н ван атер а и та ар ват стр т ри - 2

а ви нде си атент ванн я 20 -202 рр. в д ен а те ати ни на ря р ня вис тверд ст ас р н вана ста - 2 та на ря итан в с ави ас е с ави - 2 %. а середн и те а и на ви и нде с атент ванн я с стер а.т ся ас е с ави рис. 6. .

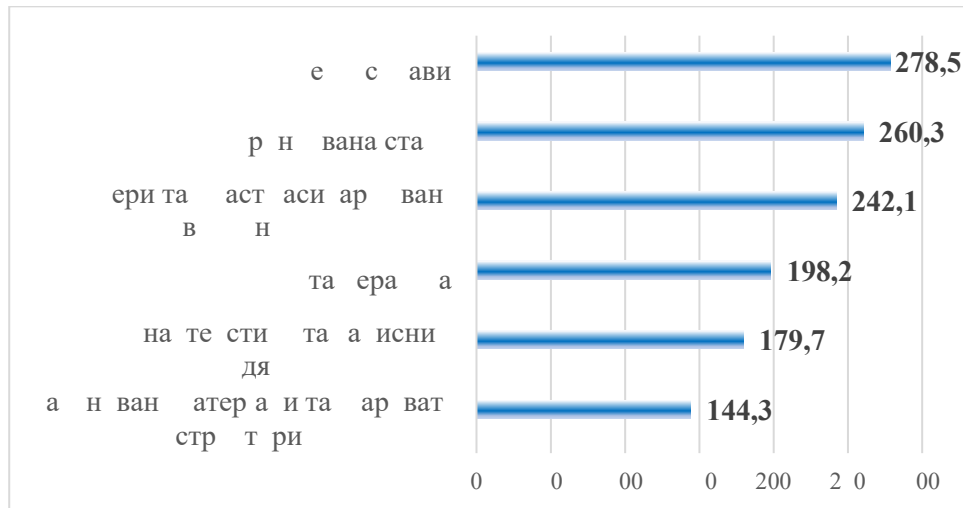


Рис. 6.8. Індекси патентування у світі за класами «Технології створення бронематеріалів та захисних матеріалів», 2024 / 2019 рр., %

Джерело: проєкт «Інноваційна стратегія України» (Erwent Innovation)

На патентні активи створені в період 2019-2024 рр. в Україні за період з 2019 по 2024 рік збільшилися на 278,5% в порівнянні з 2019 роком. Це свідчить про те, що в Україні зростає кількість патентів, що є позитивним сигналом для інноваційної діяльності. В Україні за період з 2019 по 2024 рік збільшилися на 278,5% в порівнянні з 2019 роком. Це свідчить про те, що в Україні зростає кількість патентів, що є позитивним сигналом для інноваційної діяльності.

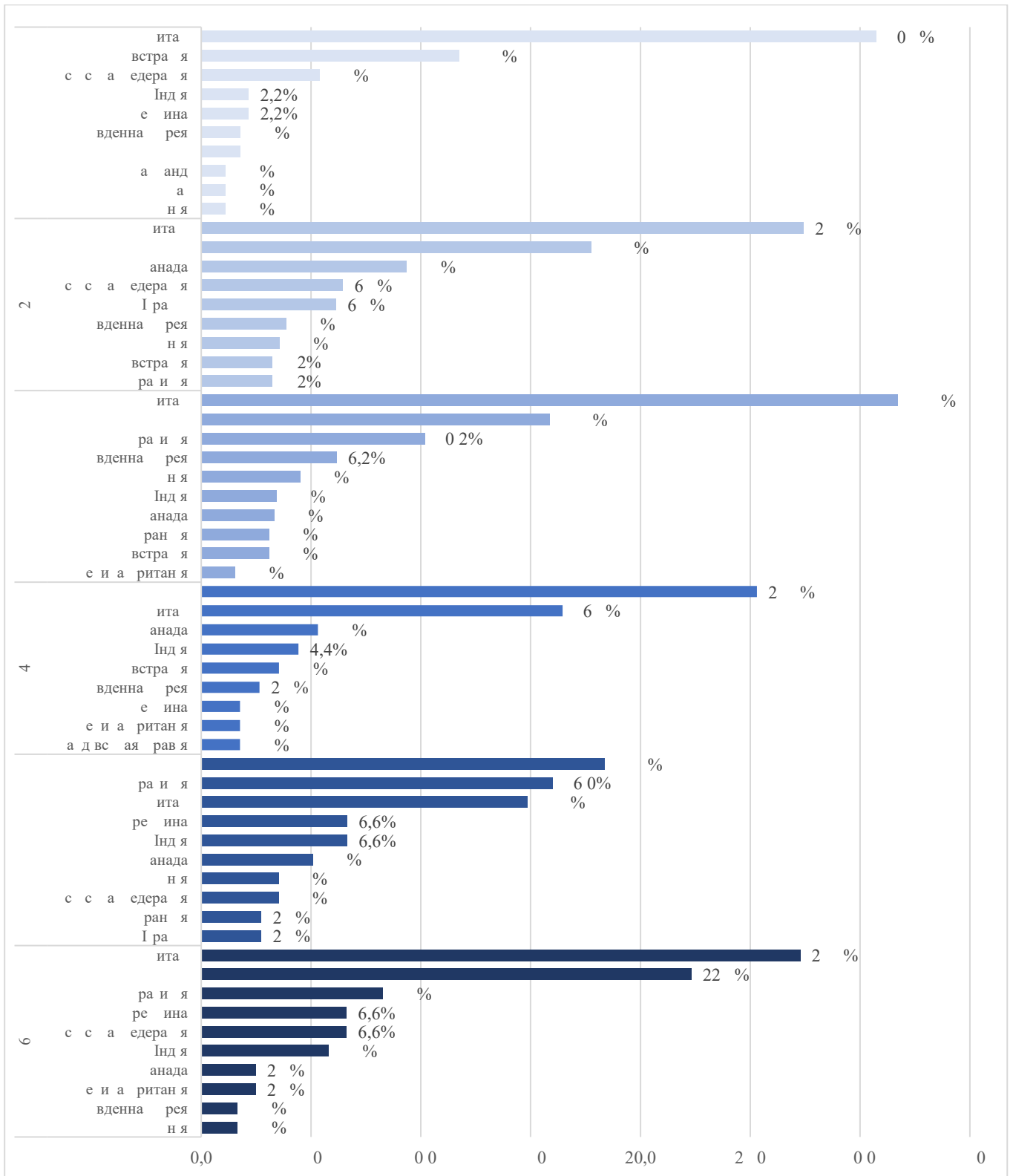
Дані проведені патентні аналізи за період з 2019 по 2024 рік за класами технологій, що стосуються створення бронематеріалів та захисних матеріалів. Результати аналізу свідчать про те, що в Україні зростає кількість патентів, що є позитивним сигналом для інноваційної діяльності.

1. Патентні активи:

- POS O O введена рея - 6
- OS I O S ита - 60
- SS K PP S OP е ина - 00
- S O ита - 00

2. е с ави:

- S IOS S е и а ритан я - 60
- O S I M O P O S S OO



ри т а. р и: . р н вана ста 2. е с ави . ери та аст аси ар ван в н . на те сти та а исни дя . та ера а 6. а н ван атер а и та ар ват стр т ри.

Рис. 6.9. Частка патентів за класами критичної технології «Технології створення бронематеріалів та захисних матеріалів» від загальної кількості світових патентів за тематикою критичної технології у період 2019-2024 рр., %

ере :р р ен авт ра ина сн в дани erwent Innovation

. ери та аст аси ар ван в н :

- I S -

IP ран я - 0

. на те сти та а исни дя :

- O MO I O O I I OMP
0

- O P анада

- one well International Inc. -

- O I I -

- IMP - 6

- M I I O I SI -

. та ера а:

- SO I O IO SP встра я - 0

- O P - 0

6. а н ван атер а и та ар ват стр т ри:

- O P анада

- S O S P S S O M

- 6 р в дни атент в д в я а т атенти в дра
де а аса н ери ас в наведен в д а в дн сят ся:

M I I O I SI - та

O P анада - та 6

O O е и а ритан я - та 6

O MO I O O I I OMP 2

та

O P 2 та

SO I O IO SP встра я 2 та /

я вияв ення ерс е тивни на ря в св т в те н н р вит
на е ат д те ати и рити н те н е н ств рення
р не атер а в та а исни атер а в р ведене д с д ення д
атент вання а ер д 20 -202 рр. ви ристання нстр ента I SI S
ат р и I O IO на сн в д в та ви ристання
ви с в ви на ени а ре тата и на етри н ана .
н вання д снен а нде с атент вання а ни ас ре та

ення те ати н на ря на анд а тн арт дат та . 2 .
три ан наст н ре тати д с д ення:

д на ря в на ви и и те а и атент ванн я в дн сят ся:

ас — та ева р ня нн тверд ст р ня вис тверд ст

2 ас — итан в с ави

ас — асти ар вани в е еви в н Р

ас — араара дн в на

ас — ар нат а н ване с в н тира

Р риста на ера а не

6 ас - а н ван атер а и рис. 6. 0

2) вис и р вен те в атентн а тивн ст ара терни д я та и
:

2 — а н в с ави

— ар нат нист ар ван аст аси Р

аст и ар вани с в н Р асти ар вани ара дни
в н Р

— ета ара дн в на ев ар ordura ard Shell

— н риста на ера а а р р си атне с
ар д ре н Si сид а н l2O трид ре н Si

6 — ар ват стр т ри

середн нде си атентн а тивн ст с стер а ися а тир а
аса и:

— р ня дв н тверд ст

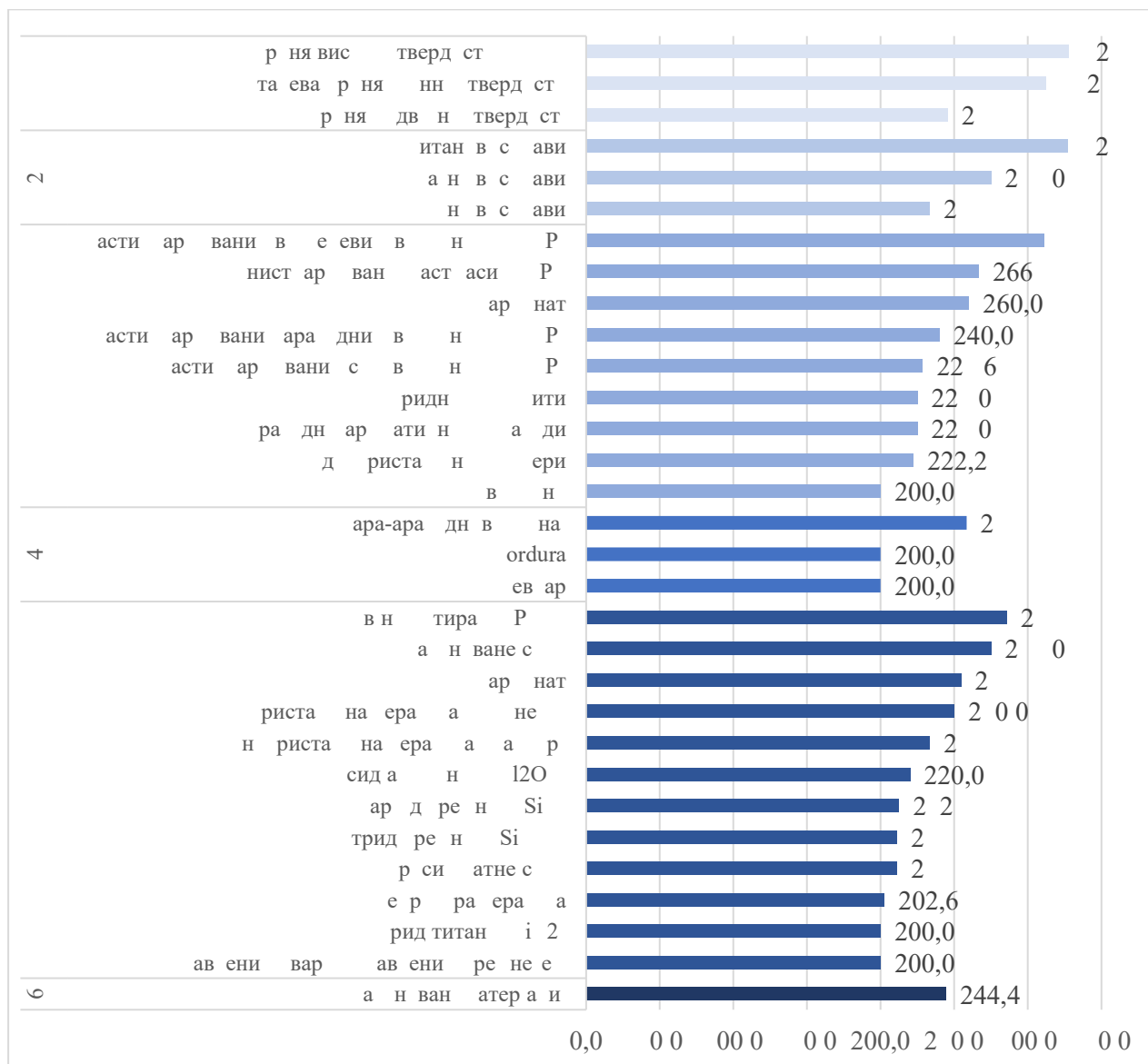
— ра дн ар ати н а ди ридн ити

д риста н ери

— р ра ера а ав ени вар ав ени ре не е

е р ра ера а ар д р рид титан i 2

6 — р ра р ня .



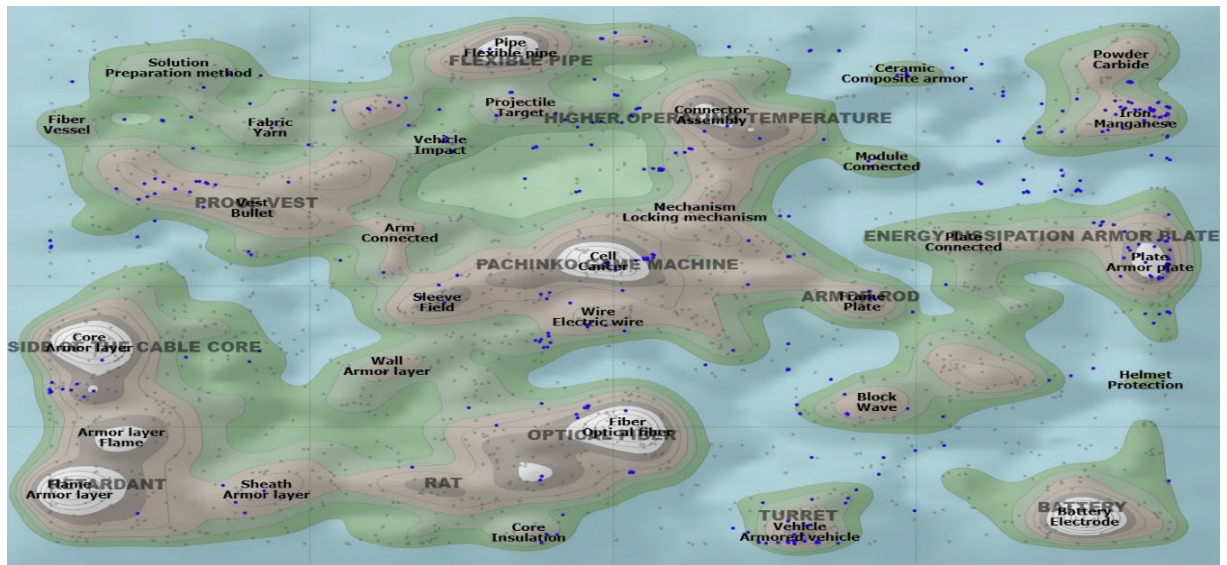
ри т а. р и: . р н вана ста 2. е с ави . ери та аст аси ар ван в н . на те сти та а исни дя . та ера а б. а н ван атер а и та ар ват стр т ри.

Рис. 6.10. Розподіл ТБМЗМ за тематичними напрямками критичної технології «Технології створення бронематеріалів та захисних матеріалів» за індексом патентування 2023/2019 pp.)

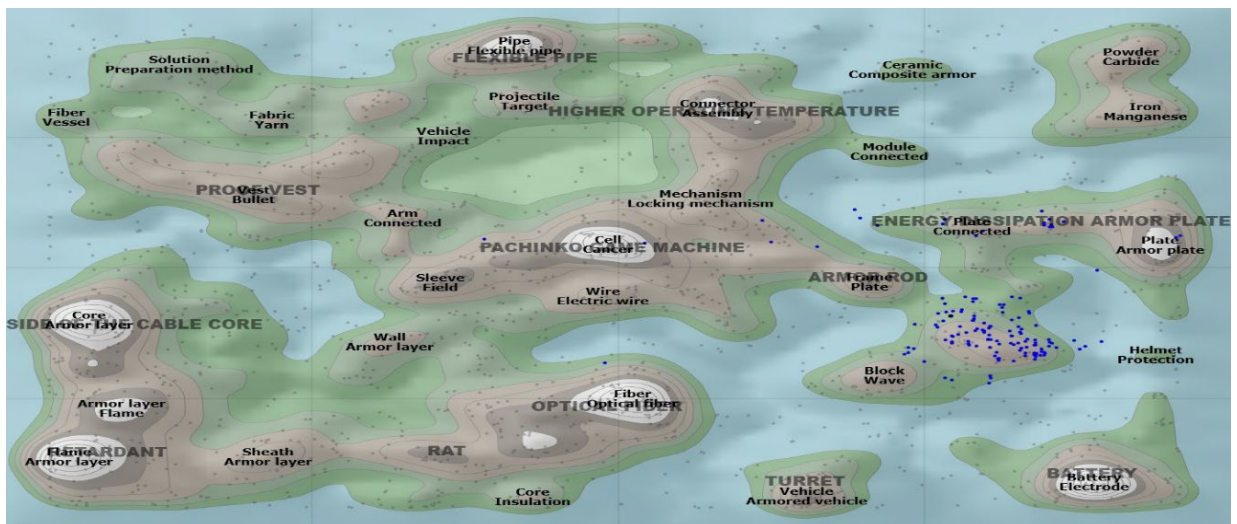
а др ета ви н вався ана анд а тни арт а вс а на ря а и д вани ви ристання нстр ент he e Scape Map.

на а ити на рис. 6. анд а тн арти ас р н вана ста р та ван на ри неви арта т т е ас р р ени те н на дят ся на стад р д т а т вар т в д нте ра . е ерс е тивн ст атент ванн а ви на ени и на ря а и тр днен . е н н на ря и н и ас в ерева н ст на р та ван на е ени та а итни д ян а анд а тни арт в а на

пріоритетність вс . ри ади та и арт наведен на рис. 6. 2 -6.
вна н р а я наявна дат та .2.



6. . та ева р ня нн тверд ст син ра и



6. .2 р ня дв н тверд ст син ра и

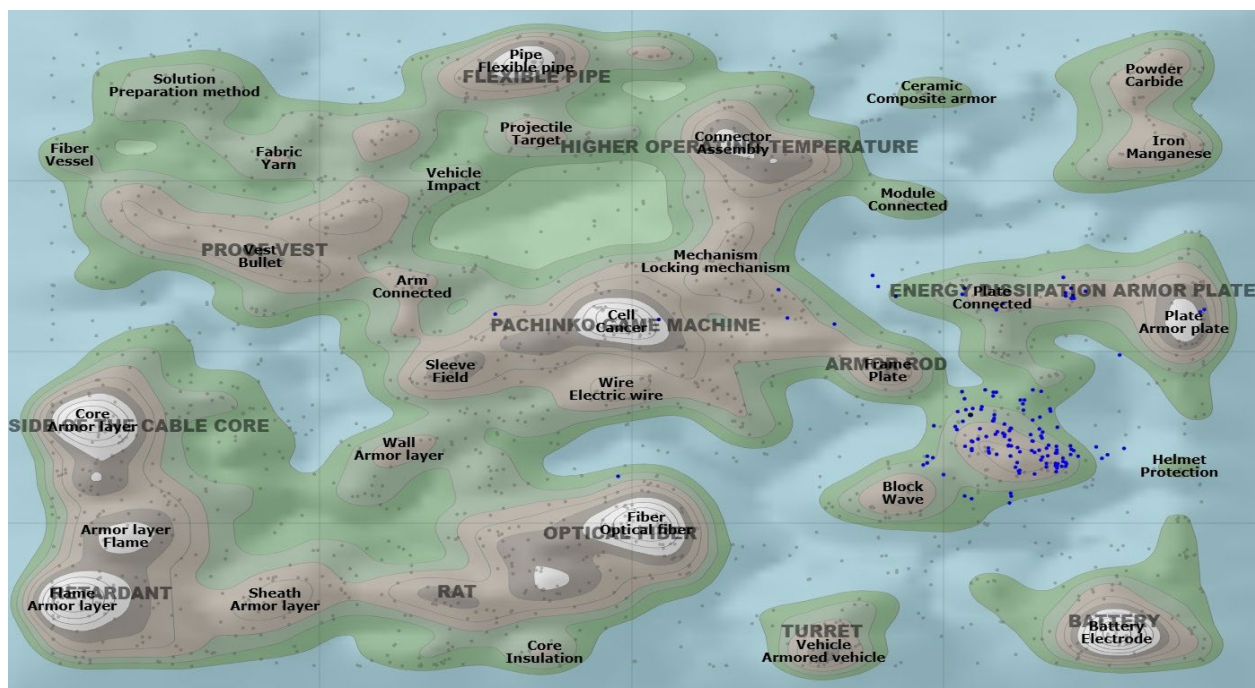
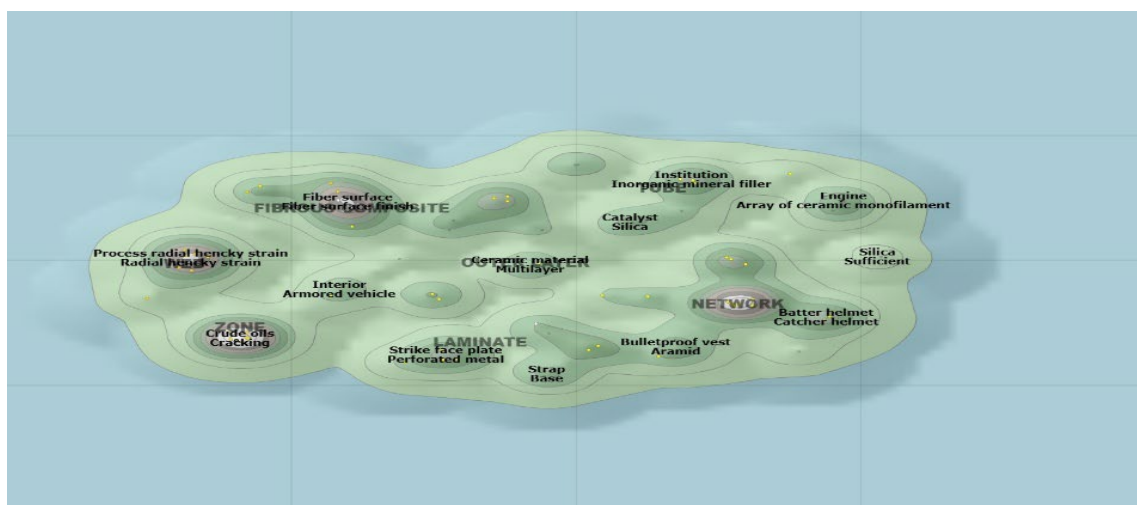




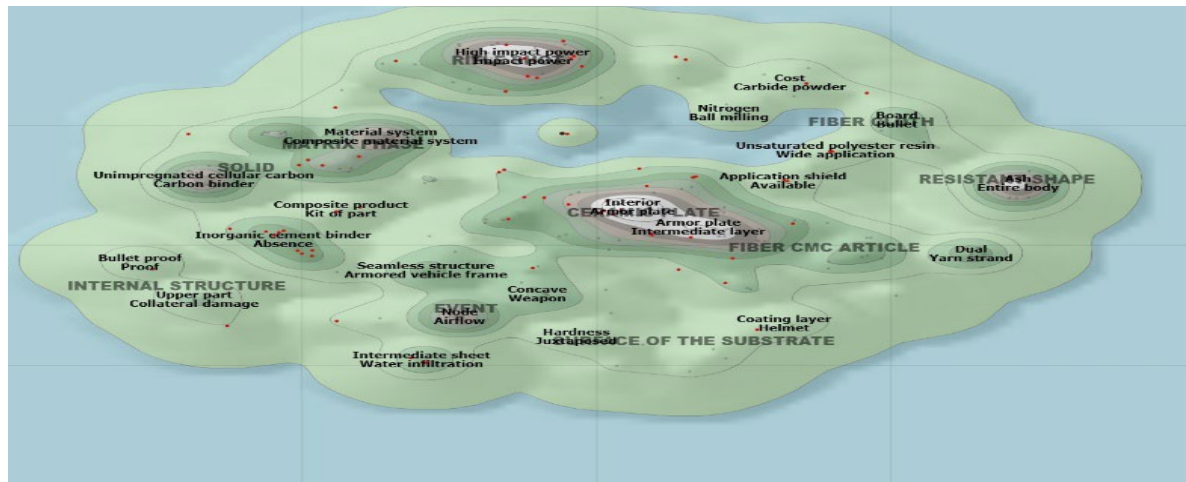
Рис. 6.13. Ландшафтні карти з розташуванням пріоритетних та перспективних ТБМЗМ за тематичною групою «Полімери та пластмаси, армовані волокном» у 2019-2024 рр.

