



R&D CENTRE
ICC UKRAINE

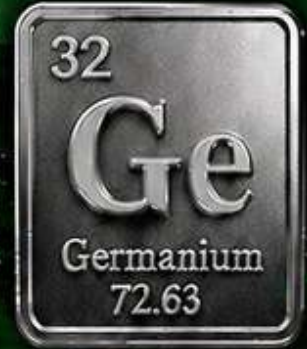


FINCORD
POLYTECH
SCIENCE PARK

РЕЖИМ: FPV
ЛИНК: ОПТОВОЛОКНО
СТАТУС: АКТИВЕН



СИГНАЛ: ОТЛИЧНИЙ
БАТАРЕЯ: 87%
ВРЕМЯ: 12:43
ТЕМП: 32°C



НА ТЕМНІЙ СТОРОНІ ГЕРМАНІЮ

(огляд германієвої промисловості РФ)



СКОР: 45 км/ч
ВИС: 7 м
ДИСТ: 1250 м

Київ – 2026 р.



ЛИНК: ОПТОВОЛОКНО

УКРАЇНА



СВІДОЦТВО

про реєстрацію авторського права на твір

№ 147705

Літературний твір «НА ТЕМНІЙ СТОРОНІ ГЕРМАНІЮ (огляд германієвої промисловості РФ)» («ГЕРМАНІЙ»)

(вид, назва твору)

Автор (співавтори) **Андріанов Олександр Анатолійович, Андріанов Юрій Олександрович**

(прізвище, ім'я, по батькові (за наявності), псевдонім (за наявності))

Авторські майнові права належать спільно **Андріанов Олександр Анатолійович, вул. Ол. Матросова, 23-А, гурт., м. Запоріжжя, 69057; Андріанов Юрій Олександрович, вул. Дніпровські Пороги, 25, кв. 21, м. Запоріжжя, 69096**

(прізвище, ім'я, по батькові (за наявності) фізичної особи / найменування юридичної особи, адреса)

Дата реєстрації 3 червня 2026 р.

Директор Державної організації
«Український національний
офіс інтелектуальної власності
та інновацій»

Олена ОРЛЮК



1. Вихідні дані:

НА ТЕМНІЙ СТОРОНІ ГЕРМАНІЮ (огляд германієвої промисловості РФ)// Розробники О. А. Андріанов, Ю. О. Андріанов, редактори П. В. Верхняцький, А. І. Ярмольський, К. В. Лісовий, А. А. Топчян. Київ, 2026. 75 с.

Застереження:

➤ Даний твір є приватною інтелектуальною власністю осіб розробників та використовується ними вільно на власний розсуд;
➤ Будь-яка фізична чи то юридична особа може використовувати даний твір (копіювання, цитування, посилання та інше) виключно з некомерційною метою і тільки за умови обов'язкового посилання:

- на «НА ТЕМНІЙ СТОРОНІ ГЕРМАНІЮ (огляд германієвої промисловості РФ)»;
- на осіб-розробників;
- на ТОВ «НАУКОВИЙ ПАРК ФІНКОРД-ПОЛІТЕХ», 01021, Україна, місто Київ, вулиця Грушевського Михайла, будинок, 9б, офіс, Д6-3.

E-mail: mail@fctm.com.ua

Контактні телефони:

+38 050 322 64 46, +38 068 395 86 31

© ТОВ «НАУКОВИЙ ПАРК ФІНКОРД-ПОЛІТЕХ», 2026 р.

© Андріанов О.А., Андріанов Ю.О., 2026 р.

© Верхняцький П. В., Ярмольський А. І., Лісовий К. В., Топчян А. А., 2026

р.

2. Авторський колектив

Андріанов Олександр Анатолійович

Експерт Наукового парку «Фінкорд-Політех»

Поєднує академічний ступінь, практичну інженерну діяльність та роль інноваційного лідера, який сприяє розвитку міжнародної співпраці.