Джерело: розроблено авторами на основі даних Erwent Innovation

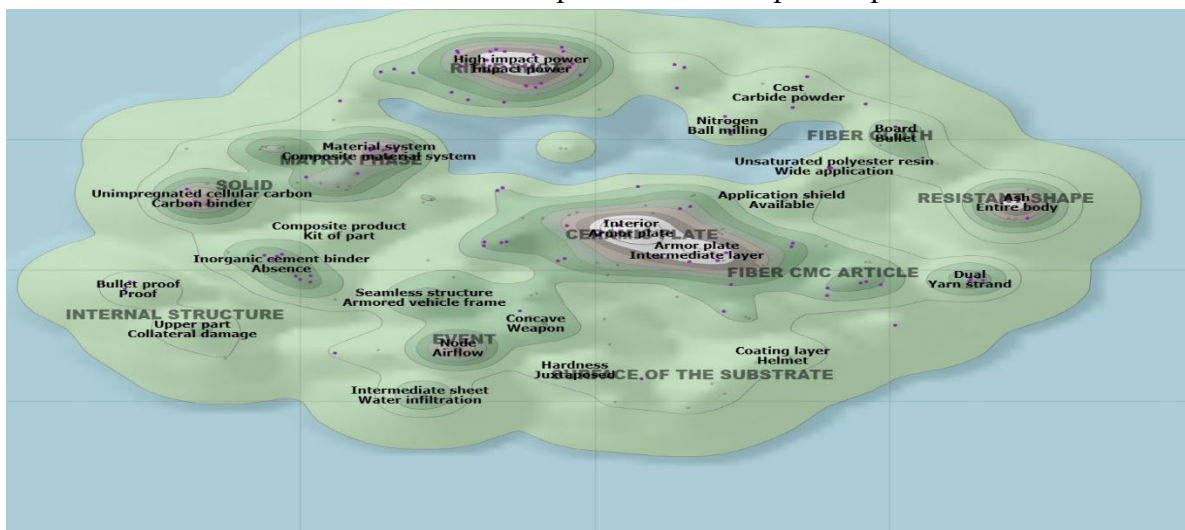


Джерело: розроблено авторами на основі даних Erwent Innovation

Рис. 14. Ландшафтні карти з розташуванням пріоритетних ТБМЗМ за тематичною групою «Волокна, текстиль та захисний одяг» у 2019-2023 рр.



6. . в н тира Р ерв н р а и



6. .2 ар нат ет в р а и

Рис. 6.15. Ландшафтні карти з розташуванням пріоритетних ТБМЗМ за тематичною групою «Скло та кераміка» у 2019-2024 рр.

ере : р р ен авт р а и на сн в дани erwent Innovation

р вня ни ана нде с в атентн а тивн ст та анд а тни арт а
те ати е н ств рення р не атер а в та а исни атер а в д в ив
ви на ити р ритетн ерс е тивн те н н на ря и а ни ас
р ана ван рити н те н с ери р ння та в с в те н и:

Пріоритетні:

- 1 - та ева р ня нн тверд ст
- 2 - итан в с ави а н в с ави
- 3- ар нат асти ар вани ара дни в н Р
асти ар вани с в н Р асти ар вани в е еви
в н Р
- 4 - ара-ара дн в на ета ара дн в на ard Shell

5 – а н ване с н риста на ера а а р
 риста на ера а не
 6 ар ват стр т ри .
Перспективні:
 1 - р ня вис тверд ст
 3 - ра дн ар ати н а ди ридн ити нист
 ар ван аст аси Р
 4 - ев ар ordura
 5 - в н тира Р ар нат р си атне с
 е р ра ера а ар д ре н Si сид а н l2O
 трид ре н Si
 6 – а н ван атер а и р ра р ня .
Середньоперспективні:
 р ня дв н тверд ст
 2 н в с ави
 д риста н ери в н
 4 нее а ети ен надвис рст ст М Р Soft
 Shell
 р ра ера а ар д р рид титан і 2 .

Висновки

р вняння ре тат в на етри н та атентн ана в да
 ив ст ви на ити **рівень пріоритетності** на в -те н ни на ря в
 дат та . а те ати рити н те н е н ств рення
 р не атер а в та а исни атер а в та . 6. . ерева на ст
 те н ни на ря в р ритетни и ерс е тивни и на ря а и д я
 да и на в -те н ни д с д ен рити н те н .

Таблиця 6.3. Технологічні напрями критичної технології «Технології створення бронематеріалів та захисних матеріалів» за рівнем пріоритетності подальших досліджень

Клас	Пріоритетні напрями	Перспективні напрями	Середньоперспективні напрями
	р ня вис тверд ст	р ня дв н тверд ст	
	та ева р ня нн тверд ст		
І	итан в с ави	н в с ави	
	а н в с ави		

I I	асти ар вани ара дни в н Р	ридн ити	д риста н ери
	асти ар вани с в н Р	нист ар ван аст аси Р	
	ар нат	в н	
	асти ар вани в е еви в н Р	ра дн ар ати н а ди	
	ета - ара дн в на	ев ар	nee а
	ard Shell	ordura	ети ен надвис е ярн ва и М Р
		Soft Shell	
		ара-ара дн в на	
I	трид ре н Si	р си атне с	ав ени вар ав ени ре не е
	в н тира Р	сид а н l ₂ O)	ера а
	а н ване с	ар нат	н в - син тридна ера а lO
	риста на ера а не	р ра ера а	рид титан i 2
		ар д ре н Si	ар д р
			н риста на ера а а р
I I I I I	ар ват стр т ри	а н ван атер а и	ета итн риди

р ритетн ерс е тивн на ря иде нстр т р ста с адн ст
и ин на ви д с д ен с ря вани на ств рення наст н ння
а исни систе . систе и винн ти не и е ни и е и и а
р ни и датни и д ада та дан сти и та ва д ни и
е е ента и в н растр т ри.

ави ера а е ити с дн вва а т ся еред ви и
вис те н ни и атер а а и .

с ив ерс е тивни ви ристання ера и — авдя и вис
тверд ст та тер ст ст ера н атер а и вва а т ся сн в д я
ств рення е и а е е е тивни систе а ист . а р ста нтерес д
в е я и вд рива н в ив ст д я ств рення итв н в
ння. ис и нтерес р яв я т ся д в нест и а исни атер а в
серед я и р в дн р в д ра т ра ен ре н та ди а .

VII. НОВІ РЕЧОВИНИ ТА МАТЕРІАЛИ ЗІ СПЕЦІАЛЬНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Вступ

ра н нові речовини та матеріали зі спеціальними властивостями
н ви на ен дни ви р ритет в те н н р вит
ва иви дя на на н е е и та р н датн ст. стан в а нет
н стр в ра ни д ере рити ни те н в ен на ря
**«Технології створення нових речовин та матеріалів із спеціальними
властивостями»** ир и с е тр вис н на ни
атер а в — в д надтверди вис ентр ни с д са в дн в вани
а н т а тивни тер ст и та нте е т а ни s art систе .

е ви на енн я р сн в дя дерн а р нн - р ис в
е с р вит страте ни вир ни тв рт а енн я та
в р вад енн я св т ви те н ни р ен а атер а навства.
и ристанн я атер а в с е а ни и в ас тив ст я и в д рива ив ст
д я ств ренн я вир в дви ен н ст тер ст ст н на н
нте ра ада тивн ст та ст ст д е стре а ни в рити н
ва ив дя в с в те н и ава с н а енер ети и та
вис те н н а ин д ванн я.

*Стандарти та підходи до класифікації нових матеріалів і матеріалів зі
спеціальними властивостями*

ри на не иренн я нн ва ни атер а в на а н р вн
д с не сн дин н верса н стандарт я и и вн ст ре а ент вав
аси а . аявн систе и ра ент вани и та а ев р нт вани и:
р н стр т ри та я ISO S M I P р нн а ентства и
на в а и дани аст с в т в асн аси а н д ди а е н в д
тре р ис в ст д с д ен стандарти а а ре я ри и в.

тан на с дн не існує єдиної загальноприйнятої класифікації
нових речовин і матеріалів зі спеціальними властивостями. е в я ан на—
са еред над ви а н ир т та дис и нарн ст с асн атер —
а навства. с ери в дят ери ета ев систе и ера и —
ити нан атер а и вант в та ета атер а и атер а и ада тивн та н—
те е т а н систе и. на и р а в асн ритер ис на н е—
ан и р ванн я в ас тив сте с е и н аст аст с ванн я. ств —
рити н верса н систе я а и а с аси дн асн ра ти н
не ив .

дат в ри ин те різні наукові та інженерні галузі використовують свої класифікаційні підходи. я р атер а и а ти н в я и рир ди нент в и а — а е е три ни и а н тни— и ти ни и а е а н ни и ара теристи а и н енер я — а н — на н ст та на ря а и аст с ванн я нан те н — ар рн ст та стр — т рн р а н а . ре тат на систе а в д ра а тре и н ретн дис и ни а е не н верса н .

ит а с адн те технологічний розвиток випереджає створення стандартів. в ти и атер а в я в я т ся наст и вид сн аси а не всти а т вати н ван . ета атер а и 0 2 стр т ри² ридн систе и р ра ван та ив атер а и — се е н в аси я не в ис т ся аси н с е и.

нар дн ра ти ре р а н а я - т S M ISO а вр е с а на а ен я р н т св аси а н д ди р те в ни де **фрагментарними та прив'язаними до конкретних стандартів або регуляторних вимог.**

в я и ри адни д с д енн я та р р а а ви а ств р т **робочу класифікацію** ада т ван д н ретне авдання. а ирен д див а т р ванн я атер а в:

- а н рир д та стр т р ета и ери ера и ити нан атер а и
- а н на ни и в ас тив ст я и нстр н енер ети н с сн с арт- атер а и
- а ти с е а ни в ас тив сте с ер р в дн над н са в дн вн ти н а тивн т
- а р рн ст та ар те т р 2 стр т ри рист систе и а ат ар в нан стр т ри .

а и ин **кожна класифікація є контекстно залежною** д с д ни и ира т а н т т д ди я на ра е в д в да т ет р ти. е д в я а е е ити т н ст ис атер а д рес ити на н в ас тив ст та ретн ставити н и и р а и с ас ни вис те н ни атер а в.

²0 атер а и вант в т и нан тр и/в на 2 атер а и ра ен рист а др ван стр т ри.

нте р ван а а тивн атер а и я дет ся р атер а и е е ента и иви систе .

Вибір класифікації для нашого дослідження

еридваирян тнар дн д дита аатви рн
ис сасни атера в е а д с д енн ас с ван інтегровану
семикатегорійну класифікацію с р ван на сн в а а ннн ритер в
ISO S M I P О та стр т рни а дани S I S . а а
аси а я д т ся триви рн де — **структурний рівень**,
хімічна природа та функціональні властивості — я а е ит в сн в
нар днн стандарт в д в я р е тн и н вати ен атера
не а е н в д д енн а ас с ванн а е е **достатню**
деталізацію ити р н анття н ви атера в с е а ни и
в ас тив ст я и.

аведена ни е **семикласова класифікація** ви рист в т ся я сн ва
д я да систе ати н ана н ви ре вин та атера в
с е а ни и в ас тив ст я и в на д с д енн :

1. тр т рн атера и ета и с ави ера и ити
2. ан атера и 0 2 нан стр т ри
3. арт- атера и сти -в д в дн та р н -систе и
4. нер ети н та е е тр н атера и
5. вант в е е тр нн та ти н атера и
6. атера и та сенс рн систе и
7. н та н а тивн атера и

тр т ра наведена ви е с ет д ни ар ас на сн в
я да р д и в т д сн вати т ис в ас тив сте денти а
ви ара теристи ана с ер ас с ванн н атера .

и е наведен атри в д в дн ст я а в д ра а и н ванн
се и ви рани ас в атера в тр ана ти ни ся — **структурний**
рівень хімічна/кристалічна природа та функціональні властивості. атри я
с р с е д я аси а да р вня н ана
атера в е а д с д енн нан р вен р яда т ся я ере на
на а cross-cuttin е ас с в ватися д р ни ас в та . . .

Таблиця 7.1. Матриця відповідності класів матеріалів

Класи матеріалів	1. Структурний рівень	2. Хімічна / кристалічна природа	3. Функціональні властивості
1. Структурні матеріали	р - а р р вен н д над е ярн стр т ри	ета и с ави ера и ета ди а р н та риста н стани	е ан на н ст рст ст н с ст ст тер ста н ст
2. Нано-матеріали	нан 0 2 нан стр т ри	ета и сиди ар ни ери риди аст вис де е тн вер н	вант в е е ти ата ти на а тивн ст нена е е тр н а ти а е ан а
3. Смарт-матеріали	над е ярни а р н д нан / р д я е ан в д в д	ерн ридн ета - ерн ада тивн ити	сти -в д в д те ерат ра р е на р и/ рст ст р н
4. Енергетичні та електрохімічні матеріали	нан а р нан стр т рив е е тр да / ата ат ра	сиди с ди ар ди ета и ерн е е тр ти	нна/е е тр нна р в дн ст ата н ст ста н ст и в
5. Квантові, електронні та оптичні матеріали	ат ни нан т н в в стр т ри	на в р в дни и т н а и сиди с адн с ад в ряд ван риста и	над р в дн ст т н а т н е е ти е е тр нн в актив ст
6. Біоматеріали та сенсорні системи	над е ярни р нан	ери др е н на ван ери нан ити	с сн ст р адн ст т ив ст се е тивн ст сенс р в
7. Екологічні та хімічно активні матеріали	нан р а р рист та с р н ар те т ри	ата ат ри ета и/ сиди с р енти ар ни е ти е рани	с р я ата тра я де рада я а р дни в се е тивне р д ення

Примітки: ан р вен атри на а наявн ст с тт ви р рни / р ни е е т в
в ива т на в актив ст атер а див. ISO/ S 000 та O PM . 2 ере ри адв ст в я
стративни не ви ер вс ив д аси д я дета н та с н с д вертатися д в д в дни
стандарт в а дани ISO I S M I P S I S . а и я ви рист в т ся я ана ти ни
нстр ент р ти е ти ада т вана д н ада д давання ри и в а ре ят рни
ас е т в .

Д а ва ити е а аст с ван се и ас в аси а
атер а в стр т рн н на н с арт- атер а и енер ети н та

е е тр н е е тр нн ти н ити та нан атер а и ас
вис ентр н атер а и не р яда т ся я ре и ас. е в ен
ти вис ентр н систе и не тв р т дн р дн р а
в атив стя и и н на ни ри на енн . ат ст в ни стан в ят
д д д ств рення а ат нентни тверди р ин в я и е
аст с в ватися д ир с е тра ни систе н .

а ра ти вис ентр н с ави ар ди сиди н триди а н
а ат нентн а и де нстр т рин и в р н ара теристи и та
на е ат д р ни ас в а е н в д н д нантн аст с ванн .
а ри ад вис ентр н с ави ви рист в т ся ерева н я
нстр н атер а и авдя и н вис н ст та тер ст ст
вис ентр н сиди — р е е тр дни а ата ни атер а в
вис ентр н а нтн систе и — с ер е е тр нни та а нтни
аст с ван а вис ентр н ера и т на е ати я д стр т рни
та д н на ни атер а в.

а и ин вис ентр н атер а и д н аси вати не я
ре и ас а я н р д в д в дни и аса и а е н
в д в атив сте та еред а ван аст с ванн . е д в я а е е ити
т н в д в дн ст атер а н на н р
те н ни и н енерни систе а та ере ти вн тр н
се и ас в де .

7.1. Наукометричний аналіз

а на ря **Нові речовини і матеріали зі спеціальними властивостями** сн вн е е of Science три ан а .
на на астина ни — 2 0 а а 2 в д а а н ст —
в д рит д ст а е е ир е иренн на ви ре тат в
с ер .

на дина и а а ст е р станн нтерес д н ви
ре вин атер а в с е а ни и в атив стя и р тя станн яти
р в. ст р ни а р с а 2020 р д 2 202
р в д в да середн те р станн и 2 на р рис. . .

202 р ст а а и и ася на р вн ередн р
— 6 . а а ста н ст не на а ни енн на в а тивн ст а рад е
в д ра а ви н нер н ст а н р ес : ре тати д с д ен
ви дят ас ви с в а нтерес д те и е ер атися на ста р вн .
а дина та в ива т те н н а т ри я - т н в енн нде са
рна в е of Science и ни те ати н аси а .

202 р а с ван а е 2 -в дс т ве р стання. е е ти
в я ан а на и ени ре тат в яв н ви нанс ви
strate ни р ра а та р ирення а и дани авдя и д даванн
н ви рна в.

а и ин дина а а де нстр не и е а а не р стання
на в нтерес д н ви ре вин атер а в с е а ни и
в ас тив стя и а е ара терн и н ивання ти ви ид яна в -
д с дни и р ес в вис те н ни с ера .

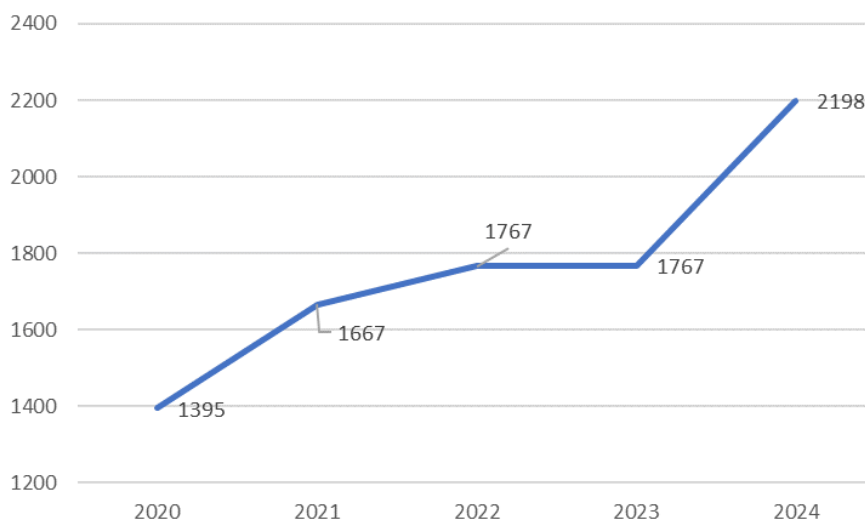


Рис. 7.1. Динаміка публікаційної активності за тематикою «Нові речовини і матеріали зі спеціальними властивостями» у 2020-2024 роках, одиниць
ере : р р ен авт р на сн в дани Web of Science.

Розподіл публікаційної активності за галузями наук

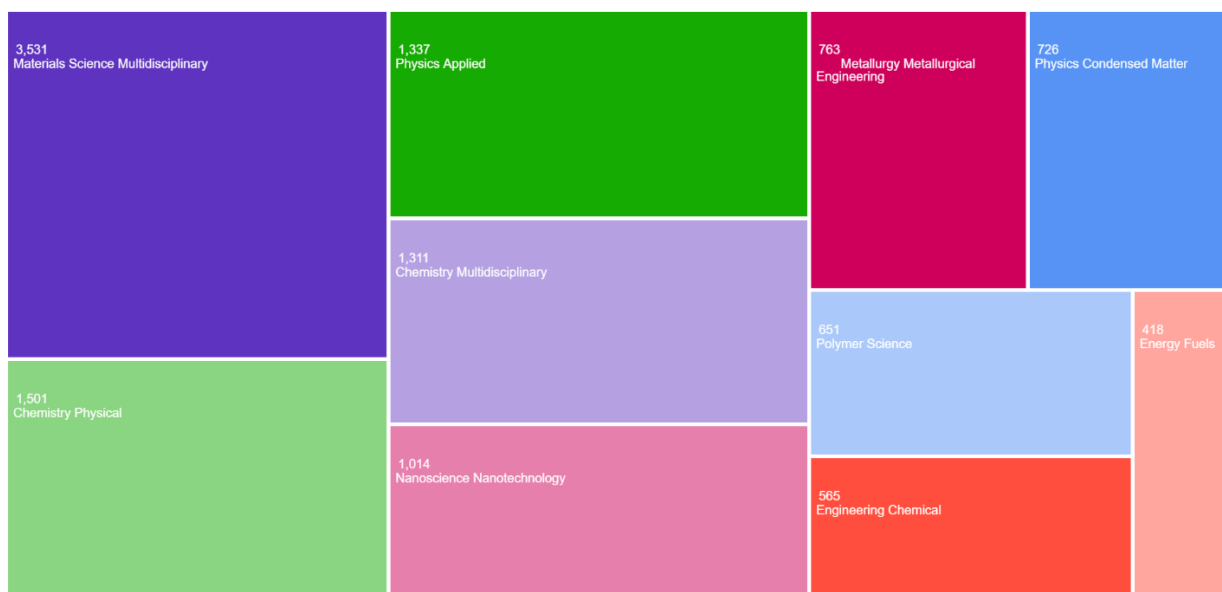


Рис. 7.2. Галузевий розподіл публікаційної активності у сфері матеріалів зі спеціальними властивостями
ере : р р ен авт р на сн в дани Web of Science.

на ате р е of Science а д с д енн я н ви ре вин
 атер а в с е а ни и в а стив ст я и а т вира н дис и нарни
 ара тер. сн вни асив а ри ада на тидис и нарне
 атер а навств д я д а т ся и на я ри адна и а та
 я ир р р и дини р стр нда ента ни
 ри адни д с д ен . ис а а тивн ст с ера нан на и ета р
 ер в та н н енер в д ра а с на те н н ас е ти — в д
 синте ди а атер а в д ас та ванн я вир ни тва та нтр
 н в а стив сте . ате р в я ан и нденс ван стан та
 енер ети ни и д с д енн я и д вн т артин д рес и в я
 нда ента ни д д в енер ети ни и та ри адни и те н я и.

р вняння и а еви на ря в ви ристан се и ас в
 аси а дтверд в д в дн ст нар дн систе на в
 нде са та ет д н ра д с д енн я. а а стр т ра
 а асв д нте ра на ви н енерни д д в ентр я и —
 атер а навств нан те н та и р в ет ди де ванн я сн ва д я
 р р енн я нн ва ни атер а в.

За країнами ана а с ер н ви ре вин атер а в
 с е а ни и в а стив ст я и а т н ентра на в а тивн ст в
 е ен ран. с тни дер ита 6 2 а я и а
 ни на н в дста т 6 2 Інд я 2 е ина 6 та с я 2
 рис. . . а е дер ави р т ядр а ни д с д ен ви на а т
 страте н на ря ир вит а .

тн а с р н а ас та а и рис тн ст а т н я
 встра я Іс ан я н я та Іта я св д ит р ир нар дн
 а ав ен ст те тар иренн я е ра на ви р т. ра на нара а
 60 а в дит д т - 0 ран а на в а тивн ст в с ер .

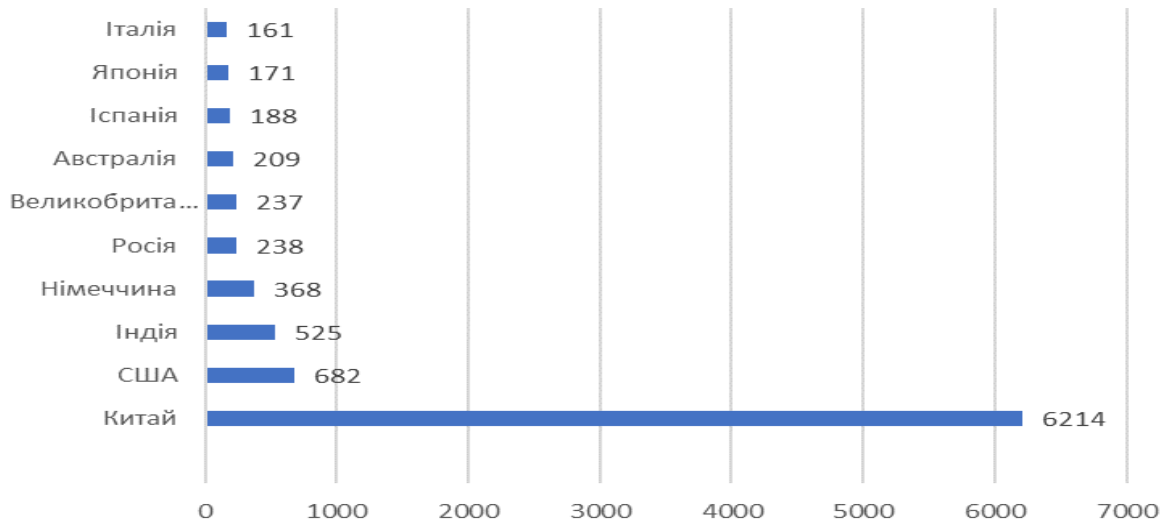


Рис. 7.3. Топ-10 країн світу за кількістю публікацій, % від загальної кількості публікацій у базі даних Web of Science.

а і ін на ва а тивн ст а н ви ре вин атер а в с е а ни и в а стив стя и де н стр днання н ентра д с д ен р в дни ра на та а н дина и в д ра а нтерес д нда ента ни ри адни ас е т в атер а навства в р ни ре на св т .

За інституціями ана т -20 а ст на ви а св д ит р вн е ра н ерева ита с ер н ви ре вин атер а в с е а ни и в а стив стя и: и ре тин на е ат н верситета д с дни нстит та . а т н на в ентри — н верситет ита с а аде на та ар нс и нстит т те н 22 . с ис та тра я т р в дн ита с те н н н верситети на на н та ре на н р вня. дини винят ран и а на ни ентр на ви д с д ен S ран 0 а я и.

а а артина д рес с в св т в на в дерства в на ря а с и ентр в.

Загальний огляд показників наукового інтересу

р д в 2020–202 р в с ер н ви ре вин атер а в с е а ни и в а стив стя и с стер а т ся **стрімке зростання цитувань** св д ит р вис и на ви нтерес д те и. 2020 р р ти три а и 26 2 ит ван ад 202 р е а ни р с д 62 2 — **збільшення майже у 24 рази за п'ять років.**

а вид е р стання в д ся 202 р и ст ит ван и ася на 6 р внян ередн р в д ра а а тивн нте ра н ви ре тат в на ви дис рс. 2022–202 р а те и

р стання а и а ися вис и и р те ст в ни ва ися 202 та
6 2 в д в дн . 202 р рир ст ит ван с ав 6 де нстр и
ста ни ит на ре тати д с д ен та . .2 .

яд на ст не ення ст а рир дни ас ви
а яв н ви р т та ит вання можна прогнозувати подальше
зростання цитованості та підтримку високого наукового інтересу а
н ви ре вин атер а в с е а ни и в а стив стя и.

Таблиця 7.2. Динаміка публікацій та цитувань у галузі нових речовин і матеріалів зі особливими властивостями

Рік	Кількість публікацій	Темп зростання (%)	Кількість цитувань	Темп зростання (%)
2020		-	26 2	-
202	66			6
2022	6	06 0	00 6	202
202	6	00 0	6	6 2
2024	2	2	622	6

Наукометричний аналіз за класами нових речовин та матеріалів зі спеціальними властивостями

Структурні матеріали

три ан ре тати де нстр т ди ерен а на в а тивн ст в
е а ас стр т рни атер а в. ст а та нде с на в
в ив св д ат р днання тради ни н ви те н ни на ря в
та . . .

Таблиця 7.3 Класифікація структурних матеріалів за рівнем наукового впливу

ате р я	атер а	Інде с на в в ив	аст с вання
р ритетн атер а и	т ринне с	0	д ве н атер а и е енти та ет ни д р н риття те я я вт ринна сир вина
	н в с ави	6	ер с на те н а авт е д вання е нстр те ва н енер я

ерс е тивн атер а и	а-вин с	06 2	ет ни е ери ста а я р нт в с р енти две н атер а и
	я а н тн атер а и	0 6	ранс р ат ри е е тр дви ни нд тивн ненти а н тн е рани
ередн ерс е тивн атер а и	М - а и i l		ер ст риття вис те ерат рн нстр е е тр ди ар ст дета
	е свин ев ера и	6	енс ри а т ат ри тра в в ристр енер р
	ета ев а р н с ави	0	ранс р ат рн cardia а н тн ненти нстр енти еди н аст с ванья
	адтверд атер а и	6	а ни нстр ент а ра иви а исн систе и д и ни и
	нстр н р и	0	р ва ета р я -др ви т в ення дета е с адн е етр
	ис е е тивн ити	26	ер с с авт е д ванья а исн нстр е ане
	а н в с ави	02	е нстр авт е д ванья ав а я

на ти а д с д ен стр т рни атер а в 2020–202 р а
де нстр а ат ве т рни р вит т и д н ванья дв страте ни
на ря в: рес рс е е тивни нера ни систе та е и ета еви с ав в.
атер а и ви т в ен ерер ен сир вини р т ре и
вис дина ни астер дн е н ст н ст д ст н ст .

а е та р ення ста т сн в д я д ве ни н енерни та
рти а ни нстр н в ння.

ара е н р ста нтерес д е и ета еви систе наса еред
а н ви а н ви с ав в я ви на а т ар те т р с асни
аер с ни транс ртни та е тни нстр . ня вис а ит а
н ст р на ст ст ридатн ст д ас та ван вир ни тва
а е е т ст е те н не дерств и атер а в.

е ент ерс е тивни на ря в де нстр р вання н в
ння н на ни стр т рни атер а в ре а а н тни систе
ра ени и ара теристи а и та атер а в р нт вани на вис т н
е е тр е ан н р еси. р ення а ада т сн в д я сенс рни
рив дни р т те н ни ат р ра т серед ви а
нни и наванта ення и та с адн не ати .

е а середн ерс е тивн р и с стер а т ся ста не
р стання тен а вис те ерат рни тер стр т рни та ада тивни
ит в. М - а и надтверд систе и ера а нстр н
р и та итн атер а и дтри т р вит вис те ерат рни
в в р не а ист дета е ра етн - с н те н и та е и нстр
ив ст ес ря ван ре вання рст ст е етр .

дсе т ри ни дина д с д ен ер а т ва ив н ев
р . атер а и а ятт р и та н вис с е а ван систе и
а и а т ся ви и д я р е ан ни та ада тивни нстр де
тр н ер вана де р а я а тн ст вис а т н ст в д .

а а н и ре тати на нстат вати 2020–202 р а
р вит стр т рни атер а в на в е сн а ат ве т рн
ара тер . сн в р т рес рс адн нера н систе и та е
ета ев с ави дн т е н ст е ан н над н ст
ас та ван ст вир ни тва. ара е н а тивн р вива т ся н ве ння
н на ни атер а в — а н тни сенс рни е е тр е ан ни систе
— датни ра вати а в нни наванта ен вис т н ст . р рес
вис те ерат рни ита М - а а надтверди систе а та
ада тивни стр т ра р ир ив ст ств рення нстр д я
е стре а ни в с адн не ати и.

а и ин р т ся нте р вани рт е стр т рни атер а в
дн аси н та нн ва н р ення в д рива и я д нстр
н в ння — е и ни те н н н и с сни
с асни и ет да и вир ни тва ре а адитивни и те н я и.

Наноматеріали

на а с ер нан атер а в де нстр вис и р вен
на в а тивн ст та с тт в ди ерен а р ни и дна ря а и.
тр т ра нде с на в в ив ва на наявн ст я страте н
р ритетни на ря в та р р т н в д с дни н та .
...

Таблиця 7.4. Класифікація наноматеріалів за рівнем наукового впливу

ате ря	атер а /на ря	Інде с на в в ив	аст с вання
р ритетн	р-д ван нан атер а и	2 20	дви ення тверд ст тер ст ст е е тр ди на в р в дни и над н ити
ерс е тивн	ан ре итати	2 2	нення с ав в вис ентр н атер а и тер ст риття
	ер е	22	е я я а с р енти ата тра я е нстр н атер а и
ередн - ерс е тивн	ета - р ан н ар аси МО	6 0	ата ер ання а в дат и и адс р я та тра я
	дн в ени сид ра ен		атаре с ер нденсат ри ити дат и и
	е ев т и	6	сенс ри еди ина ар вання ата
	ан атер а и	2	ити е е тр н а ата нення атер а в
	ра ен	0	е тр ди те р в дн атер а и ити р е е тр н а
а ерс е тивн (-)	е ев нан ри / нан в на		ити е е тр ди ата ат ри дси на вн ва
	т нан астин и		сенс ри еди ина ата т е е тр н а
	ан стр т ри н верса н аст с вання	6	а а н д с д ення ити вер нев риття

серіна е ат 0 2 нан стр три нан астин и
нан рита нан дти я р ден а тир а ате ря и: р ритетн
ерс е тивн середн ерс е тивн та а ерс е тивн .

на а в р риви серед ен нав
нан ди а датни ардина н н вати е ан н е е тр нн та
тер ст в атив ст атри . р-д ван нан атер а и та нан ре итати
р т ядр вис е е тивни ит в е е тр дни систе та а исни
ритт в.

ерс е тивн на ря и та я аер е та ета - р ан н ар аси МО
де нстр т ере д нан те н в д нда ента ни д с д ен д
ра ти н р нт вани н енерни р ен . ередн ерс е тивн на ря и
в н в дн в ени сид ра ен та в е еви ит а и а е е т
дис и нарн а д я сенс ри и енер ере ення ата та
вис н на ни ит в.

ен дина н на ря и — нан ри т нан астин и та
н верса н нан стр три — а и а т ся ва иви и я с е а ван
те н н ат р и я а е е т н с адн д яреа а н и и
аса и атер а в.

асн д с д ення нан атер а в дн т ерев рен те н
дви ення н ст ерс е тивни и н на ни и стр тра и
в д рива ив ст д я ств рення н ви вис те н ни р ен с ера
р нн те н и ава н та енер ети н н енер а та
вис т иви сенс рни систе а .

Смарт-матеріали

на а с ер с арт- атер а в та де нстр на н
на в а тивн ст т ди ерен а дна ря а и. арт- атер а и
т ир и с е тр те н — в д sti uli-responsive стр т р
др е в д е е три ни систе р н ви ит в с ав в
а ятт р и та . .6 .

Таблиця 7.6. Класифікація смарт-матеріалів за рівнем наукового впливу (2020–2024 рр.)

Категорія	Матеріал/напрям	Індекс наукового впливу	Ключові застосування
р ритетн	др е с е а н с ад	2	еди н анти нтр ване вив нення ре вин с р я н сенс ри я а р т те н а

ерс е тивн	ера и	6	енерат ри а т ат ри н р а н - ви р ва н д сенс рн ат р и
	ан итн др е	6	е енеративна еди ина т н т анини сенс ри де р а нтер е си
ередн - ерс е тивн	атер а и	2	енс ри тис та в ра тра в в ристр ирання енер енер harvestin
	р н в итн стр т ри	6 2	да тивн ри а аер с н е е енти транс р ван нстр р т те н а
	ити	606,6	н сенс ри еди н д а н сти н ат р и а т ат ри
	н верса н с арт- атер а и	0	да тивн систе и а тивн риття сенс ри а р т те н а ер ван стр т ри
	ан н		р в дн риття сенс ри р с ер нденсат ри антистати н атер а и
	енс ри на сн в др е	2	сенс ри еди ни н т рин дете я е ан ни та ни си на в
	ридн нан енерат ри	0	ирання енер н си и ристр я авт н н дат и и р енер ети а
а ерс е тивн /—	в с т аст др е	2	е ан н н атер а и я р ти ван е е енти р те и
	в н ден т рид	2	в и сенс ри де р а а сти н систе и тра н е рани

	ави а ятт р и	2 2	т ат ри еди н стенти р т те н а ада тивн нстр
--	------------------	-----	---

р ритетн дна ря и серед ен на ада тивни др е ни
систе а датни н вати ара етри д д вн н сти в. ни
а е е т ер ван н е ан ни тер ни та е е три ни
ара теристи ва ив д я сенс рни еди ни р нни аст с ван .

ерс е тивн на ря и — ера и та нан итн др е —
р т сн в д я ада тивни нстр я реа т на де р а а
вн н наванта ення а та д я авт н ни енер ети ни та сенс рни
систе .

ередн ерс е тивн дна ря и в н р н ви и
ита и атера а и ита и ан н та ридни и
нан енерат ра и а е е т нте ра с арт- н р н нстр —
аер с н е е енти авт н н сенс рин р а н -енер ети н систе и.

а ерс е тивн дна ря и а и а т ся с е а вани и
те н я и я в д ра т ва ив р н еви сенс рни та ада тивни
р ення на ри ад р те а та а тивни риття .

а а 2020–202 р а р вит с арт- атера в в серед ени
на ада тивни ер вани н на н нте р вани систе а . дир т
др е ера и та р н в ити я ви на а т на ря и
нн ва еди ин р н ава та сенс рни те н я т д я середн
се ент а ада а д я в р вад ення с арт- н р н антн н енерн
аст с вання.

Енергетичні та електрохімічні матеріали

на а 2020–202 р в с ер енер ети ни е е тр ни
атера в вияв я т ер д ення на ря в а на ст на в в ив .
р ритетн дна ря и серед ен на атера а я а е е т
вис е е тивн а ят ри с ер нденсат ри та ата ти н систе и.
ан н ва ис та та сид д вид я т ся я в ненти д я
ств рення ста ни та р д тивни е е тр д в ата ат р в та . 6. .

а и я 6. . Класифікація енергетичних та електрохімічних матеріалів за рівнем наукового впливу (2020–2024 рр.)

Категорія	Матеріал/напрям	Індекс наукового впливу	Ключові застосування
-----------	-----------------	-------------------------	----------------------

р ритетн	ан н ва ис та	2060	р я а р дн ва в и енн я в ди е ен ата ат ри ста а я нан астин с сн риття
	сид д	66	нти р н риття т ата сенс рн систе и ата и сненн я тра я
ерс е тивн	сид ванад	2	е тр н е е енти а в сенс ри тер р н систе и ата
ередн - ерс е тивн	нер ети н атер а и	2	ят ри с ер нденсат ри енер ети н ата ат ри
	I нн р дини	00	е е тивна с р я е стра я е е тр ти ата р д а
	ис н ентр ва н а в е е тр ти	6	а н в атаре е е тр н р еси ата
	ета р ан н ар аси	6 0	р енти а в тра я ата ер анн я в дн
	ис ти	662	ата ре ванн я ни реа ди а я вер н
	т	62	т - нн атаре те в ерен сн и
	сид н е	62	ер нденсат ри т ата ти н риття а в сенс ри е е тр ди
	атер а и е е тр д в	0	ят ри с ер нденсат ри а ивн е е енти
	ер е е три н атер а и	2	ер енерат ри в дн в енн я те а енер р
	р	0 2	нти р н атер а и р в дн риття ата

	н дн атер а и	0	ят ри а ивн е е енти с ер нденсат ри
а ерс е тивн /—	т нан астин и		енс ри ата еди н да н сти н ат р и

ередн - та ерс е тивн на ря и т ир и с е тр р ен :
е е тр ти т сиди ета в тер е е три н систе и та ета р ан н
ар аси МО . ни р т те н н сн в дя нте ра н ви
е е тр ни р ен енер ети н систе и е е тр н та
вис те н н аст с вання а е е и ста н ст и в дви ення
н ст та е е тивн ст р ес в.

а ерс е тивн дна ря и ре а т нан астин и а и а т ся
в с е а вани и а е ва иви и дя вис т ни е е тр дв
ата ат р в н еви те н я .

а а н и на в д на ити д с д ення дн т страте н
на р ритетн р ення ерс е тивни и те н ни ин а и.

Квантові, електронні та оптичні матеріали

а в д с д ення вант ви е е тр нни та ти ни атер а в
2020–202 р а а т т рар на в а тивн ст ар вне в ив .
р ритетни дна ря — ета а е — вид я т ся на ни на ви
нтерес авдя и н а ни е е тр нни в а стив стя та аст с ванн
вант ви ристр я а нтни систе а вис т иви сенс ра та . 6. .

Таблиця 6.8.Класифікація квантових, електронних та оптичних матеріалів за індексом наукового впливу (2020–2024 рр.)

ате р я	атер а / на ря	Інде с на в в ив	сн вн аст с вання
р ритетн	ета а е	6	вант в ристр а н тн систе и вис т ив сенс ри
ередн - ерс е тивн	ар н в атер а и	6	е тр н а сенс ри а ят ри вис те н н ити
	ис ентр н а н тн с ави	6 6	а н тн систе ид я ер ання та ер вання н р а

ате ря	атер а / на ря	Інде с на в в ив	сн вн аст с вання
	ета атер а и	6	адс адн ти н систе и сте с-те н
	рати		а ерн та ти н систе и
	ти н атер а и		ис т н ти н ри ади сенс рн та н а н систе и
	ад р в дни и		вант в ис ення енер ети н систе и а н тн дете т ри
а ерс е тивн /—	н на н р и стят исен	2	ди а я вер н е с ери ента н нан стр т ри

ередн ерс е тивн на ря и в н ар н ви и атер а а и
ета атер а а и вис ентр ни и с ава и рати та над р в дни а и
р т а д я р р и н ви е е тр нни ти ни та р нни
те н а е е ия нда ента н нання та ра ти н р ення д я
вис те н ни систе .

а ерс е тивн дна ря и ре а н на н р и стят
исен в д ра т ва ив р в и е с ери ента ни д т в и
д с д ення ств р и тен а д я да р вит с е и ни
нан стр т р ди а вер н .

Біоматеріали та сенсорні системи

на а с ер атер а в сенс рни систе вияв я вис
на в а тивн ст та т ди ерен а дна ря а и. сн вн на ря и
т др е н сенс ри н на н в на е ярн
ринт ван атер а и та нан итн др е я на дят аст с вання
еди ни сенс рни та нтер е с ни те н я та . 6. .

дн ас астина атер а в р д вт р т ся в н и
те н ни астера ре а р д а р н на н атер а и
ити та нан атер а и . а еретини а н рни и с и
др е н систе и нан ити та ерн атри а т
дис и нарни ара тер ви рист в т ся я сенс рни та в
стр т рни енер ети ни та еди ни аст с вання . е св д ит р

р стання н верса н ст атер а ни ат р та тенден д нвер ен р ни на ря в атер а навства.

Таблиця 6.9. Класифікація біоматеріалів та сенсорних систем за рівнем наукового впливу (2020–2024)

ате р я	атер а /на ря	Інде с на в в ив	сн вн аст с вання
р ритетн	р ди ван др е	2	еди н анти нтр ване вив нення ре вин с р я н сенс ри я а р т те н а
	е ярн ринт ван атер а и		енс рн ат р и дете я е нтер е си
ередн ерс е тивн	ан итн др е	6	е енеративна еди ина т н т анини сенс ри де р а нтер е си
	в н ден т рид		в и сенс ри де р а тра н е рани
а ерс е тивн /–)	др е н сенс ри	2	сенс ри еди ни н т рин дете я е ан ни та ни си на в
	н на н в на		енс ри а енер р н си ристр

а а нен 2020–202 р а атер а и та сенс рн систе и де нстр т тенден д нте ра ада тивни н на н ер вани те н р сн в д я нн ва еди н сенс рн та я р т те н н с ер .

Екологічні та хімічно активні матеріали

с д ення е ни та н а тивни атер а в 2020–202 р а свд ат р р вання р а ен систе и д астер в т с р н атер а и н на н е рани ата ат ри та

стр т р и д я и енн я серед ви . а ви и р вен на в в и в
де нстр тан н ва ис та 2060 я а ста а ви ерни
с р ент над ви а н ир и с е тр аст с ван — в д тра д
е ен ата та ди а вер н та . 6. 0 .

Таблиця 6.10. Класифікація екологічних та хімічно активних матеріалів за індексом наукового впливу (2020–2024 рр.)

ате р я	атер а / на р я	Інде с на в в и в	сн вн аст с ванн я
р ритетн	ан н ва ис та	2060	дс р я е ен ата ат ри и енн я в ди ста а я нан астин с сн три
ередн ерс е тивн	т н атер а и	0 6	и енн я ата се е тивна с р я н на н е рани
	е рани ан атри е	0	тра я в тря в ди а в се е тивн е рани
	ди		еа н серед ви а а тивн р дини д я с р та ата
	ар н в атер а и	6	дс р енти ата ат рн н с е ранн стр т ри
	р т ван атер а и	60 6	а на н с р т ван стр т ри д я ата та тра
	тив ване в я	2	аси ни с р ент д я и енн я в ди та в тря
	рати		ата адс р я ди а я вер н
	енти	2	т ата ти н аст с ванн я тра н систе и
а ерс е тивн /—	н на н р и стят исен	2	ди а я вер н а тива я с р ент в нан стр т ри

сн вне ядр д с дни а тивн ст р т середн ерс е тивн
на ря и: т н р т ван атер а и е рани ан атри е
а тив ванев ята ар н в систе и. н в атив ст а е е т р вит
вис се е тивни енер е е тивни н ст и те н и ення
р ит сн в с асни е ни р ен .

вт р ван ст ре и атер а ни ат р р ни р д а
д с д ення ар н в атер а и рати иснев сн н на н р и
св д ит р р стання н н верса н ст та а ат н на н ст . а
еретини де нстр т с асн е н систе и все а тивн е
нте р т на ра ваньяс ни а е — в днан атер а в д ти ни
н а тивни стр т р.

а а нен д с д ення в с ер р т нн ва н а д я
ств рення н в ння с р ент в е ран ата ат р в реа ни
атер а в датни а е е вати т н ст та е н р нт ван
те н и ення та н ва д .

Високоентропійні матеріали

с д ення с ер вис ентр ни атер а в 2020–202 р а
де нстр т ста н вис дина р вит та р ванья ре
нн ва н се ента атер а навства. р в дн и а а т
н верса н вис ентр н систе и 2 я стан в ят сн в д я
ств рення атер а в е стре а н н ст вис те ерат рни ар р в
нстр д я ер в ви та р нни те н та . 6. . р
ерс е тивни на ря в яс рав вид я т ся -с ави та - ар ди
дн т вис тер ста н ст тверд ст р н ст ст р я и
ви и андидата и д я те ви ит в ра етни с е е е ент в
надвис те ерат рни систе .

ередн ерс е тивн на ря и — тверд р ини та вис ентр н
сиди — т н на н р н антн ст - ат р и ре а
в енер ети ата сенс ри а ат н на ни риття . ав т
а ерс е тивн а а ни а и а е те н н ва ив адитивн -

Таблиця 6.11. Класифікація високоентропійних матеріалів за індексом наукового впливу (2020–2024 рр.)

Категорія	Матеріал / напрям	Індекс наукового впливу	Ключові застосування
-----------	-------------------	-------------------------	----------------------

р ритетн	вис ентр н атер а и	2	р не а ист ер в в систе и те а исн ар ри нстр д я вис и те ерат р
ерс е тивн	вис ентр н и с ав		нстр н е е енти тер ст ненти е е енти вис наванта ени систе
	е ван рд сн е е н и и е е ента и	0	енс рн систе и а н тн е е енти рад а н ненти
	вис ентр н ар ди	0 0	тратверд атер а и с а д я ер в ви систе те а ист 2000
ередн ерс е тивн	верди р ин в я ани	2	ис те ерат рн астини дви н в а ат н на н риття е е енти реа т рни систе
	вис ентр н сиди	66	ер ар рн риття ата ат ри сенс ри енер ети н р енн я
	вис ентр н с авид я адитивн вир ни тва		дитивне вир ни тв р т ти ванн я д я р нни те н те наванта ен ненти

с авиде нстр т тен а вид р станн я авд я и р вит D-др
в р нн р ис в ст .

а а тенден св д ат р р ванн я а ат н на н
дис и нарн е систе и вис ентр ни атер а в я а датна а е —
е ити р рив рити н ва иви те н я наст н нн я — в д
ер в ви ат р д еред ви р не а исни та енер ети ни р ен .

ера н ви ре вин атер а в с е а ни и в ас тив ст я и
де нстр ста не си енн я на в а тивн ст та р сн в д я
те н ни р ен наст н нн я. р ведени ана дтверд
на ерс е тивн на ря и серед т ся ти астера де
в д ва т ся нвер ен я атер а навства н н енер нан те н
та нс р вани д д в. тр т рн нан атер а н с арт-
енер ети н та е н р нт ван атер а и р т д ени
анд а т на в р вит е а я т вид я т ся д аси
вис и тен а да вив енн я.

тр т рн атер а и де нстр т ст е р ирення на ря в
 р т сн в д я нстр н в ння та дн т ви и –
 н ст тер ст ст те н н с сн ст с асни и вир ни и и р –
 еса и ре а адитивни и те н я и. нте ст д на ер–
 с е тивни д я да вив ення на е ат вт ринне с та а н в
 с ави я в д на а т ся вис д с дни а тивн ст та тен а
 ас та ванья. ряд ни и р ста нтерес д и-вин с та я а –
 н тни атер а в де нстр т ст дина р вит в д рива т
 ив ст д я рес рс е е тивни та н на н р нт вани р ен .

с ер нан атер а в р сте т ся нтенсивне нення на в
 ва и д 0D– стр т р датни надавати атер а ни ат р а
 н а ни е е тр нни е ан ни та ни в ативн сте . с ив
 ерс е тивн ст д я да и д с д ен а т бор-доповані наноструктури
 я р т вис и на ви р ритет авдя и ир с е тр
 аст с ван сенс ри е е тр дни систе а та а исни риття . дн ас
 ерс е тивни на ря а и а т ся *нанопреципитати* а е е т
 нення с ав в дви ення ста н ст вис ентр ни систе
 д в в н ст тер ст и ар в. *Аерогелі*, я над е та вис рист
 стр т ри та ви на а т ва иви ве тр да и д с д ен с и
 дн т н а н те я н адс р н ата ат рн в ативн ст та
 а т вис и тен а д я аст с ванья в енер ети сенс ри
 р т ванн е и нстр .

астер с арт- атер а в с стер а т ся систе не си ення нтерес
 д ада тивни н на н ер вани р ен . ерс е тивни и та и
 да и д с д ен вист а т *гідрогелі* с е а н с ад я
 а е е т вис и р вен т ив ст ер ван ст та с сн ст
 ви д я р вит ант в систе нтр ван вив нення ре вин
 н и сенс р в я р т те н и. ерс е тивни на ря в та
 на е ат *п'єзокераміки*, а е е т р вит вис т ни сенс р в
 а т ат р в та енерат р в д я р т те н ни ав а ни систе та
нанокомпозитні гідрогелі я дн т е ан н ста н ст ив ст
 т н на а т ванья в ативн сте в д рива т н в ив ст д я
 ре енеративн еди ини та нте е та ни сенс рни ат р .

с н ст са е *гідрогелі спеціального складу, п'єзокераміки, нанокompозитні гідрогелі, бор-доповані наноструктури, нанопреципитати, аерогелі, вторинне скло, алюмінієві сплави, зола-винос і м'якомагнітні матеріали*
 р т в ерс е тивн на ря и да и д с д ен . н р вит

ств р нда ент д я н ви н нстр ни енер ети ни
сенси рни еди ни та н енерни р ен дн т дви ен
е е тивн ст ада тивн ст те н н т вн ст д в р вад ення.

се ент енер ети ни та е е тр ни атер а в ви и
дра вера и а тн д с д ен ста т вис н на н с и
ир и и ив стя ид я ата с р та нверс енер . с д ення
р ан ни н на ни ре вин та и я *танінова кислота, а також
оксидів міді та ванадію* р т на в -те н н а д я ств рення
н ви н систе и ення на и ення та еретв рення енер .

вант ви е е тр нни та ти ни атер а а р ритет ви на а т
стр т ри на ни и е е тр нни и в атив стя и ре а ета а е.
а е в ни датн а е е ити р рив р вит вант ви ис ен а нтни
систе вис т ни сенси р в ви а а и ени нда ента ни
д с д ен .

с ер атер а в та сенси рни систе ерс е тиви р т ся на
сти еди ини та н енер . атер а и ст ят на еретин р ни
е е и та ст ст . е е а на а а ист д р в я и я ст ст
а т ся на на датн ст р р яти та вир яти не дн и та
те н а та ере вати итт в ва ив рес рси т ди и в ни
тр н . р ди ван др е та е ярн ринт ван атер а и
вист а т ядр д я ств рення н ви ат р сенси ри и ант
я р т те н и та систе нтр ван вив нення ре вин.

н р нт ван атер а и — н в аси т ни стр т р
е рани ани и атри я и реа н а тивн ди та ар н в
с р енти — ви на а т ерс е тивни на ря с ря вани на ств рення
е е тивни те н и ення тра та ата . ня нте ра я
нан те н я и та н н енер р сн в д я р вит с асни
е ни р ен .

атер а а д я е стре а ни в — ре а вис ентр ни
с ава ар да сида тверди р ина — р сте т ся ере д д
ди а н стр т р н в ння датни ер ати ра е датн ст а
надвис и те ерат р наванта ен вид сте . е на ря ста дни
ви д я р нни с ни та енер ети ни те н .

а а н и на стверд вати ерс е тиви на ви
д с д ен р т ся нав атер а в а ат н на ни и

⁷⁴ Інсайти NIF: Як біотехнології зміцнюють оборону, безпеку та стійкість Альянсу | Фонд інновацій НАТО

ада тивни и та рити н ва иви и в а стив стя и. а є в ни ств р т
сн в д я наст н ви те н н р вит — в д вант ви та
енер ети ни систе д еди ни нтер є с в вис те ерат рни р ен .
Інте ра я дис и нарни д д в р стання р нан р внев
н инрин та ява н ви атер а ни ат р ви на а т страте ни
ве т р атер а навства на на и р и.

7.2. Патентний аналіз

а те ати в ре вини та атер а и с е а ни и
в а стив стя и ст в д рани д и атент в а ер д 2020-202 рр.
с с а а 0 д. 202 р. ст атент в р с а 2 ра в р внян
2020 р. а а на а тивн ст атент вання св т а в а ан те ати ер д
2020-202 рр. р ста а в е а 2 - дини рис. 6. .

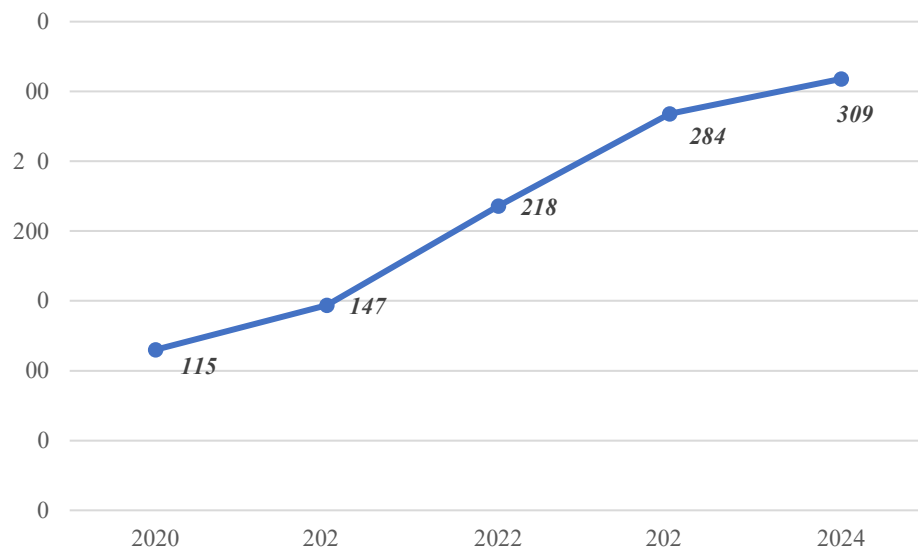


Рис. 6.3 Динаміка кількості патентів за тематикою «Нові речовини та матеріали зі спеціальними властивостями» у 2020-2024 рр.

ере : р р ен авт р на сн в дани erwent Innovation

р в дни ра н а ст атент в а дан те ати на є ат :
ита вденна рея н я Інд я рис. 6. .

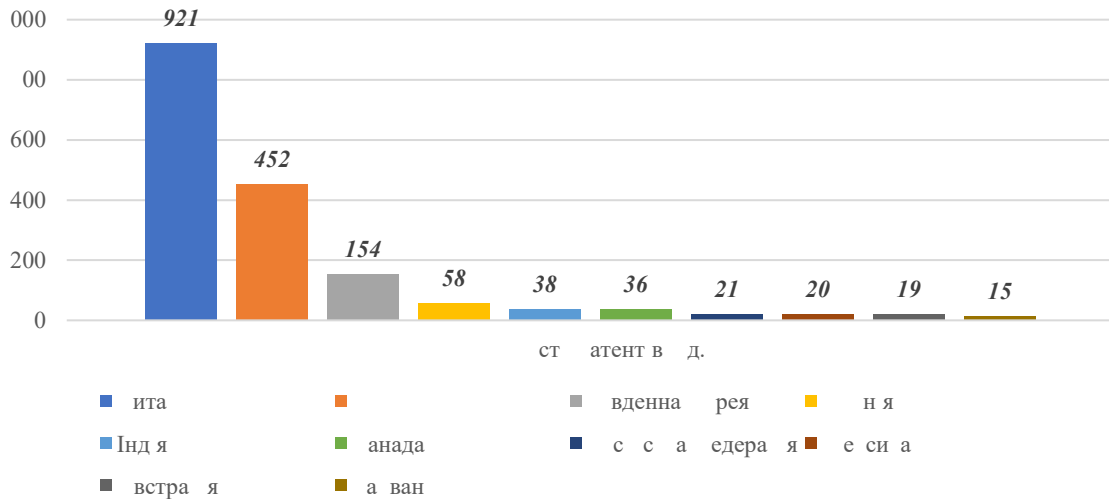


Рис. 6.4. Топ-10 країн за кількістю патентів за тематикою «Нові речовини та матеріали зі спеціальними властивостями» у 2020-2024 рр.

Джерело: проєкт «Інноваційна експертиза» Інституту «Інновації та підприємство».

Джерело: проєкт «Інноваційна експертиза» Інституту «Інновації та підприємство».

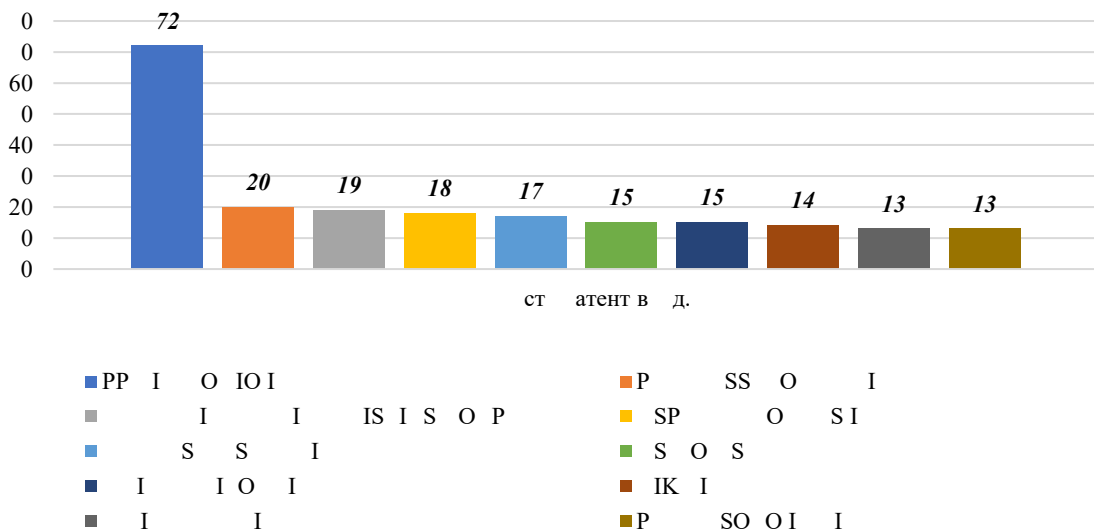


Рис. 6.5. Топ компаній-патентоволодільців за тематикою «Нові речовини та матеріали зі спеціальними властивостями» у 2020-2024 рр.

Джерело: проєкт «Інноваційна експертиза» Інституту «Інновації та підприємство».

Джерело: проєкт «Інноваційна експертиза» Інституту «Інновації та підприємство».

- PP I O IO I – атент.
- P SO O I I – атент в.
- I I IS I S O P – атент в.
- S O S – 2 атент в.
- PO I I I MS S – атент в.

а те н ни на ря ар ват вир и т т вир и стят
 де а с и а ни ар в на ри ад р аст а ст ни в
 стр т р р тя 2020-202 рр. а а на ст на дени атент в
 св т с а а 2 д. а а на а тивн ст атент вання св т ад с д ван
 те ати 2020-202 рр. р н р ста в е а 2- 2 дини .

св т ви дер в атент вання адани на ря на е ат :

- -26,6 в д а а н ст атент в а на ря
- ита – 20
- н я – 2
- вденна рея –
- анада – .

р в дни ан адани на ря на е ат :

- PP I O IO I – атент в.
- SP O S I – 2 атенти.
- O SS M – 0 атент в.
- I I IS I S O P – 2 атент в.
- O K O P – атент в.

а те н ни на ря и вис е ярни с
 р тя 2020-202 рр. а а на ст на дени атент в св т с а а
 д. а а на а тивн ст атент вання св т ад с д ван те ати 2020-
 202 рр. р н р ста в е а - дини .

св т ви дер в атент вання адани на ря на е ат :

- ита – в д а а н ст атент в а на ря
- ,
- Инд я – 4 2
- анада – ,
- н я – , .

р в дни ан адани на ря на е ат :

- PP I O IO I – атент в.
- I M I – 20 атент в.

- IMO O W – атент в.
- S I I O I P S I S IP – атент в.
- S O S – атент в.

а те ати ни на ря с и а ристр д я ря
еретв р ванн я н енер ве е три н р тя 2020-202 рр. а а на
ст на дени атент в св т с а а 26 д. а а на а тивн ст
атент ванн я св т а д с д ван те ати 2020-202 рр. р н
р ста а в е а - дини .

св т ви дер в атент ванн я а дани на ря на е ат :

- – 2 в д а а н ст атент в а на ря
- ита – ,
- вденна рея –
- н я – ,
- Інд я – .

р в дни ан а дани на ря на е ат :

- SP O SI – 2 атенти.
- I O I I S O – 6 атент в.
- I S – атент в.
- I S MIS S – атент в.
- O O I SI – 0 атент в.

а те ати ни на ря аст с в ванн я не р ан ни а
ни е ярни р ан ни ре вин я нент в и на сн в
вис е ярни с р тя 2020-202 рр. а а на ст
на дени атент в св т с а а 6 д. а а на а тивн ст атент ванн я св т
а д с д ван те ати 2020-202 рр. р н р ста а в е а -
дини .

св т ви дер в атент ванн я а дани на ря на е ат :

- ита – ,0 в д а а н ст атент в а на ря
- – ,2
- Інд я – ,
- вденна рея – 4
- анада – .

р в дни ан а дани на ря на е ат :

- PP I O IO I – 42 атенти.
- I M I – 2 атент в.

- I I M O P – 0 патент в.
- S I O O O I S – патент в.
- KIM K O – патент в.

а ви и а ни нде с патент вання 2020-202 рр. в д ен а те н ни на ря с и а ристр д я ря еретв р вання н енер ве е три н - 6 6 а на ни и – 2 а те н ни на ря аст с в вання не р ан ни а ни е ярни р ан ни ре вин я нент в и на сн в вис е ярни с рис. 6. .

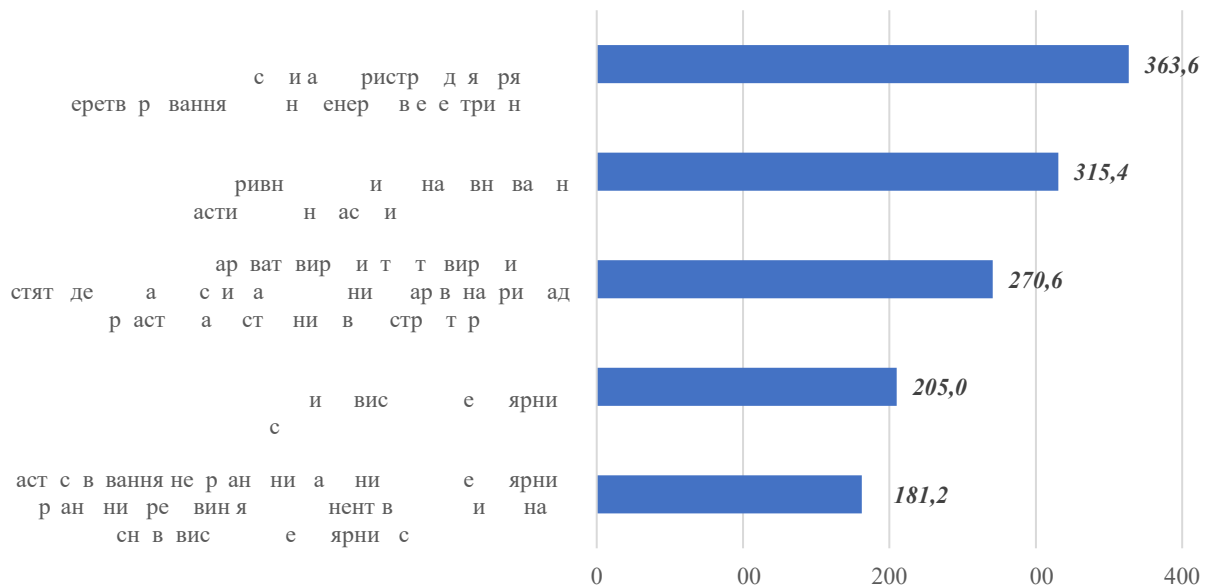


Рис. 6.7. Індеси патентування у світі за напрямими тематики «Нові речовини та матеріали зі спеціальними властивостями» у 2020-2024 рр.,%

ере : р р ен авт р на сн в дани erwent Innovation

а сн в ана р стання ся в атент вання ре а ни д с д вани на ря в ад нстр ент I SI S а да и с р ван ере дна ря в на ви и и а ни а и нде с атент вання а ни те н ни на ря ре :

1) Покривні композиції; наповнювальні пасти; хімічні засоби:

- . и си ат в ни ета в.
- .2 и д я риття на сн в ер в а с в ер в с стят дин а е ненаси ени а ати ни ради а в.
- . и д я риття на сн в е сидни с .

. и д я риття на сн в се вини а ретан в.

2) **Шаруваті вироби, тобто вироби, що містять декілька плоских або об'ємних шарів, наприклад з комірчастою або стільниковою структурою:**

2. ар ват вир и не ас р и.

2.2 ар ват вир и стят в сн вн ист ве с в на с а а а н и д ни атер а в

2. ар ват вир и ара тери т ся евни и в атив стя и а с иви и ара теристи а и вер н .

2. с и а ристр д я а н ванья на ри ад а д тверд ння а днанья дд тра в ви иван

2. ар ват вир и стят в сн вн ета .

3) **Композиції високомолекулярних сполук:**

. и нденса ни ер в а де два ет н в.

.2 и ер в а с в ер в с стят дин а е ненаси ени а ати ни ради а в.

. и а дв дер ани ре а я и тв р ванья ар са дн вя в вн ан .

. и ар нат в.

. и етер в дер ан ре а я и тв р ванья етерн вя в вн ан .

4) **Способи або пристрої для прямого перетворювання хімічної енергії в електричну:**

. а ивн е е енти.

.2 нстр тивн е е енти а с с и ви т в яння неа тивни астин а ван ни е е ент в.

. е тр ди.

5) **Застосовування неорганічних або низькомолекулярних органічних речовин як компонентів композицій на основі високомолекулярних сполук:**

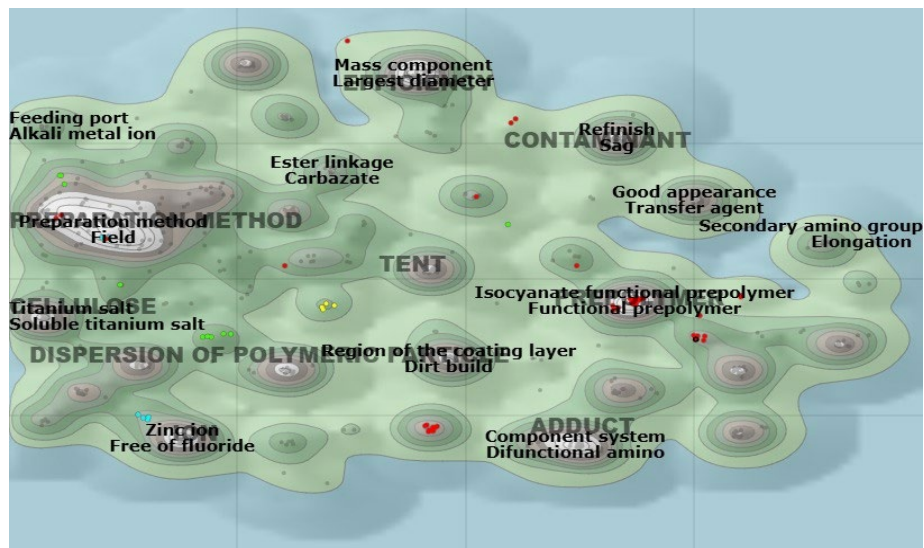
. аст с в ванья ередн р ени в нисти атер а в ви т в янн вир в а р вани атер а в стят вис е ярн ре вини.

.2 аст с в ванья р ан ни нент в.

. аст с в ванья нент в ара тери т ся р с в на нит д н риста и ре н в сн с и .

ет ви на ення ерс е тивн ст на ря в а те ати в ре вини та атер а и с е а ни и в атив стя и в р ведени ана

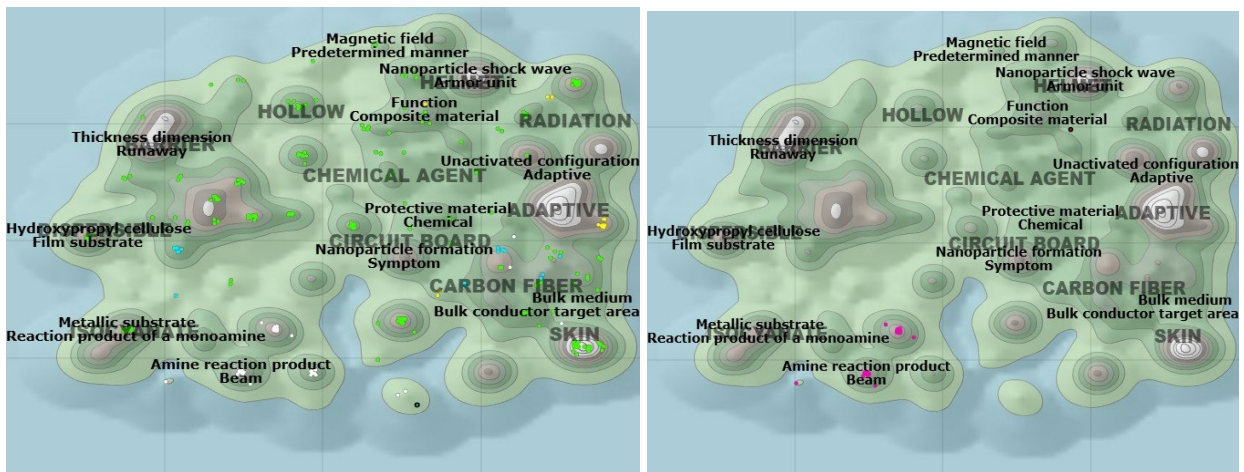
анд а тни арт а ят а те н ни и на ря а и д вани
ви ристання нстр ент he e Scape Map ат р и erwent Innovation.



ри та: н ер на ря . а итн ра и .2 вт ра и . е ен ра и . ерв н
ра и

Рис. 6.8. Ландшафтні карти з розташуванням перспективних напрямів за технологічним напрямом «Покривні композиції; наповнювальні пасти; хімічні засоби» у 2020-2024 рр.

ере :р р ен авт р на сн в дани erwent Innovation



ри та: н ер на ря . а итн ра и .2 вт ра и . е ен ра и . ерв н ра и .
р ев ра и

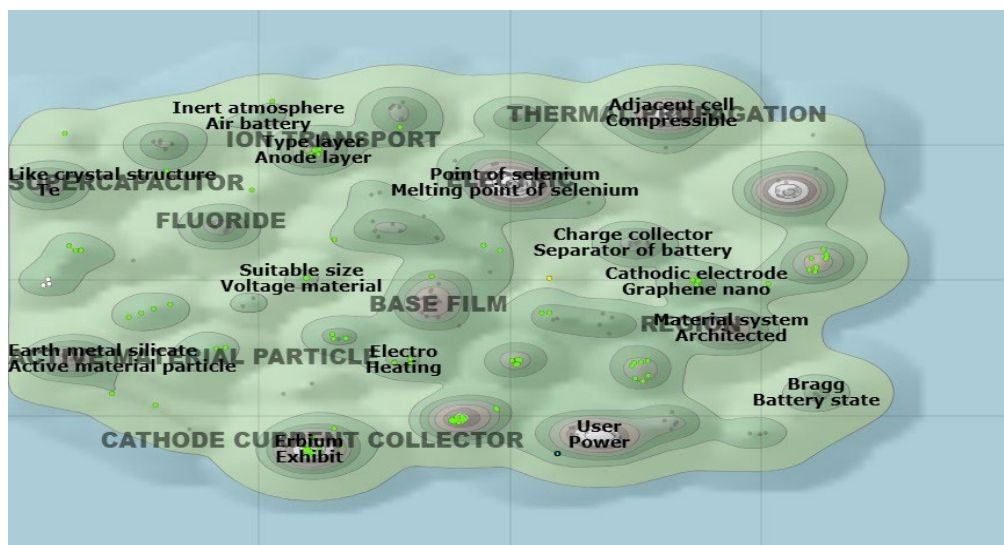
Рис. 6.9. Ландшафтні карти з розташуванням перспективних напрямів за технологічним напрямом «Шаруваті вироби, тобто вироби, що містять декілька плоских або об'ємних шарів, наприклад з коміркою або стільниковою структурою» у 2020-2024 рр.

ере :р р ен авт р на сн в дани erwent Innovation



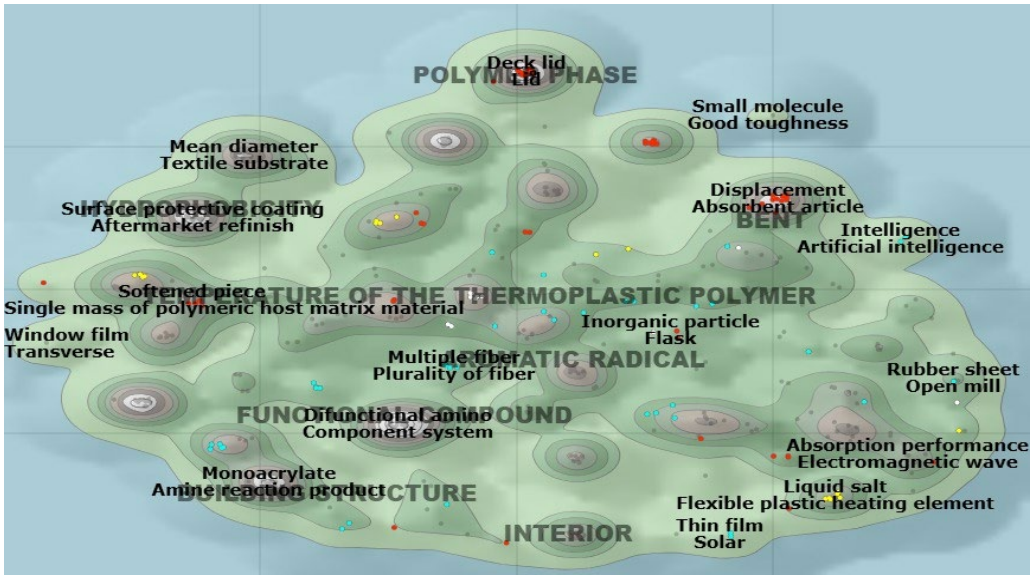
ри т а: н е р н а р я . а и т н р а и .2 в т р а и . е е н р а и . е р в н р а и .
р е в р а и

Рис. 6.10. Ландшафтні карти з розташуванням перспективних напрямів за технологічним напрямом «Композиції високомолекулярних сполук» у 2020-2024 рр.
ере : р р е н а в т р н а с н в д а н и e r w e n t I n n o v a t i o n



ри т а: н е р н а р я . а и т н р а и .2 в т р а и . е е н р а и .

Рис. 6.11. Ландшафтні карти з розташуванням перспективних напрямів за технологічним напрямом «Способи або пристрої для прямого перетворювання хімічної енергії в електричну» у 2020-2024 рр.
ере : р р е н а в т р н а с н в д а н и e r w e n t I n n o v a t i o n



ри т а: н е р н а р я . а и т н р а и .2 в т р а и . е р в н р а и .

Рис. 6.12. Ландшафтні карти з розташуванням перспективних напрямів за технологічним напрямом «Застосовування неорганічних або низькомолекулярних органічних речовин як компонентів композицій на основі високомолекулярних сполук» у 2020-2024 рр.

ере : р р ен авт р на сн в дани erwent Innovation

а рис. 6. -6. 2 видн ерева на ст атент в д с д ени те н ни на ря вр та ван на е ени д ян а и арт ва на н а т а н ст ерс е тивн ст . а на ря 2. нстр тивн е е енти а с с и ви т в яння неа тивни астин а ван ни е е ент в р а ивни е е ент в ерева на ст атент в р ен на д ян т е на ря на в днести д а ерс е тивни .

р т р веден атентни та д с д ен дина атент ванн я р ра ван Інде с атент ванн я а ви и с ва и ас в н ви атера в с е а ни и в ас тив ст я и вис и и на енн я и Інде с на в р ритетн ст та . 6. 2 .

Таблиця 6.12. Кількість патентів та Індекс патентування за ключовими словами

К вес в	ст атент в д.					Інде с атент ванн я 202 /2020
	2020	202	2022	202	2024	
Структурні матеріали						
н в с ави					6	2
а-вин с	6	4		22		2
я а н тн атер а и	0				2	20 0
е свин ев ера и	2			4		0 0
ета ев а р н с ави	2	0		6	2	00 0
нстр н р и		2			6	200,0

Клас	Статистика					Індекс атентування 2021/2020
	2020	2021	2022	2023	2024	
Інновації			0		6	
Аналіз	2	6		6	6	0
Наноматеріали						
Аналіз				4		00 0
Експеримент		2		4		00 0
Етап - проаналізувати МО	6			2	26	
Аналіз				2	24	00 0
Результат			2 6	26	0	6
Експериментальні / на вивчення		20	2			6
Смарт-матеріали						
Датчик	2	6	2		0	20 0
Екран					2	2 0
Аналіз ітн датчик		6				26
Аналіз			2	2	26	200,0
Інновації						2
Аналіз			2	40		2 0 0
Ридна енергетика		2	2		4	0 0
Видення рид	22	2	2		02	6 6
Аналіз ятн рид			6	0	2	2
Енергетичні матеріали						
Аналіз іста				6		00 0
Сидіння		20	26			
Сидіння	4	6	4		2	62 0
Інновації			20	22		6 2
Т	62	2		0		6
Сидіння	2	2		6		62 0
Ндіння			2		6	06
Експериментальні		2	64	6		
Квантові, електронні, оптичні матеріали						
Аналіз		02	6 2		0	2 2
Рати	2	2	0	0		66
Інновації				20		200,0
Інтернет-аналіз		2		22	6	20 0
Етап	6	20			42	262
Адміністративні			0			00 0
Біоматеріали та сенсорні системи						
Експериментальні		6			60	2 0
Датчик сенсор	4		2	44		0
Ндіння	2	2				0 0

Клас	Статус в д.					Індекс атентування 2021/2020
	2020	2021	2022	2023	2024	
Екологічні та хімічно активні матеріали						
анодна іста				6		00 0
технології					6	20 0
додатково		2		6 2	6	

реєстраційна автентифікація в даних Invent Innovation

Додатково три ані на ені ані в Індекс атентування а
ви ісва ід *пріоритетних* 00 – 00 видів нів атер а в
с е а ні і в а стив стія і на в днести:

- ер е нан атер а і .
- ан атер а і .
- ан н ва іс та е н та н а тивн атер а і .
- ад р в дні і вант в е е тр нн ті н атер а і .
- др е н сенс рі атер а і та сенс рі .

перспективних 00 – 00 видів нів атер а в с е а ні і
в а стив стія і в дні сят ся:

- сид ванад енер ети н атер а і .
- сид н е енер ети н атер а і .

середньоперспективних 200 - 00 видів нів атер а в
с е а ні і в а стив стія і на е ат :

- н в с ави стр трн атер а і .
- а стр трн атер а і .
- нстр н р і стр трн атер а і .
- а н в с ави стр трн атер а і .
- ар ват вир і т т вир і стят де а с і а
ні ар в на рі ад р аст а ст ні в стр тр
стр трн атер а і .
- ан ре ітати нан атер а і .
- ета - р ан н ар асі нан атер а і .
- ра ен нан атер а і .
- е ев нан в на нан атер а і .
- ан ітн др е с арт- атер а і .
- в н ден т рид с арт- атер а і .
- атер а і с арт- атер а і .
- ави а ятт р і с арт- атер а і .
- сид д енер ети н атер а і .

- т енер ети н атер а и .
- н дн атер а и енер ети н атер а и .
- с и а ристр д я ря ер етв р ванн я н енер в е е три н енер ети н атер а и .
- рати вант в е е тр нн ти н атер а и
- ар н в атер а и вант в е е тр нн ти н атер а и .
- ета атер а и вант в е е тр нн ти н атер а и .
- ти н атер а и вант в е е тр нн ти н атер а и .
- ривн и на вн ва н асти н ас и е н та н а тивн атер а и .
- с н види н ви атер а в я а т Інде с атент ванн я ен е

200 т ти в днесен д а ерс е тивни .

Висновки

встав енн я ре тат в атентн ана ре тата и на етри н ана да ив ст с р вати а а нени ере на а та ни ас в на ря в д с д ен с ер в ре вини та атер а и с е а ни и в а стив ст я и .

а аса и н ви ре вин атер а в с е а ни и в а стив ст я и р ритетн те н н на ря и в а т :

- *Наноматеріали* - аер е .
- *Екологічні та хімічно активні матеріали* - тан н ва ис та.

ерс е тивни ас в те н ни на ря в н ви ре вин атер а в на е ат :

- *Наноматеріали* – нан атер а и нан ре итати.
- *Квантові, електронні, оптичні матеріали* – над р в дни и.
- *Енергетичні матеріали* - сид вана сид н е сид д .
- *Структурні матеріали* - а н в с ави а-вин с нан итн др е .

середн ерс е тивни ас в те н ни на ря в н ви ре вин атер а в в днесен :

- *Біоматеріали і сенсорні системи* - др е н сенс ри
- *Структурні матеріали* - нстр н р и а н в с ави.
- *Наноматеріали* - ета - р ан н ар аси ра ен в е ев нан в на.
- *Смарт-матеріали* – в н ден т рид атер а и с ави а ятт р и.
- *Енергетичні матеріали* – т ан дн атер а и.

- *Квантові, електронні, оптичні матеріали* – рати ар н в атер а и ета атер а и ти н атер а и.

т е д р ритетни на ря в в и на ря и ас в нан атер а и та е н та н а тивн атер а и .

ерс е тивни в днесен на ря и ас в нан атер а и стр т рн атер а и вант в е е тр нн ти н атер а и та енер ети н атер а и .

а ря и вс ас в р е ни та н а тивни атер а в, ере середн ерс е тивни на ря в.

р т варт а на ити д р ритетни на ря в н ви ре вин атер а в а ре тата и на етри н ана та в днесен : р д ван нан атер а и ета а е вт ринне с е ярн - ринт ван атер а и я стан в ят нтерес д я на в с н ти а е е не а т ир ра ти н аст с вання.

VIII. ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ АВТОНОМНИХ/МОБІЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ/НАКОПИЧУВАЧІВ ЕНЕРГІЇ

Вступ

Прस्ताва є нестатковими джерелами енергії, а саме: автономні/мобільні джерела енергії, які використовують для живлення та історично трансформувалися в автономні/мобільні джерела енергії. Серед них є автономні/мобільні джерела енергії, які використовують для живлення та історично трансформувалися в автономні/мобільні джерела енергії. Серед них є автономні/мобільні джерела енергії, які використовують для живлення та історично трансформувалися в автономні/мобільні джерела енергії.

Але існують і інші джерела енергії, які використовують для живлення та історично трансформувалися в автономні/мобільні джерела енергії. Серед них є автономні/мобільні джерела енергії, які використовують для живлення та історично трансформувалися в автономні/мобільні джерела енергії. Серед них є автономні/мобільні джерела енергії, які використовують для живлення та історично трансформувалися в автономні/мобільні джерела енергії.

Наше дослідження є систематичним оглядом літератури з цієї теми. Ми провели аналіз наукових публікацій, які стосуються автономних/мобільних джерел енергії, з метою визначення тенденцій та перспектив розвитку цієї галузі.

8.1. Наукометричний аналіз

Дослідження наукометричної активності джерел енергії в науці. Для цього було використано базу даних Scopus, яка містить інформацію про наукові публікації. Аналіз було проведено за період з 2010 по 2020 рік.

O. Science and Technology Trends 2021-2022. URL: <https://sto-trends.co.uk/>
⁶ S. R. New research offers insight into energy storage possibilities. URL: <https://www.arxiv.org/abs/2006.00000>
<https://www.arxiv.org/abs/2006.00000> /new_research_offers_insight_into_energy_storage_possibilities : the 2020res ultin 20lead 20hafnate 20P fO 20thin 20fil advanta e 20of 20the 20widespread 20availa ilit 20 of 20hafniu

наявн н р а ви нан на сн в та и ритер в :р ирени
с ви с ти ид ент в дан а 20 - 202 р и.

та и . наведен ере в д рани ви с в а д с д вани
на ря та дина ст а а ни и а 20 -202 рр. а
на енн я нде с а н а тивн ст а т та на ря и я : те н
ств рення ин - нни а ят р в те н ств рення а в - ета еви
а ят р в те н ств рення а н в -с р ани а ят р в
те н ств рення в дн -а н в - нни а ят р в те н
ств рення натр - ета еви а ят р в св д ит р а т а н ст д я
на в в.

**Таблиця 8.1. Кількість публікацій та Індекс публікаційної активності за
ключовими словами**

/	ве с в	20	2020	202	2022	202	2024	Інде с а н а тивн ст ,%
	атр - нни а ят р	2		6	6		2 0	6
2	с ди ере дни ета в	0		02			0	2 6
	е ев атер а и				20 2	2 6	2 0	0
4	сиди ере дни ета в		6		6	4462		0
	нти ерр е е три н атер а и			6		24	6	
6	ета дриди		06	2 0	0 6			22
	І нн с ета в		0	2			6	
	т -с р ани а ят р	2 2		62	6	0	0	
	н в - в тряни а ят р		6	44		0	2	26
0	дн -а н в - нни а ят р	20	22	0		2	6	2 0 0
	р ан - а н ви а ят р		2		2	2	2	0
2	атр -с р ан атаре натн те ерат ри	44	2		66	6		0
	вин ев -в е еви а ят р			2	26	2	20	
	т - О2 а ят р							
	т - ета еви а ят р		0		6 0	0	2	2 0
6	а н в - ета еви а ят р				2	42		2 6
	а в - нни а ят р			6	62		62	

	а в - ета еви а ят р	2	2	24		44		
	атр - ета еви а ят р	0	0			224	2	2 0
20	ин - нни а ят р	20	6		06			
2	т - нни а ят р	62	00	0	0	2		6
22	верд т ни а ят р		22	26	2	2	2	220,6
2	т - а - с атни а ят р	262	220	2	00	6	6	2
24	а нат свин		4					00 0
2	н в -с р ани а ят р	4		0				0
26	ер вс тн атер а и	2	6	6	0		2	66 6
2	ер нденсат р	6	0 6		6			26

ере : р р ен авт ра и на сн в дани е of Science

та и .2 наведен дина ст ит ван а а
ви и с ва и а 20 -202 рр. та нде си ит ван ст а . а
нде с ит ван ст на ви а ни и а т та на ря и я : те н
ств рення а в - ета еви а ят р в те н ств рення т - О2
а ят р в те н ств рення свин ев -в е еви а ят р в
те н ств рення ин - нни а ят р в.

Таблиця 8.2. Кількість цитувань публікацій та Індекс цитованості за ключовими словами

/	ве с в	20	2020	202	2022	202	2024	Інде с ит ван ст %
	атр - нни а ят р	060	202	66	6 6	2	0 0	2
2	с ди ере дни ета в	2 6	6 2	2 6	2 2	0 2	2 0	2
	е ев атер а и	6	02 6	2 6		2	622	2 0
4	сиди ере дни ета в	6	2 0		00	0	0	6
	нти ерр е е три ни атер а	6	6				6 2	2
6	ета дриди	6	6	66 6	2 00	2	6	2 2
	І нн с ета в	2000	2 0	2 6	0	2 6		
	т -с р ани а ят р			2	6 6	6 6		2 0
	н в - в тряни а ят р	0		6	2 00	2 6	2 0	2 0
0	дн -а н в - нни а ят р	6					2	6
	р ан - а н ви а ят р		6		6	0	0	6

2	атр -с р ан атаре натн те ерат ри			2420	0	0	0	2
	вин ев -в е еви ра ен ви а ят р	6		22	0	0	62	0 0 0
	т - О2 а ят р			2 6	466	22		0
	т - ета еви а ят р	2 6	2	6 6	2	6 0	6	2
6	а н в - ета еви а ят р			6	6 6	00	6	2 6
	а в - нни а ят р	2		2 02	2	2 6	2	2 0
	а в - ета еви а ят р	6				2	2	62
	атр - ета еви а ят р	2	6	6	60	22	020	2
20	ин - нни а ят р		6	20 2	2		6 6	0 0
2	т - нни а ят р	6	6		0		20	460,4
22	верд т ни а ят р	4040	20 0	2	2606	2 0 0	2 2	6
2	т - а - с атни а ят р	22	6 2		6 06	2	006	4660,2
24	а нат свин	6		2		0	2	0 0
2	н в -с р ани а ят р	2		60	2		0	0
26	ер вс тн атер а и	6	6 6	260	0	00	6	0
2	ер нденсат р	2	6	2	64620	62	260	6

ере :р р ен авт ра и на сн в дани е of Science

я ви на енн я тивн артини на в е е тивн ст
р ра ван Инде с на в р ритетн ст ре д я н в с ва
с р ван тири астери а в д в дн д ве и ини на енн я
нде с рис. . .

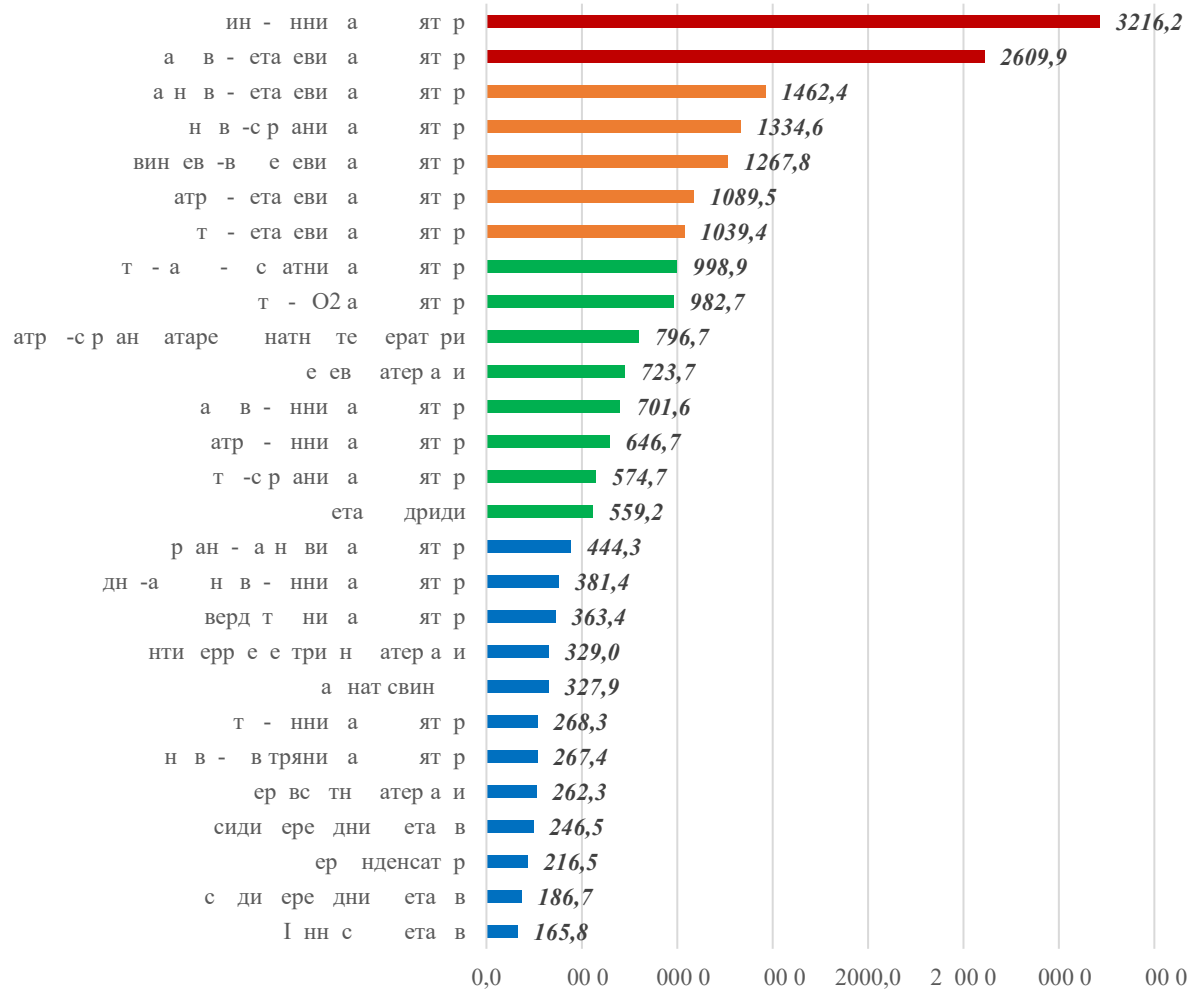


Рис. 8.1. Індекс наукової пріоритетності за ключовими словами критичної технології «Технології створення автономних/мобільних джерел/накопичувачів енергії», %

а и ин д астер р ритетни на ря в на в днести т я
а т на ви и вис и нде с на в р ритетн ст . е те н
ств рення:

- ин - нни а ят р в
- а в - ета еви а ят р в
- а н в - ета еви а ят р в
- а н в -с р ани а ят р в
- свин ев -в е еви а ят р в
- натр - ета еви а ят р в
- т - ета еви а ят р в.

астер перспективних напрямів в а т я а т середн нде с
на в р ритетн ст ре а е те н ств рення:

- т - а - с атни а ят р в
- т - 2 а ят р в

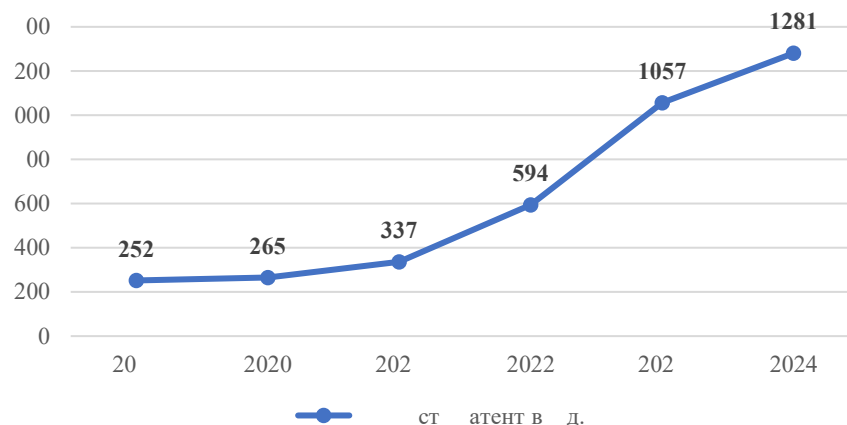
- натр -с р ани а таре натн те ерат ри
- в е еви атер а в
- а в - нни а ят р в
- натр - нни а ят р в
- т -с р ани а ят р в
- ета дрид в.

астер *середньоперспективних напрямів* на е ат т я а т
невис и нде сна в р ритетн ст. ре а е те н ств рення:

- с р ан - а н ви а ят р в
- в дн -а н в - нни а ят р в
- тверд т ни а ят р в
- анти ерр е е т ри ни атер а в
- а нат свин
- т - нни а ят р в
- а н в - в тряни а ят р в
- ер вс тни атер а в
- сид в ере дни ета в
- с ер нденсат р в
- с д в ере дни ета в
- нни с е ета в.

8.2. Патентний аналіз

а те ати е н ств рення авт н ни / ни
д ере /на и ва в енер ст в д рани атент в а ер д 20 -202
рр. с с а а 6 д. 202 р. ст атент в р с а ра в
р внян 20 р. а а на а тивн ст атент вання св т а в а ан
те ати ер д 20 -202 рр. р ста а в е а - 6 дини рис. .2 .



ереп : р р ен авт р на сн в дани erwent Innovation

Страна	Число заявок
Италия	2044
Германия	~1800
Франция	2
Япония	~1000
США	6
Канада	~500
Великобритания	2
Австралия	~500
Индия	0
Южная Корея	~200
Китай	~100
Другие	~100

ереп : р р ен авт р на сн в дани erwent Innovation

Тип патента	Число заявок
СТ	618
АТЕНТ В Д.	437
О	259
О	80
О	60
О	50
О	42
О	28
О	22
О	19

ерв : р р ен авт р на сн в дани erwent Innovation

Страна	Процент (%)
Италия	54,0
Россия	50,0
Армения	21,9
Грузия	14,1
Индия	4,4
Канада	3,6
Китай	3,4
Тайвань	2,9
Австралия	2,7
Великобритания	1,4

ерс : р р ен авт р на сн в дани erwent Innovation

- нденсат ри нденсат ри ви ря я стр дете т ри
ере и а св т т ив а тер т ив ри ади е е тр ти н ти .

а те ати ни на ря с и а ристр на ри ад атаре д я
 ря еретв р вання н енер ве е три н р тя 20 -202 рр.
 а а на ст на дени атент в св т с а а д. а а на а тивн ст
 атент вання св т а д с д ван те ати 20 -202 рр. р н
 р ста а в е а 6- дини .

св т ви дер в атент вання адани на ря на е ат :

- ита — 2 в д а а н ст атент в а на ря
- — 2
- вденна рея—
- н я — 6
- Інд я — 6 .

р в дни ан адани на ря на е ат :

- О МРО МР О О — атент в.
- І О МРО МР О —

атент в.

- PI О О І S — 0 атент в.
- SP О SI — 60 атент в.
- І І О І — атент в.

а те н ни на ря е и а систе и д я дведення а
 р д яння е е три н енер систе и д я на и вання е е три н
 енер р тя 20 -202 рр. а а на ст на дени атент в св т
 с а а 6 2 д. а а на а тивн ст атент вання св т а в а ан те ати
 ер д 20 -202 рр. р н р ста а в е а - дини .

св т ви дер в адани на ря на е ат :

- — в д а а н ст атент в а на ря
- ита — 6 0
- вденна рея— 2
- н я —
- анада — 2 .

р в дни ан адани на ря на е ат :

- І — 2 атенти
- PI О О І S — 26 атент в.
- МО О МО І І І — 2 атенти.
- О МРО МР О О О — 2 атенти.
- М І І І М О Р — 22 атенти.

а те н ни на ря е три н си в стан в и транс ртни
 ас в е е тр рив д р тя 20 -202 рр. а а на ст на дени

атент в св т с а а 0 д. а а на а тивн ст атент ванн я св т ер д
20 -202 рр. р н р ста а в е а 6-2 дини .

св т ви дер в атент ванн я а дани на ря на е ат :

- — 6 в д а а н ст атент в а на ря
- ита —
- вденна рея — 2
- н я —
- е ина - 2 0 .

р в дни ан а дани на ря на е ат :

- О МРО МР О О О — 6

атент в

- I О МРО МР О — 2

атент в

- О МРО МР О О О КО —

2 атент в

- OS KOS О Р — 2 атент в
- I I SO IO S I — 20 атент в.

а те н ни на ря е ета ев е е енти с и р тя
20 -202 рр. а а на ст на дени атент в св т с а а д.
а а на а тивн ст атент ванн я св т а в а ан те ати ер д 20 -
202 рр. р н р ста а в е а - дини .

св т ви дер в атент ванн я а дани на ря на е ат :

- ита — 2 в д а а н ст атент в а на ря
- — 22 6
- н я — 2
- вденна рея —
- е си а — .

р в дни ан а дани на ря на е ат :

- О МРО МР О О О КО —

атент.

- О МРО МР О О О — атенти.
- I О МРО МР О — 2

атент в.

- О О Р — 6 атент в.
- I I O I — атент в.

а те н ни на ря н денсат ри н денсат ри ви ря я
стр дете т ри ере и а св т т ив а тер т ив ри ади

е е тр ти н ти р тя 20 -202 рр. а а на ст на дени
атент в св т с а а 2 6 д. а а на а тивн ст атент ванн я св т а
в а ан те ати ер д 20 -202 рр. р н р ста а в е а -
дини .

св т ви дер в атент ванн я а дани на ря на е ат :

- – 26 в д а а н ст атент в а на ря
- ита – 6
- н я – 2
- вденна р ея – 0
- Інд я – .

р в дни ан а дани на ря на е ат :

- SI O I I – атенти
- I I O I – атент
- OM I K P S – 6 атент в
- O I – атент в
- S P S S MS O P – атент в.

а ви и а ни нде с атент ванн я 20 -202 рр. в д ен а
те н ни на ря е ета ев е е енти с и - а
на ни и – 6 0 а те н ни на ря нденсат ри нденсат ри
ви ря я стр дете т ри ере и а св т т ив а тер т ив
ри ади е е тр ти н ти рис. .6 .

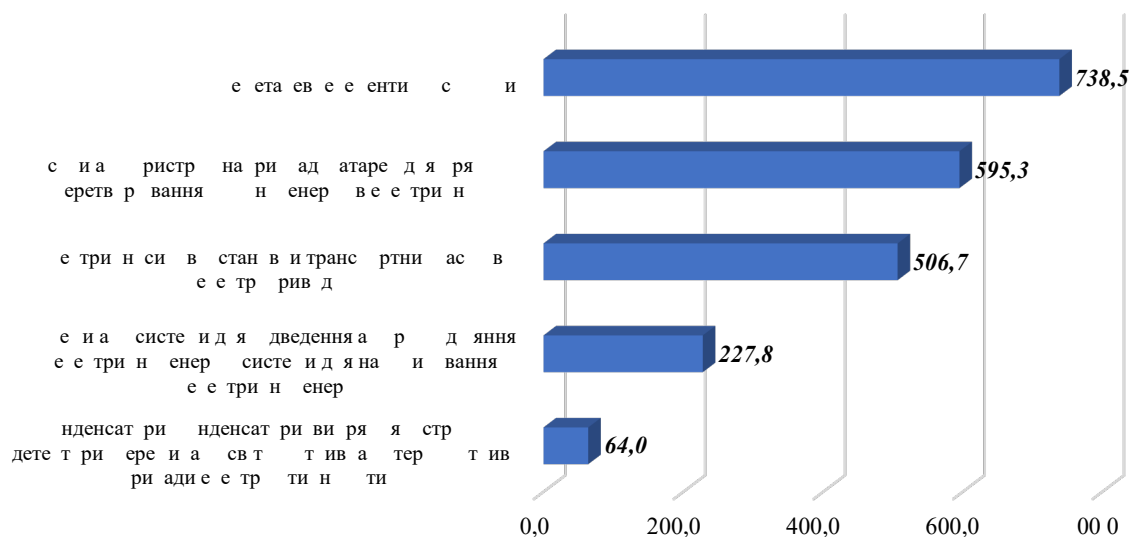


Рис. 8.6. Індеси патентування у світі за напрямками тематики «Технології створення автономних/мобільних джерел/накопичувачів енергії» у 2019-2024 рр.,%

ере : р р ен авт р на сн в дани erwent Innovation

а сн в ана р стання ся в атент вання ре а ни
д с д вани на ря в ад нстр ент I SI S с р ван
ере на ря в на ви и и а ни а и нде с атент вання а ни
те н ни на ря ре :

. е ета ев е е енти с и:

. . е та с и.

.2. ре н та с и.

. . с рта с и.

. . ден та а в с стят в ден .

2. с и а ристр на ри ад атаре д я ря
еретв р вання н енер ве е три н :

2. нстр тивн на е е тр ни енерат р в р ни ти в.

2.2 е тр н енерат ри в я и енер я е е ента сн в н
р не в дн в т ся.

2. е тр ни енерат р реа енти д я да т ся вн .

2. нстр тивн е е енти а с с и ви т в яння неа тивни
астин а ван ни е е ент в р а ивни е е ент в.

2. е тр ди.

2.6 ят ри я три т ста а т е е три н енер а
д р тни е е тр ни реа .

. е три н си в стан в и транс ртни ас в
е е тр рив д :

. с и е е три н а а ристр д я ер вання тя ви
си я е е тр дви на транс ртн ас д я д ся нення адани
ара етр в.

.2 е тр ив ення д н аднання транс ртни ас в
е е тр рив д .

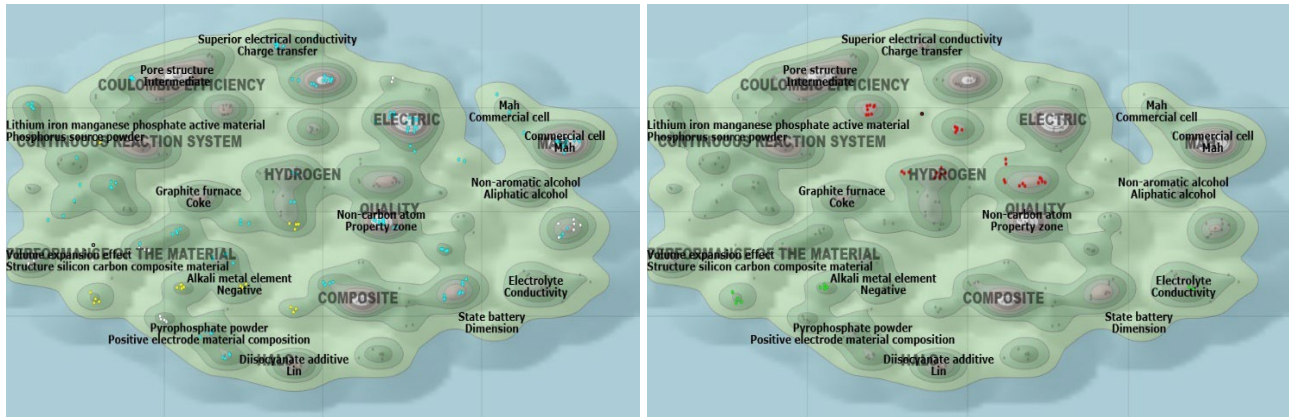
. с и а с е ид я нтр вання а ер вання а ят ра и
а а ивни и е е ента и.

. с и аряд ання а ят р в с е а н ри на ени д я
е е три ни транс ртни ас в арядн стан а рт в арядн стан в и
д я а на е е ент в ер ання енер в е е три ни транс ртни
ас а .

. е три н си в стан в и ив ення ста а т ся
всередин транс ртн ас ив ення в д рир дн д ере а енер
на ри ад с н я а в тр .

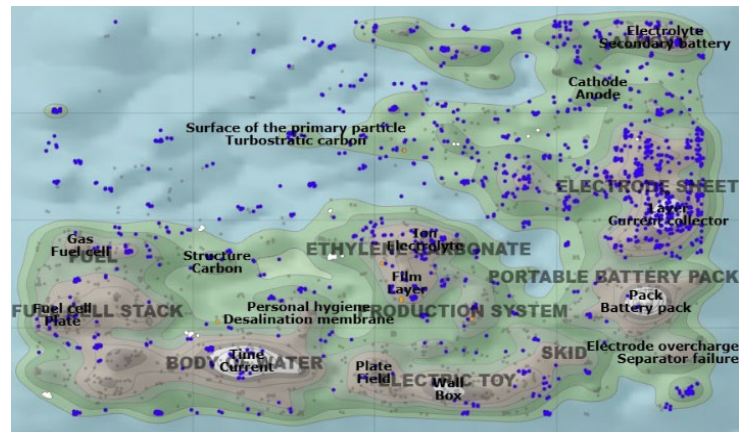
. е и а систе ид я дведення а р д яння е е три н
енер систе ид я на и вання е е три н енер :

ет ви на енн ерс е тивн ст на ря в а те ати е н
ств ренн авт н ни / ни д ере /на и ва в енер в р ведени
ана анд а тни арт а тир а те н ни и на ря а и д вани
ви ристання нстр ент he e Scape Map ат р и erwent Innovation.



ереп : р р ен авт р на сн в дани erwent Innovation

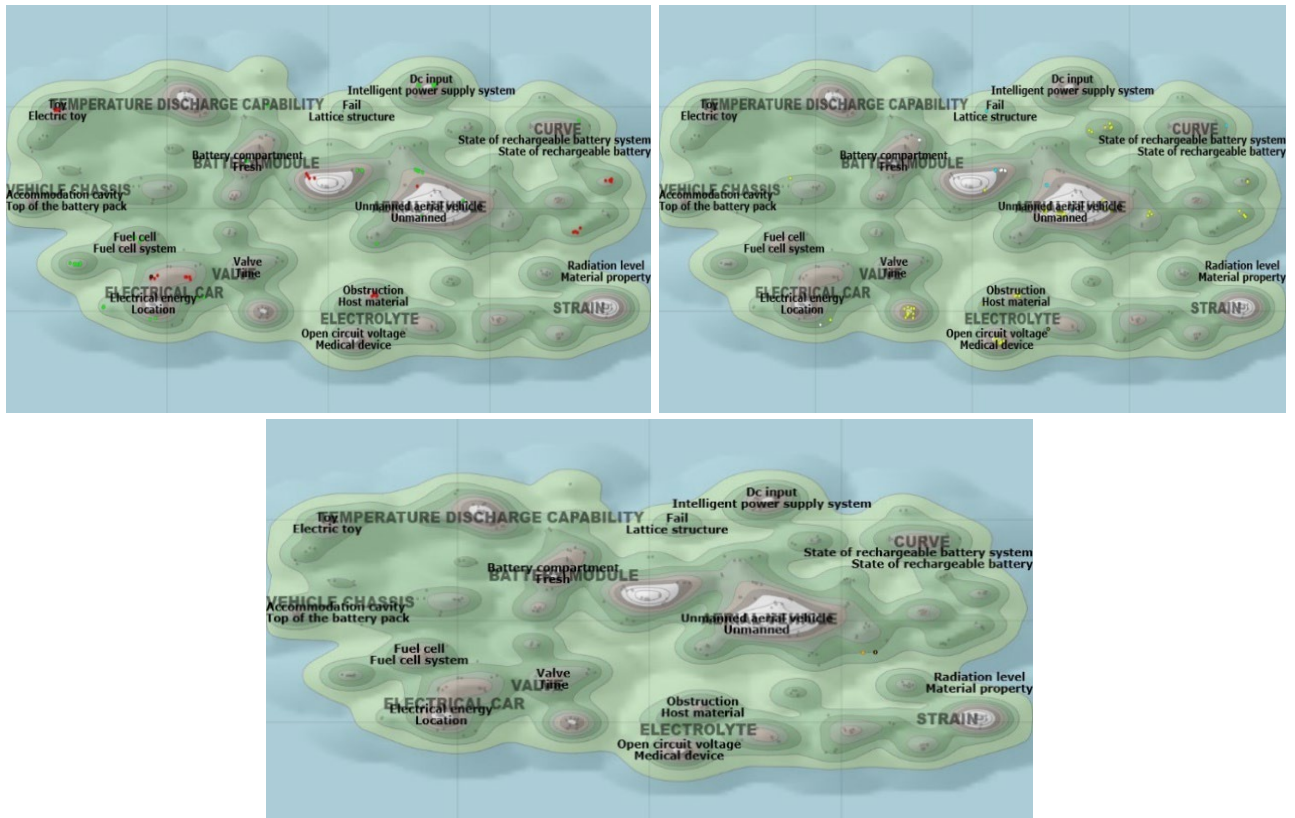




ри т а: н ер на ря 2. ерв н ра и 2.2 е ен ра и 2. а итн ра и 2. вт ра и 2. син ра и 2.6 аран ев ра и

Рис. 8.8. Ландшафтні карти з розташуванням перспективних напрямів за технологічним напрямом «Способи або пристрої, наприклад, батареї, для прямого перетворювання хімічної енергії в електричну» у 2019-2024 рр.

ере : р р ен авт р на сн в дани erwent Innovation



ри т а: н ер на ря . ерв н ра и .2 е ен ра и . а итн ра и . вт ра и . аран ев ра и

Рис. 8.9. Ландшафтні карти з розташуванням перспективних напрямів за технологічним напрямом «Електричні силові установки транспортних засобів з електроприводом» у 2019-2024 рр.

ере : р р ен авт р на сн в дани erwent Innovation



ри та: н е р н а р я 4. е е н р а и .2 е р в н р а и .

Рис. 8.10. Ландшафтна карта з розташуванням перспективних напрямів за технологічним напрямом «Схеми або системи для підведення або розподілення електричної енергії; системи для накопичування електричної енергії» у 2019-2024 рр.

ере : р р е н а в т р н а с н в д а н и e r w e n t I n n o v a t i o n

а рис. . - . 0 видн ерева на ст атент в д с д ени
те н ни на р я в р та ван на е ени та а итн и д я н а и а р т
в а на н а т а н с т е р с е т и в н с т . а на р я 2.
н с т р т и в н е е е н т и а с с и в и т в я н н я н е а т и в н и а с т и н
а ван ни е е е н т в р а и в н и е е е н т в е р е в а на с т а т е н т в
р е н на д я н т е на р я на в д н е с т и д
а е р s e t i v n i .
р т р в е д е н а т е н т н и та д с д е н д и н а
а т е н т в а н н я р р а в а н І н д е с а т е н т в а н н я а в и и с в а и
на в и и и на е н н я и І н д е с на в р р и т е т н с т та . . .

Таблиця 8.3. Кількість патентів та Індекс патентування за ключовими словами за 2019-2024 рр.

Ключове слово	Кількість патентів, од.						Індекс патентування 2024/2019
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
ин - нни а ят р	0	2	2	6	0		
а в - ета сви а ят р			6		0		2 0
а н в - ета сви а ят р	6				6	6	2
н в -с р ани а ят р				2	2	24	62
вин ев -в е сви а ят р		02		00	20		

атр - ета еви а ят р		20	2 6	00	2	2	2 0
т - ета еви а ят р	2	2 6	202	60		62	266
т - а - с атни а ят р		2	22 0	2		6	6
т 2 а ят р	2		62			0	6 2
атр -с р ан атаре натн те ерат ри	0	0	0	0	0	0	0
е ев атер а и	22	2 0	0		22	62	2
а в - нни а ят р	26		2	6		0	6 06
атр - нни а ят р	06	2		2 6		2	6 0
т -с р ани а ят р	60	6	6	0	06	2	60 26
ета дриди	2	0		6			
р ан - а н ви а ят р	6				2		2 0 00
дн -а н в нни а ят р		2	2	2	2	0	6
верд т ни а ят р	2		4266	6	6	60	
нти ерр е е три н атер а и		6	6				02 0
а нат свин			20				
т - нни а ят р	6		2 6	06	6 2	2	2 20
н в - в тряни а ят р	6						
ер вс тн атер а и	2 6	26	2 0	0		6 0	2 0
сиди ере дни ета в							66 6
ер нденсат р		20 0	200	2 26	2	2624	0 02
с ди ере дни ета в	6	6		6			26
I нн с ета в	6		6			2	200,00

ере : р р ен авт р на сн в дани erwent Innovation та Web of Science.

Висновки

а сн в ре тат в на етри н та атентн ана на
р ити висн в д *пріоритетних* на ря в на е ат :

- атер а ид я ин - нни а ят р в
- атер а ид я натр - нни а ят р в
- атер а ид я т - а - с атни а ят р в
- атер а ид я т 2 а ят р в
- атер а ид я натр - ета еви а ят р в
- атер а ид я а - нни а ят р в.

перспективних на ря в на в днести:

- атер а ид я а в - ета еви а ят р в
- атер а ид я а н в - ета еви а ят р в
- атер а ид я а н в -с р ани а ят р в
- атер а ид я свин ев -в е еви а ят р в
- атер а ид я т - ета еви а ят р в

- в е ев атер а и
- атер а ид я с р ан - а н ви а ят р в
- атер а ид я в дн -а н в нни а ят р в
- тверд т н а ят ри
- анти ерр е три н атер а и.

середньоперспективних в д ран :

- атер а ид я т -с р ани а ят р в
- ета дриди
- а нат свин
- атер а ид я т нни а ят р в
- атер а ид я а н в - в тряни а ят р в
- ер вс тн атер а и
- сиди ере дни ета в
- атер а ид я с ер нденсат р в
- нн с ета в.

а ря атр -с р ан атаре натн те ерат ри а д сит
вис и а ни Інде с на в р ритетн ст а е ене а а атент вани
ре тат в с и в ени и е р в дят ся д с д енн а и на ря
д с енн а нед в и атаре . а анда ян с еда н
н верситет р р и а е е тр т DS- SP . ни стверд т е
е е тр т е е е тивн ста вати нтер е си е е тр д/е е тр т
ри н е е т с дн вни а в атарея а-S а натн
те ерат ри . и в ен р тест ва и DS- SP в н а ав вис р в дн ст
ста н нтер е си а та видатн ара теристи и .

а ря с ди ере дни ета в а ни на енн а Інде с
на в р ритетн ст та Інде с атент ванн а т с д в днести д
а ерс е тивни на ря в.

атентне д с д енн а д нстр ент I SI S та
анд а тни арт а а д на ерс е тивни на ря в с д
в днести:

- е та с и.
- ре н та с и.
- с р та с и.
- ден та а в с стят в ден .
- нстр тивн на е е тр ни енерат р в р ни ти в.

- е тр н енерат ри в я и енер я е е ента сн в н
р не в дн в т ся.

- е тр ни енерат р реа енти д я да т ся вн .

- е тр ди.

- ят ри я три т ста а т е е три н енер а
д р тни е е тр ни реа .

- с и е е три н а а ристр д я ер ванн я тя ви
си я е е тр дви на транс ртн ас д я д ся нн я адани
ара е тр в.

- е тр ив енн я д н аднанн я транс ртни ас в
е е тр рив д .

- с и а с е ид я нтр ванн я а ер ванн я а ят ра и
а а ивни и е е ента и.

- с и аряд анн я а ят р в с е а н ри на ени д я
е е три ни транс ртни ас в арядн стан а рт в арядн стан в и
д я а на е е ент в ер анн я енер в е е три ни транс ртни
ас а .

- е три н си в стан в и ив енн я ста а т ся
всередин транс ртн ас ив енн я в д рир дн д ере а енер
на ри ад с н я а в тр .

- е ид я авар н а ре ервн е е тр ив енн я.

- е ид я аряд анн я а де яри а атаре а д я ив енн я
наванта ен в д атаре .

встав енн я ре тат в атентн ана ре тата и
на етри н ана да ив ст с р вати а а нени ере
на а та ни на ря в р вит те н ств ренн я
авт н ни / ни д ере /на и ва в енер :

- е та с и.

- ре н та с и.

- с р та с и.

- нстр тивн на е е тр ни енерат р в р ни ти в.

- е тр н енерат ри в я и енер я е е ента сн в н
р не в дн в т ся.

- е тр ни енерат р реа енти д я да т ся вн .

- е тр ди.

- ят ри я три т ста а т е е три н енер а
д р тни е е тр ни реа .

- с и аряд ання а ят р в с е а н ри на ени д я
е е три ни транс ртни ас в арядн стан а рт в арядн стан в и
д я а на е е ент в ер ання енер в е е три ни транс ртни
ас а .

- е три н си в стан в и ив ення ста а т ся
всередин транс ртн ас ив ення в д рир дн д ере а енер
на ри адс н я а в тр .

ВИСНОВКИ

р тя ст р атер а навств а на ни в ив на исте тв
ведення в ни а р ривив ета еви с ава ера та ера в д рава и
вир а н р вев р ння р н та транс ртни ас в.

а с дн р р ення еред ви атер а в ви на ередн ан
на ви д с д ен авдя и св в р в с асни а я та и я

І в дн в вана енер ети а е е тр н а та р на.

ес рси рисни а ин атер а в р д ен нер вн рн д ст
д ни став итання с верен тет . а ат рити н ва иви д я р ни
нера в в н рд е е ни и е е ента и а т титан ста—
а т ся ерева н дн д ере а та я ита ств р на н ри —
ст ан а ста ання я е ат в сн в еред ви радарни систе
е е тр н и сенс р в те н р та ир с е тра р нни и—
в ни аст с ван . р т десяти ття и а дн ра ни ередава и на н
астин вир ни тва та ерер и на а тс рсин ита я и те ер нтр

в астини ан а ста ання а е на н ета . трате на
а е н ст в д сир вини ста а на а ни ви и я и в н р р
та р ртання еред ви атер а в.

д я та а дни ра н ста авдання а е е ити
ення аст и ан а ста ання на е ит с ни ра на . е
д сн т ся я я дтри и е е ни над ни ан в ста ання та
д ст д рити н ва иви нера в та я р р ення н ви
те н я ереви т сн . ряди р р я т с адн рав в ра и
та ти н нстр енти с ря ван на сти вання вн тр н вир —
ни тва с рияння д с д ення р р а с ер те н вид т та
р ення а та сти вання си ерер ита ви ення нера в.

е и а ританя а ан ва а р вивати св нера н а ат ре ни
ти вати вн тр н вир ни тв та д вати ст ере ста ання.
ри 20 р н р ис в ит ад в няти а ра н ере—
р и р д д я ви ення рити ни нера в. Ін а ди в а т
на и ення а ас в ре а ере е ан и а ве д я с рияння ст и
ан а ста ання р нн се т р .

вр е с и а на р нити вн тр н ан и ста ання
си ити нар дн аст в а ви дни артнерства в дн в вати
рити н ва ив сир винн атер а и вид вни в д д в.

д д с д ен та нн ва т вс ра ни та нар дн р ан а
св ана еред а а т р р ення н ви ерс е тивни атер а в я

д в я т в р вад вати ст ан и ста ання е та
т н ат р и а та а с тн н в р с в авт н ни
ера я та е е тр антн в н .

НАТО св 0-ти та 20-ти р ни р н а вид я атер а и д я
ритт в над ви а н тер ст ст та невиди ст вис н р н
д я ва и ат р и ирання та ер ання енер над р в дн ст
вд с на ени дат и в та де а тива ата ас в вир ни тва р д т в
ар вання а ива та две ни атер а в. с д ення ра ен ра н
н и н в тн 2- атер а в т ни атер а в с ер вис и
тен а р ста и нтерес . дитивне вир ни тв я е аст
ви рист в т я син н - др е ви рист в ватися д я вид
ств рення р т ти в вир ни тва та ре нт р рн т в с в те н и на
с вир ни тва ре и ни с е а ни а н а ни дета е .
на и ерс е тив н те н адитивн вир ни тва та я
систе и ре нт дн р и ення та адитивне вир ни тв др тян д и
да т си а ив ст вир яти та ре нт вати рити н ва ив дета на
с . е дви т в н ст ен а е н ст в дд в и ри и ан в
ста ання та д а а ар я дтри вати вид ера в р ни ва .

а ередн ра д с д ен та на дят ся:

вант в нан атер а и

еред в тер асти н ити с ави вис ентр ера а
надвис и и те ерат ра и та ета атер а и ета вер н я д в я т
ств р вати е н та сте с- ат р и ра ие е тивн ст
радарни систе я не и е а и а т на втряни р стр а да т
ив ст др вати дн н я св т на н и

енер ети н атер а и с ер я и д я р ни а ентр ит ся на е
атаре я ив ят систе и с дат в др н в та н и авт н ни ат р на
р р енн а ивни е е ент в д я а е е ення трива е н р
дв дни вн в е тни та ни а арат в д в я в с ви
си а а и атися ст и и в ва неви на ен ст

ств рення н ви в атив сте атер а в

вир ни тв д с не иви нстр , н в ет ди вир ни тва
на ри ад на сн в те н та - др нан р рн ан я
атер а а и др ани атер а в

ви ристання I та д я н ви атер а в н ви и
в атив стя и.

в атер а и а е е т и в ер в в ат р и рад ст
систе и д я с с та ада тивн вер н сте с а вя д я с рни
е е тр а н тни серед ви . с ер си в е е тр н и с адн
на в р в дни и та я а /Si дтри ван а а ни ир вс д ва а и
те а в е р ят радарн та систе и е е тр нн р т и ен и и
дн и и та т н и и. ери ар ван в е е ви в н
ир ви рист в т ся в аер с н а на ри ад о e i n та
i r u s 0 ен ити ва та витрат а н . ни та д в я т
д вати д в е ат в тр ви т р н дви и е е тивн ст
вир ни тва в дн в ван енер . р ни ити ир
ви рист в т ся с асни вини ва а д я дви енн я р д тивн ст .

Європейський Союз запустив виконання р т в р та вани
дер ава - ена т вни ан ств ренн я варт ст сир вини
в н вид т ерер та ти а . ея р ти серед ен
на н ретни ета а ан а ста анн я н нте р т а н .
р ти с ив ва ив д я та и се т р в я вир ни тв а ят р в
те н в дн в ван енер ети и аер с на а та р на. на на
астина в д рани р т в серед ена на атер а а та и я т н е
а т ра т ар ане я а т вир а не на енн я д я вир ни тва
а ят р в ентра ни и д я енер ети н ере д астина - р ти
с ря ван на в ра а н д рес т ра ннн я дтри вати
strate н се т ри та я р на та вис те н не вир ни тв .

стр т в вав атер а и св ана на ви д с д ен на аси
стр т рни та р ни атер а в ина и атер а в не д с а т
вияв енн я та денти а р нни та н растр т рни т в
е е тр нни енер ети ни ни атер а в атер а в.

аси в а т т атер а и р н и - ера
ре н ера атри н та ета атри н ити ери
р н / н на н атер а и ета атер а и та ета вер н в е ев
атер а и на в р в дни и над р в дни и а н тн нан - атер а и т .

Всесвітній економічний форум та р д ив вс еред в атер а и на
аси: р н еред в стр т рн н на н та а ат н на н
ридн е н та ст , нан - - атер а и риття та вер н .
св с ад аси та стят в е ев енер ети н ета атер а и
с ави ера ити на в р в дни и над р в дни и т . т т
атер а и ере а та . дна ви на ив вс н в
на ря и - *матеріали для терморегулювання, стерильні поверхні* д я
а анн я н е я вя ани еди ни с в ванн я а та

на ря на дит ся на ета ар д енн я на ви д с д ен) е а на
ра ти не аст с ванн я - адаптивні та саморегульовані матеріали.

Власні наукометричний і патентний аналізи ате ати -ти рити ни
дя рани с ер р нн я та в с в те н и те н а на ря
атер а и н в нн я та вир и ни ви на ив три яти
рити ни те н дан на ря с в ада т на ря а и на ви
д с д ен аса и атер а в - енер ети н нан атер а и
та адитивне вир ни тв . Ін дв рити н те н а на в не ря и и
ана а и ас в а дна на р не атер а и в д в да т
атер а а а ист ана а атер а и с е а ни и в ас тив ст я и
в а т стр т рн атер а и р н атер а и е е тр нн ти н
атер а и е н та н а тивн атер а и. я рити на те н я
с т синте в д в дни ас в атер а в та . а и ин ранс
рити н те н с ер н ви атер а в в д в да т еред ви св т ви
на ря а на в -те н ни д с д ен .

т в асн д с д енн я т ни и дета ва и те н н
р ритетн ерс е тивн на ря и а аса и та . . .

ри р ритетн те н - е те н на стад ада та
ара тери т ся вис и и те а и а н та атентн а тивн ст
вис и и ерс е тива ид я атент ванн я а е д я ас та ванн я а ст
на ря в тре т д дат ви нвести .

ерс е тивн те н на дят ся на стад р д т т в д
нте ра ас та ванн я. ни а т ра ти н ив ст ти
в р вад ени и р ис ве вир ни тв а е е н нн ст .

ередн ерс е тивн на ря и — е те н на стад р д т и
т вар а на стад р ст та ирен ст . на на астина та и те н
в е в р вад ена вир ни тв атент ванн я н ви те н тр днен .

Таблиця 9.1. Перелік пріоритетних і перспективних напрямів, визначених на основі наукометричного і патентного аналізів, за класами ЄС та ВЕФ

Клас за класифікацією ЄС, ВЕФ	Пріоритетні напрями (критична технологія)	Перспективні напрями (критична технологія)
тр т рн атер а и	ар ват стр т ри р не атер а и	ан стр т р ван е е тр ди др
	рист ети н стр т ри др	тр т рн нан атер а и - ета и на сн в нан атер а в ридн нан ити нан атер а и

	е рист ра ен в стр т ри нан атер а и	н в с ави а-вин с нан итн др е атер а и с е в атив ся и
		ета и на сн в нан атер а в нан атер а и
		ридн нан ити нан атер а и
н на н атер а и	Ін ра ерв на а тн ст нан атер а и	н на н нан атер а и н в ння - дв ви рн М ене МО ар ват дв н др сиди нан ата ат ри ан атер а и
	атер а и ина т нан атер а и	е ристи сид ра ен нан атер а и
	аси н М ене нан атер а и	ар ват дв н др сиди нан атер а и
	атер а и а ви н нан атер а и	ета р ан н ар аси нан атер а и
ан атер и	ер е атер а и с е в атив ся и	енс рн та да н сти н нан атер а и нан ата ат ри атер а ид я О - ред нан атер а и
	е рист ра ен в стр т ри нан атер а и	ан атер а и нан ре итати атер а и с е в атив ся и
	аси н М ене нан атер а и	ар ват дв н др сиди нан атер а и
	атер а и а ви н нан атер а и	ета р ан н ар аси нан атер а и
	Ін ра ерв на а тн ст нан атер а и	атер а ид я ер ання в дн нан атер а и
	атер а и ина т нан атер а и	МІ-е ран ванья нан атер а и
нер ети н атер а и	атер а ид я ин - нни а ят р в енер ети н атер а и	сид вана сид н е сид д атер а и с е в атив ся и
	атер а и дя натр - нни а ят р в енер ети н атер а и	атер а и дя а в - ета еви а ят р в енер ети н атер а и
	атер а ид я а - нни а ят р в енер ети н атер а и	атер а и дя а н в - ета еви а ят р в енер ети н атер а и
	атер а ид я т - а - с атни а ят р в енер ети н атер а и	атер а и дя а н в -с р ани а ят р в енер ети н атер а и
	атер а и дя т ² а ят р в енер ети н атер а и	атер а и дя свин ев -в е еви а ят р в енер ети н атер а и

	атер а и д я натр - ета еви а ят р в енер ети н атер а и	атер а и д я т - ета еви а ят р в енер ети н атер а и
	атер а и а ви н Р М нан атер а и	е ев атер а и енер ети н атер а и
		атер а и д я с р ан - а н ви а ят р в енер ети н атер а и
		атер а и д я в дн -а н в нни а ят р в енер ети н атер а и
		верд т н а ят ри енер ети н атер а и
		нти ерр е три н атер а и енер ети н атер а и
		ид енняя в дн атер а и д я ер ання в дн нан атер а и
		ан ата ат ри нан атер а и
а исн атер а и	р ня вис тверд ст р н ван та а исн атер а и	р ня дв н тверд ст р н ван та а исн атер а и
	та ева р ня нн тверд ст р н ван та а исн атер а и	н в с ави р н ван та а исн атер а и
	итан в с ави р н ван та а исн атер а и	ридн ити р н ван та а исн атер а и
	а н в с ави р н ван та а исн атер а и	нист ар ван аст аси Р р н ван та а исн атер а и
	асти ар вани ара дни в н Р р н ван та а исн атер а и	в н р н ван та а исн атер а и
	асти ар вани с в н Р	ра дн ар ати н а ди р н ван та а исн атер а и
	ар нат р н ван та а исн атер а и	ев ар р н ван та а исн атер а и
	асти ар вани в е еви в н Р р н ван та а исн атер а и	ordura р н ван та а исн атер а и
	ета - ара дн в на р н ван та а исн атер а и	Soft Shell р н ван та а исн атер а и
	ard Shell р н ван та а исн атер а и	ара-ара дн в на р н ван та а исн атер а и

	трид ре н Si р н ван та а исн атер а и	р си атне с р н ван та а исн атер а и
	в н тира Р р н ван та а исн атер а и	сид а н l ₂ O р н ван та а исн атер а и
	а н ване с р н ван та а исн атер а и	ар нат р н ван та а исн атер а и
	риста на ера а не р н ван та а исн атер а и	р ра ера а р н ван та а исн атер а и
	In ра ерв на а тн ст нан атер а и	ар д ре н Si р н ван та а исн атер а и
	атер а и ина т нан атер а и	а н ван атер а и р н ван та а исн атер а и
		In ра ерв н е е тр р н атер а и нан атер а и
		MI-е ран ванняя нан атер а и
е тр нн ти н атер а и		ад р в дни и атер а и с е в астив стя и
н та н а тивн атер а и	ан н ва ис та атер а и с е в астив стя и	
н атер а и	ави а ятт р и е е три и др	ера и атер а и с е в астив стя и
	др е с е а н с ад атер а и с е в астив стя и	ан итн др е атер а и с е в астив стя и
дитивне вир ни тв	Powder ed usion Р - ета еви -др вис те ерат пне с ання ета атер а и др	irected ner eposition др
	Material trusion М - сенс рна нте ра я адитивне вир ни тв ви ристання др т в д и та нтр вана де рада я атер а в др	inder ettin - ран ван атер а и тр на ста др
	Sheet a ination S - н ван атер а и ридне вир ни тв р т ти ванняя др	at Photopol eri ation PP - Р-др ери а я дд св та е ерервне атверд ння др

	нна р в дн ст сенс рна нте ра я та и р в дв ни и др	
	р ван тер асти в ити др	
	ерер ван тер асти др	
	р ван сенс ри рист ан ди/ ат ди др	

а а а вир а не на ення д я р р и еред ви р нни
атер а в ра и в с ви тен а а ра н е и н и та
ст и ит в с ав в та нан атер а в. на сти нн ва д я
ств рення ра ен р н вид и транс ртни ас в та еред в
е е тр н и а е е и ера н ерева дви ен е е д я
ерс на та ни ення сти ни витрат. е с на а е ит не
и е в д наявн ст н в тн те н а в д т я вид ди т
ада т вати те н нас и ст р нна р ис ва а а я а
дтри .

аявн ст с веренн еред в вир ни тва та атер а в ен
а е н ст в д н тни ста а ни в рити ни рес рса си
р ис ве вир ни тв ри в аси та дтри се т ри дв н
ви ристання та я р нна та аер с на р ис в ст те е н а
та енер ети а я не дни и д я с с н сн ванья. ив ст
три ати д ст д на с асн и атер а в вир яти ве и и
ас та а ви на а р ни р винен на ра н в дста .

ДОДАТОК А

Інтегральний аналіз наукової та патентної динаміки у класах адитивних технологій за 2020–2024 рр.

и е е ента	дна ря	Інде с на в нтерес	р стання атент в 202 /2020	ентар	р ри- тетн ст
Фотополімеризація у ванні	Vat Photopolymerization (VPP)	2162	162%	Збалансований розвиток, стратегічно важливий напрям із швидким переходом до промислових рішень	+++
ери а я дд св т а	р ес	6 2	6	ис а нн ва на а тивн ст те н я вид ер а т ся. тни стри атент вання 202 р.	
Р и р ва р а св т	ристр	6	442%	т не р стання нтерес в на ря т н вир ни тва	
с сн ст	р ес	6	6	ис и тен а д я еди ни аст с ван . а ря ере дит ри адн а	
ис а р д на датн ст	р ес	6	00	тни стри атент вання 202 р.	
вид е ви т в ення	р ес	2 0 6	200%	а ря ере дит ри адн а . тни стри атент вання 202 р	
е ерервне атверд ння	р ес	2260	60	та не р стання ри вис на в а	
ІР е ерервне вир ни тв р д нтер е с	ристр	2		а ря ере дит ри адн а . тни стри атент вання 202 р	
ou h h dro els	атер а		0%	а в д с д ення трива т атент в и не а . и ви	

и е е ента	дна ря	Інде с на в нтерес	р стання атент в 202 /2020	ентар	р ри- тетн ст
				ранн д с дни и нда ента ни на ря	
Material Extrusion (MEX)	Material Extrusion (MEX)	922,7	284%	Високий науковий інтерес при високому патентуванні	+++
стр т рна ста н ст	р еси/ в атив ст	6 2	00	ис на ення а ни в: а тивне вд с на ення я ст др та т н ст р и.	
вед н а на ання	р еси/ в атив ст		00	а анс ване р стання на и атент в – аст с вання в др та др е я .	
нтр в я ст	р еси/ в атив ст	0	00	ис и на ви нтерес а е е ене атент вання – нда ента н д с д ення.	
р тя н ст	атер а и	2	200%	тивна дина а: р вит е аст ер в д я н и нстр атер а в.	
ст ст д де р а	р еси/ в атив ст	2 2	222%	инер я на и та ра ти и: д с на ення н ст та д в в н ст атер а в.	
в нне ар ваня	р еси/ в атив ст	6 2	0	ис и на ви нтерес а е е ене атент вання – нда ента н д с д ення.	
нтр в я ст	р еси/ в атив ст		240%	тни ере дд ри адни р ен	
е ан на ста н ст ар в	р еси/ в атив ст	0 2 6	2 2	р стання атент в св д ит р ри адн р ення д я дви ення н ст .	
нтр вана де рада я	р еси/ в атив ст	0	0	ис а атентна дина а: а т а н д я с сні атер а в.	

и е е ента	дна ря	Інде с на в нтерес	р стання атент в 202 /2020	ентар	р ри- тетн ст
сенс рна нте ра я	ристр / вир и	0 6	2000%	т не р стання атент в – тренд на р н та нтера тивн атер а и.	
ас еренесення	р еси/ в атив ст	0		т е р стання нтерес – ва ив д я т анинн н енер .	
р в дн ст н в/е е тр н в	атер а и	62 6	0	а анс нда ента ни ри адни д с д ен р в дни др е я .	
дси ен тер асти н ити	атер а и	2 6	00	та на ри адна дина а: р р а ни атер а в д я р ис в D- др .	
ерер ван тер асти	атер а и	2	200%	р в дни на ря ста вир ни тва дн нн ва та е н ст .	
р в дн ерн др е	атер а и		-	е вис и на ви нтерес а е в дс тн ст атент в – е с ери ента ни ета .	
е стр я ере с	ристр / вир и		6	тивна те н на ти а я – р р ат ни а ат ана ни с е .	
М / Material e trusion а а ни р вен	—	22	-	а ви р нтир е н ретн атентн дина и – а а на ет ди на и я.	
PBF, powder bed fusion		772,6	305%	Баланс фундаментальних досліджень та прикладної фази	++

и е е ента	дна ря	Інде с на в нтерес	р стання атент в 202 /2020	ентар	р ри- тетн ст
е тивне вида ення р	р ес / в атив ст	2 2	00	е вис и на ви нтерес та си ни рир ст атент в нтенсивна н енерна та ер на а тивн ст ти а вида ення не а е ен р ва ив д я я ст та е е и вир ни тва .	
а исн риття	атер а и	6		е вис и на ви нтерес ри не ста н атентн а тивн ст	
еди н антати	ристр / вир и	2 0	6 0	ис и на ви нтерес д е вид е р стання атент в а тивна транс я я нда ента ни д с д ен ри адн еди н р ення си ни рин ви та ре ят рни нтерес.	
ер с н ненти	ристр / вир и	26 6		на ни нде с вис а атентна дина а с ера нтенсивни нвест вання стандарти а е нстр та атер а и дви ен р д тивн ст .	
е енти ре а т р в	ристр / вир и	0 0	2	та ни на ви нтерес рне р стання атент в – на ря вис и и ви а ид атер а в та дтверд ення те н н ст р д нд стра н в р вад ення.	

и е е ента	дна ря	Інде с на в нтерес	р стання атент в 202 /2020	ентар	р ри- тетн ст
ис те ерат рне с ання	р еси / в атив ст	02	264%	тни на ви р вит та р стання атент в – ти а я р ес в тер р ид я ення р стр т рита е ан ни в атив сте .	
aser powder ed fusion Р	ристр / те н я		0	ередн /вис и на ви нтерес д е вис е атент ванна си на н енерна нн ва на ви я нав а ерни стан в ара етр в.	
ета еви р	атер а и	2 2	00	та на на ва ва а рни р вен атент ванна – ення в атив сте р ти а я д т в и атер а д я Р .	
BJT, binder jetting	–	972,3	223%	Баланс фундаментальних досліджень та прикладної фази	++
ран вани	р ви атер а	6		р стання а ни в – вис а нн ва на дина а ерс е тиви ер а а .	
І тр на ста	стр т р вани ета	2	-	ис и нтерес рив дс тн ст атент в.	
и в е ева ста	с ав	2 0	2 0	ин р нне р стання на и атент в – а тивна те н на р ст ит на рин .	
МЈТ, струменеве нанесення матеріалу	–	749,4	188%	Високий інтерес при помірних патентах патентів – а а те н н вд с на ення.	++

и е е ента	дна ря	Інде с на в нтерес	р стання атент в 202 /2020	ентар	р ри- тетн ст
р в дн д р и н с е и	н р в дни и	0		рна на а а тивн атенти – ри адна р а те н я.	
р ван сенс ри	сенс рн е е енти	6		идва а ни и р ста т – нн ва на а вис и тен а аст с вання.	
р ван атаре	енер ети н е е енти	0	2	ина ни р вит вид а ер а а я.	
р ван с е и	е е тр нн с е и		0	ередн нтерес ста и атентни р ст – те н я а ти а .	
е е е тр ди	е е тр дн атер а и	2	-	ис и нтерес е атент в – ерева а на ве е с ери ент вання.	
р ван енер ети н е е енти	н ат рн атаре	0 6	400%	и на синер я на и нн ва ерс е тивни на ря .	
р ван де е три н ари	н на н ари		2	ри адна те н я ста ни атентни р стання .	
ридн атаре	н ван е е енти	26	2	ис а на а ри не ста н дина атент в – а а те н н вд с на ення.	
рист ан ди/ ат ди	е е тр дн стр т ри		00 а а атент в	та ни атентни р ст – р а ер н рива ива те н я.	
н дис е	н дис е	6	0	ис идва а ни и – а тивна н рен я та рин ва т в н ст .	
е тр н нденсат ри дв н ар	–	6	-	ис и на ви нтерес и е ри адн реа а .	

и е е ента	дна ря	Інде с на в нтерес	р стання атент в 202 /2020	ентар	р ри- тетн ст
нна р в дн ст	е е тр на ара теристи а		26	р стання а ни в – вис и тен а р вад ення в а ят рни те н я .	
ан стр т р ван е е тр ди	е е тр дни атер а	22	--	тивна нда ента на р р а.	
енс рна нте ра я	сенс рна ат р а	2		ис и на ви нтерес ста н атенти – ри адне в р вад ення.	
т нна т ив ст	т е е тр нни атер а	2	00	т е р стання на и атент в – на ря вис и рин ви тен а .	
н ар ве нанесення ат д в/ан д в	те н ни р ес	6	2 6	та на нн ва на дина а те н я на и а т ся д р ст .	
дви ена д е е три на р ни н ст	д е е три ни атер а	6	-	ис и на ви нтерес е атент в – а в д с д ення.	
т ст и в	ара теристи а над н ст	2	00	ис а на а ви ви атентни р ст – р а ер на те н я.	
нна се е тивн ст	е е тр ни ара етр	6		ис и нтерес а тивна атентна дина а – ерс е тивни рин енер ер а и систе .	

ДОДАТОК Б

Інтегральний аналіз ключових категорій наноматеріалів (2020–2024
рр.)

Інтегральна позиція / рівень інноваційної зрілості	Піднапрямок	Наукова зрілість (індекс наукового впливу)	Патент на зрілість (2024/ 2020)	Категорія нано- матеріалу	Аналітична характеристика
Пріоритетні (+++)	Ін ра- ерв на а - тн ст	2 6	00	а исн та а я н	а анс вани нн ва ни и вид а транс я я на ив ри адн р ення strate н на ення.
Пріоритетні (+++)	М ене	0	6	н - на н р с- ате р - н : сенс рн / д а н сти н	и с ес атент ванн я ри вис на в нтерес дин на дина н и на ря в ри адн ер а а .
Пріоритетні (+++)	атер а и а ви н Р М	2	6	нер е- ти н	н ванн я нда ента ни д с д ен а рн атентн а тивн ст на ря ере ва а р ванн я ас та вани ри адни р ен .
Пріоритетні (+++)	атер а и ина т	20	00	а исн та а - я н	т на на ва а а ри стри ан дина атент в ара терн д я р нни те н ре ят рни и ар ра и.
Перспективні (++)	Ін ра- ерв н е е тр - р н атер а и		н/д	а исн та а - я н	и еред а ни нда ента ни р вит ри адна а а е р т ся.
Перспективні (++)	е - ристи	0	н/д	н - на н	Інтенсивне на и ення нан .

	сид ра ен				
Перспективні (++)	ета и на сн в нан - атер а в	2	н/д	тр т рн	ир и с е тр д с д ен .
Перспективні (++)	ридн нан и ти	0 2	н/д	тр т рн	Інтенсивне на и ення нан .
Перспективні (++)	ар ват дв н др сиди	02	2	н на н	ар н ни ере д в д на ид ри адни р ен .
Перспективні (++)	в ви рн М ене	0	6	н - на н р с- ате р н : сенс рн / д а н сти н	тивна ри адна а а ви еред а ни атент вання на т р ста на в а и.
Перспективні (++)	ета р а н н ар аси МО	6	00	н на н	тивне р стання атент вання св д ит р ере д на ря д ри адн а и р вит .
Перспективні (++)	ид ення в дн	6	2	нер ети н	си ення ри адн а и в д в д на енер ети ни ере д.
Перспективні (++)	нер ети н атер а и	6	20	нер ети н	рни на ви нтерес днанн а тивни атент вання ере д в д д с д ен д ри адни р ен .
Перспективні (++)	атер а и д я ер ання в дн	6	20	нер ети н	ри адна а а р т ся вид е н на ва на ря вис и нд стра ни ит .
Перспективні (++)	ан - ата ат ри		200	н - на н р с- ате р н : сенс рн / д а н сти н	е н в дят а ас та вання.

Перспективні (++)	МІ- е ран вання	0 2		а и с н та а я н	ри адн те н рни те нн ва р нта я на в д с на енн я.
Середньо- перспективні (+)	-др нан - атер а и	06		тр т рн	тивна ри адна а а ст ви нар ванн я нн ва н ст те н нд стр а т ся.
Середньо- перспективні (+)	те с- риття	2	00	а и с н та а я н	ерева анн я ри адн а и вид е в р вад енн я с е а вани се т ра .
Середньо- перспективні (+)	ер - асти и	6 6	6	тр т рн	р и стр т рни се ент вис на в а та ста н атентн дина нн ва ни р вит серед ени на ди а с ад дви енн е с ата ни ара теристи ада та д с е а вани аст с ван .
Середньо- перспективні (+)	е ев вант в т и	06	2	н - на н р с- ате р н : сенс рн / д а н сти н	та ни на ви р вит ст ви в д енн я ри адн н .
Середньо- перспективні (+)	атр в - нн е е тр дн атер а и	0 6	6	нер ети н	тернативни енер ети ни на ря р ста и ри адни нтерес .
Середньо- перспективні (+)	ан исти н трид р	2 /—)		н на н	атентна е с анс я а ни на в н ара терна вид а те н на е с ата я

					ре и в атив сте атер а е и нда ента н нс да .
Середньо- перспективні (+)	др – на н а нан астин и	6	н/д	н - на н р с- ате р н : сенс рн / да н сти н	р и ас н на ни атер а в ста ен на в сн в .
Середньо- перспективні (+)	е тр а н тн атер а и	6		н - на н р с- ате р н : сенс рн	та н р те н е ени на ви рир ст .
Середньо- перспективні (+)	и	20	2	тр т рн	Інд стра н р и се ент нн ва ни р вит я ти а в е с р вани те н .
Середньо- перспективні (+)	атер а и д я О - ред	2	0	нер ети н н на н р с ате р н	е р стання атент в а рн на и в д в д на а н ати н ви и и.
Середньо- перспективні (+)	сидна а	2		тр т рн	аси н атер а и е ени р ст р ради а ни нн ва .
Середньо- перспективні (+)		6	6	тр т рн	р атер а и р нта на ст ве д с на ення наявни р ен .
Середньо- перспективні (+)	ерени	62		н на н	та вани на ви нтерес ри адн р ення ев н ара тер .
Середньо- перспективні (+)	н в атер а и	6		ис ва н та вант в	нда ента н р нт вани на ря в н транс я в атенти.

Середньо-перспективні (+)	вант в те н	6 2 6		ис ва н та вант в	ис и нда ента ни тен а а е в на атентна реа а я.
Середньо-перспективні (+)	ра ен	62	2	н - на н р с- ате р н : сенс рн / д а н сти н	аси ни р и на ря нн ва н сят ри адни ти а ни ара тер.
Середньо-перспективні (+)	ер нден сат ри / а ят ри	0 6 /—)		нер ети н	атент ванняя ви еред а на ви нтерес ти а я в д и те н .
Середньо-перспективні (+)	е ев нан тр и	/—)		н - на н р с- ате р н : сенс рн / д а н сти н	та а я на в нтерес ви ристання н еви ри адни р ення .
Середньо-перспективні (+/—)	ан а а и	0	—)	н на н	а в ав а е с а а ер на дина а ра ент ване в р вад ення.
Середньо-оперспективні (+)	и ен	00	00	н на н	анн ри адни ета ерева н д с дни а а тивн ст .
Середньо-перспективні (+)	н - на н нан - атер а и а а			н на н	ир и ас нер вн рн нн ва н дина .
Середньооперспективні (+)	в ви рн атер а и		2	н на н	ир и д с дни и ас ст в ри адн ада та .
Мало-перспективні (+/—)	н атер а и	2 /—)	6 —)	ис ва н та вант в	нда ента на н а е на ри адн ас та ванняя.
Мало-перспективні (+/—)	е ев нан р и	2 6 2 /—)	6 —)	н на н	аса и а в р ни на ря .

ДОДАТОК В

Таблиця 1. Індекс наукової пріоритетності за технологічними напрямками кожного класу «Технології створення бронематеріалів та захисних матеріалів»

Назва тематичного напрямку (ключове слово)	дини я и р вання	Кількість публікацій та цитувань							Індекс (2024/2019), %	Індекс наукової пріоритетності
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	Всього за 2019-2023 рр.		
БРОНЬОВАНА СТАЛЬ										
атана енна р ня	кількість публікацій, од.		4			4	6	25	20 0	115,3
Rolled Homogeneous Armour (RHA)	кількість цитування, од.						2	557	0	
р ня вис тверд ст	кількість публікацій, од.			2	2	2		15	66	447,2
High Hardness Armour (HHA)	кількість цитування, од.				26		6	111	200 0	
та ева р ня нн тверд ст	кількість публікацій, од.		4		6	6		34	60 0	191,6
Variable Hardness Steel Amour	кількість цитування, од.	6		22	2		0	682	22	
р ня дв н тверд ст	кількість публікацій, од.	4	6	2	2	6		28	200,0	300,0

Dual Hardness Armour	кількість цитування, од.	2	2	42	42	2		203	0 0	
ЛЕГКІ СПЛАВИ										
н в с ави	кількість публікацій, од.		62	6				466		256,9
Aluminum alloys	кількість цитування, од.	6 2	20	6		0	22	9516	0	
итан в с ави	кількість публікацій, од.					6	66	311	2 2	295,0
Titanium alloys	кількість цитування, од.		00	6	2 00		2	10690	0	
а н в с ави	кількість публікацій, од.		22	2		2	2	137	2	313,7
Magnesium alloys	кількість цитування, од.	6		0			6	23207	0 0	
ПОЛІМЕРИ ТА ПЛАСТМАСИ, АРМОВАНІ ВОЛОКНОМ										
ра дн ар ати н а ди	кількість публікацій, од.							6	00 0	114,6
Aramids (Aromatic Polyamides)	кількість цитування, од.		66	60	46	46	6	336		
ар нат	кількість публікацій, од.	4		2	6	6		26	0	197,7
Polycarbonate	кількість цитування, од.	64						647	22	
ридн ити	кількість публікацій, од.				6	46		287	0 6	249,2
Hybrid Composites	кількість цитування, од.	6			0	22	2 2	9821	6 2	
д риста н ери	кількість публікацій, од.	6				0	0	47	66	198,8
Liquid Crystal Polymers	кількість цитування, од.		2		6		2	919	2	
в н	кількість публікацій, од.	2			2	2	44	182		213,3
Glass fibers	кількість цитування, од.	6				22	2	3653	00 0	
нист ар ван аст аси Р	кількість публікацій, од.			6			2	106	22	255,2
Fiber-reinforced plastics (FRP)	кількість цитування, од.	200	2	2				2244	2 6	

ти и т. .:										
асти ар вани ара дни в н Р	кількість публікацій, од.	2		6				20	0 0	240,3
Aramid Fiber-Reinforced Plastic (AFRP)	кількість цитування, од.	20	2		60	2		310	0	
асти ар вани с в н Р	кількість публікацій, од.	2			4	2		15	0 0	150,0
Glass Fiber-Reinforced Plastic (GFRP)	кількість цитування, од.	2			4	2		15	0 0	
асти ар вани в е еви в н Р :	кількість публікацій, од.	0			0			74	0 0	229,8
Carbon Fiber-Reinforced Plastic (CFRP)	кількість цитування, од.	0	2 0	2	0	2		1593	2 0	
ВОЛОКНА, ТЕКСТИЛЬ ТА ЗАХИСНИЙ ОДЯГ										
ара-ара дн в на	кількість публікацій, од.		2			2		10	00 0	127,4
para-aramids fibers	кількість цитування, од.	6	2		0			472	62	
ета ара дн в на	кількість публікацій, од.							8	00 0	406,2
meta-aramid fibers	кількість цитування, од.			2	2		44	148	0 0	
ев ар араара дне в н	кількість публікацій, од.		62				60	323		207,7
Kevlar	кількість цитування, од.	0	0	2	2 62	2	2 6	12080	2 6	
вар н	кількість публікацій, од.	6	6					44		142,4
Twaron	кількість цитування, од.	200	2	0	2	2	0	1507	2 0	
пее а	кількість публікацій, од.							57	00 0	119,2
Dyneema	кількість цитування, од.	26	20	26	2	2		1413	2 2	
ети ен надвис е ярн ва и М Р	кількість публікацій, од.				4			37	2 6	141,9

Ultra-High-Modulus Polyethylene (UHMWPE)	кількість цитування, од.			2	26	2 6	0	1233	6	
а н ван т анини:										
ordura	кількість публікацій, од.					2		15	00 0	300,0
Cordura	кількість цитування, од.			22				181	00 0	
Soft Shell	кількість публікацій, од.				2	2	2	9	200,0	335,9
“Soft Shell”	кількість цитування, од.							236	6	
ard Shell	кількість публікацій, од.			2	2	2	2	10	200,0	304,9
ard Shell	кількість цитування, од.							241	6	
СКЛО ТА КЕРАМІКА										
а н ван е с	кількість публікацій, од.	24	2	22	0			181	0	203,8
Laminated glass	кількість цитування, од.			0				5443	2	
в т. .:										
в н тира Р	кількість публікацій, од.							14	66	277,4
Polyvinyl butyral (PVB)	кількість цитування, од.		40		66		60	278	6	
ар нат	кількість публікацій, од.	2	2	2	2	2	6	171	0	149,7
Polycarbonate	кількість цитування, од.	06		02	0	0	2	5365		
р ра ера а	кількість публікацій, од.	0	6			22	20	99	200,0	226,4
Transparent ceramics	кількість цитування, од.			02		2	6	5885	2 6	
т. .:										
риста на ера а не	кількість публікацій, од.	2				2		14	0 0	182,6
polycrystalline ceramic (Spinel)	кількість цитування, од.		202	22	2		420	1479	222,2	
а н в - син тридна ера а Ю	кількість публікацій, од.	2						15	0 0	189,7
aluminum oxynitride ceramic (AlON)	кількість цитування, од.	40		6	0	6	6	374	240,0	
р си атне с	кількість публікацій, од.							88		175,8

Borosilicate Glass	кількість цитування, од.	2 0			442	2	60	2309	200,0	
ав ени вар ав ени ре не е	кількість публікацій, од.		2				20	107		172,6
Fused Quartz and Fused Silica	кількість цитування, од.	0			62		600	2730		
ера а	кількість публікацій, од.	0			2	6	6	86	60 0	180,8
Glass-ceramics	кількість цитування, од.	440	62	6	6	2		3877	20	
е р ра ера а	кількість публікацій, од.	2	2				2	13	00 0	111,0
Opaque ceramics	кількість цитування, од.	2		2	6			699	2 2	
ар д ре н Si	кількість публікацій, од.	42					6	350		177,2
Silicon carbide (SiC)	кількість цитування, од.	62				0	22	471	6	
ар д р	кількість публікацій, од.		2	2	22			112	0	152,1
Boron carbide (B4C)	кількість цитування, од.			6 6	6	6	6	2996	6	
сид а н l2O	кількість публікацій, од.		0					86	6 6	180,3
Aluminum oxide (Al2O3)	кількість цитування, од.	462	66			6		3812		
рид титан і 2	кількість публікацій, од.	2	4	2				25	0 0	173,2
Titanium diboride (TiB2)	кількість цитування, од.		6	2		6	6	750	200,0	
трид ре н Si	кількість публікацій, од.	6	4		4		2	52	200,0	262,1
Silicon nitride (Si3N4)	кількість цитування, од.		0		0		26	833	6	
ЛАМІНОВАНІ МАТЕРІАЛИ ТА ШАРУВАТІ СТРУКТУРИ										
а н ван атер а и	кількість публікацій, од.		0		20	2	2	111	6	202,3
Laminated materials	кількість цитування, од.	2	2				0	2599	2 0	
ар ват стр т ри	кількість публікацій, од.			2	40	46		228	2	278,7
Layered structures	кількість цитування, од.	6	0	2 0	60	0		7202	2	
на атер а в:										
ера н - итн риди	кількість публікацій, од.	4					6	30	0 0	177,1
Ceramic-Composite Hybrids	кількість цитування, од.	66			2			471	20	

ета риди	кількість публікацій, од.	2				2	2	15	00 0	255,0
<i>Metal-Composite Hybrids</i>	кількість цитування, од.		24					226	6 0 0	
р ра р ня	кількість публікацій, од.	2		0				72	6	136,8
<i>Transparent Armor</i>	кількість цитування, од.		440	2	6	2	624	2698	60	

Таблиця 2. Рівень патентної пріоритетності за технологічними напрямками кожного класу «Технології створення бронематеріалів та захисних матеріалів»

Клас / тематичний напрям	Одиниця виміру	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Всього за 2019-2024 рр.	Індекс патентування 2024/2019, %	Розташування на ландшафтній карті (частка патентів на зелених та блакитних ділянках)	Рівень пріоритетності за патентним аналізом
. р н вана ста											
атана енна р ня	кількість патентів, од.		0					76	6	0-	-
р ня вис тверд ст	кількість патентів, од.		24		6	2		223	2	0-	
та ева р ня нн тверд ст	кількість патентів, од.		2	6	20	2	2	104	2		
р ня дв н тверд ст	кількість патентів, од.				20	24	2	114	2	0-	
2. е с ави											
н в с ави	кількість патентів, од.	2	2	6	42			226	2		
итан в с ави	кількість патентів, од.		6	22	2	6	6	144	2		

а н в с ави	кількість патентів, од.	2	2	2		2		134	2 0		
. ери та аст аси ар ван в н											
ра дн ар ати н а ди	кількість патентів, од.	2	6	24		24	2	111	22 0		
ар нат	кількість патентів, од.	2	0			0	6	240	260,0		
ридн ити	кількість патентів, од.			0				71	22 0		
д риста н ери	кількість патентів, од.					22	20	104	222,2	0-	
в н	кількість патентів, од.		2	2	0	6	6	171	200,0		
нист ар ван аст аси Р	кількість патентів, од.	2	2	2	40	6	6	230	266	0-	
ти и в т. .:											
асти ар вани ара дни в н Р	кількість патентів, од.					6	2	80	240,0		
асти ар вани с в н Р	кількість патентів, од.				6		6	78	22 6		
	кількість			26		2	2	142			

асти ар вани в е еви в н Р :	патентів, од.										
. на те сти та а исни дя											
ара-ара дн в на	ст атент в д.	2		2		2		115	2		
ета ара дн в на	ст атент в д.	40	2	46	2		6	291	0 0		
ев ар	ст атент в д.							78	200,0	0-	
вар н	кількість атент в д.	6		0				48	0 0	0-	-
пее а	ст атент в д.	2	2	2				15	0 0		
ети ен надвис рст ст М Р	кількість атент в д.	4		2	4	2	6	46	0 0		
а н ван т анини:											
ordura	кількість патентів, од.		4	4	4		6	26	200,0	0-	
Soft Shell	кількість патентів, од.		6				2	50	0 0		
ard Shell	кількість патентів, од.			2				87			

. та ера а											
а н ване с	кількість патентів, од.					6	22	93	2 0		
В Т. .:											
в н тира Р	кількість патентів, од.					6	20	82	2	0-	
ар нат	кількість патентів, од.			2	22	2	2	132	2	0	
ар нат с яни риття	кількість патентів, од.	2	4	4	6	4	2	22	00 0	0-	-
р ра ера а	кількість патентів, од.			26	2	2		158	2	0-	
В Т. .:											
н риста на ера а а р	кількість патентів, од.		6					33	2		
риста на ера а не	кількість патентів, од.	4					0	42	2 0 0		
а н в - син тридна ера а ІО	кількість патентів, од.	2			6	6		83	0 0	0	-
а арт ване/ е ер ване с	кількість патентів, од.		4	4	4	4		22	00 0	0	-

р си атне с	кількість патентів, од.		2		6			90	2	0-	
ав ени вар ав ени ре не е	кількість патентів, од.		4			2		59	200,0	2 -	-
ера а	кількість патентів, од.		6			2		89	00 0	0	-
е р ра ера а	кількість патентів, од.			44				327	202,6		
ар д ре н Si	кількість патентів, од.		2	0	2			74	2 2	0-	
ар д р	кількість патентів, од.				6		6	61		0-	
сид а н 12O	кількість патентів, од.				0	0		50	220,0	0-	
рид титан і 2	кількість патентів, од.		0				6	65	200,0	0-	
трид ре н Si	кількість патентів, од.				2			77	2	0-	
6. а н ван атер а и та ар ват стр т ри											
а н ван атер а и	кількість					20	22	97	244,4	0-	

	патентів, од.										
ар ват стр т ри	кількість патентів, од.			2				58			
на атер а в:											
ера н - итн риди	кількість патентів, од.	2	2	2	4		2	17	00 0	0	-
ета итн риди	кількість патентів, од.				4			13	00 0	0	-
р ра р ня	кількість патентів, од.					6	6	36	20 0	0-	

ере : р р ен авт ра и на сн в дани erwent Innovation

Таблиця 3. Узагальнена класифікація пріоритетних і перспективних напрямів за класами критичної технології «Технології створення бронематеріалів та захисних матеріалів», 2019-2024 рр.

Клас / тематичний напрям	WoS	DI	Узагальнена класифікація
БРОНЬОВАНА СТАЛЬ			
р ня вис тверд ст			
та ева р ня нн тверд ст			
р ня дв н тверд ст			
ЛЕГКІ СПЛАВИ			
итан в с ави			
а н в с ави			
н в с ави			
ПОЛІМЕРИ ТА ПЛАСТМАСИ, АРМОВАНІ ВОЛОКНОМ			
асти ар вани ара дни в н Р			
асти ар вани с в н Р			
ридн ити			
нист ар ван аст аси Р			
д риста н ери			
ар нат			
в н			
асти ар вани в е еви в н Р :			
ра дн ар ати н а ди	-		
ВОЛОКНА, ТЕКСТИЛЬ ТА ЗАХИСНИЙ ОДЯГ			
ета ара дн в на			
ев ар			
ordura			
Soft Shell			
ard Shell			
ара-ара дн в на			
нее а	-		
ети ен надвис е ярн ва и М Р			
СКЛО ТА КЕРАМІКА			
трид ре н Si			
в н тира Р			

Клас / тематичний напрям	WoS	DI	Узагальнена класифікація
ав ени вар ав ени ре не е		-	
р си атне с			
сид а н 12O			
ар нат			
ера а		-	
а н ване с			
р ра ера а			
риста на ера а не			
н в - син тридна ера а 10		-	
рид титан і 2			
ар д ре н Si			
ар д р			
н риста на ера а а р	-		
ЛАМІНОВАНІ МАТЕРІАЛИ ТА ШАРУВАТІ СТРУКТУРИ			
а н ван атер а и			
ар ват стр т ри			
ета итн риди		-	

- р ритетни на ря - ерс е тивни на ря - середн ерс е тивни на ря - -
а ерс е тивни на ря

ПИСАРЕНКО Т.В.

КВАША Т.К.

КОВАЛЕНКО О.І.

РОЖКОВА Л.В.

ШАБРАНСЬКА Н.І.

МАТЕРІАЛИ НОВОГО ПОКОЛІННЯ ТА ВИРОБИ З НИХ ДЛЯ СФЕРИ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

н р а я

атер а и т ся в авт рс реда

р ат: Р . дани 6,7 .

Інтернет-адреса видання: www.uintei.kiev.ua/sites/default/files/Mat-nov-pok-2026.pdf

еда я: ра нс и нстит т на в -те н н е с ерти и та н р а
рІ І

0 0 . и в в . нт н ви а 0 е . 0 2 -00- 0 е- ail: uintei uintei.kiev.ua
в д тв с та видавни с рави 2 в д 2.0 .20 р