Кандидат технічних наук, співавтор понад 20 Патентів України на корисні моделі, автор наукових праць з технічних дисциплін, публікацій у спеціалізованих виданнях та програм виробничих випробувань сучасної техніки і технологій. Очолює дослідження та розробки у сфері технологічних інновацій та новітніх промислових рішень.



Вищу освіту отримав у Запорізькому машинобудівному інституті за фахами «Обладнання та технологія зварювального виробництва» і «Фінанси та кредит». У 2010 році захистив дисертацію на тему «Оптимізація процесу стабілізації процесу зварювання корозійностійких сталей змінним струмом» у Київському політехнічному інституті.

Тривалий час очолював низку комерційних та державних підприємств.

Член Правління та Радник Президента Українського національного комітету міжнародної торгової палати (ICC Ukraine) з розвитку індустрії критичних матеріалів та рідкісноземельних металів (CRM).

<https://orcid.org/0000-0003-4767-3205>, e-mail: metallurgy@ukr.net,

Андріанов Юрій Олександрович

Вибудував свій професійний шлях на перетині технічних наук і економіки, зосередившись на впровадженні інновацій у промисловість.

Кандидат економічних наук, співзасновник та Генеральний директор ТОВ «Науково-дослідний інститут «Перетворювач», який займається виробництвом електродвигунів, електронного обладнання, дослідженнями та розробками у сфері природничих і технічних наук. Співавтор праць науково-технічного характеру та низки публікацій у спеціалізованих технічних виданнях, розробник програм і методик випробувань для різних галузей виробництва.



Юрій Андріанов отримав дві вищі освіти: у Запорізькому національному технічному університеті за фахом «Міжнародні економічні відносини» та у Запорізькому національному університеті за фахом «Правознавство». У 2010 році захистив дисертацію на тему «Оцінювання і формування інвестиційного потенціалу машинобудівних підприємств» у Національному університеті «Львівська політехніка».

Виконавчий директор представництва ICC UKRAINE у Запорізькій області, e-mail: nii-pre@ukr.net

3. Редакційна колегія

Верхняцький Павло

Співзасновник Наукового парку «Фінкорд-Політех»



Міжнародний експерт із бізнес-розвідки, Павло керує транскордонними дослідженнями та здійснює оцінку геополітичних ризиків у контексті критичних мінералів, оборонної індустрії та інших стратегічних галузей. Маючи багатолітній досвід аналізу ризиків і стратегічного консультування, він забезпечує глибоке розуміння специфіки країни та особливостей ведення бізнесу,

Ярмольський Андрій

Співзасновник Наукового парку «Фінкорд-Політех»



Адвокат, політичний радник, висококваліфікований експерт у сферах права, національної безпеки, державного управління, санкційної політики, протидії економічним злочинам. Має значний досвід у корпоративному бізнесі, а також роботи на державних посадах, зокрема, прокурора, в.о. голови двох регіональних державних адміністрацій, керівні посади в Раді національної безпеки та оборони України. Під час роботи в РНБО координував реалізацію державної санкційної політики і питання контролю ланцюгів постачання критичних матеріалів.

Лісовий Костянтин

Співзасновник Наукового парку «Фінкорд-Політех»



Стратег і радник з питань міжнародної співпраці та національної безпеки, розвитку законодавства, реалізації державних програм, експортного контролю та оборонної промисловості. Маючи понад два десятиліття досвіду роботи у Службі зовнішньої розвідки України, зокрема, на посаді заступника Голови Служби, Костянтин керував впровадженням стратегічних досліджень з національної безпеки, долучався до розвитку нормативно-правової бази, брав участь у розробці міжурядових угод з питань безпеки та стратегічних програм розвитку оборонного сектору.

Топчян Ашот

Співзасновник Наукового парку «Фінкорд-Політех»



Випускник військових академій України та Великої Британії, Ашот брав участь у реформуванні української оборонної промисловості відповідно до стандартів НАТО та зробив свій внесок до законодавчих процесів з питань національної безпеки. Маючи досвід роботи в комерційних структурах, володіє глибокою експертизою у питаннях безпекових ризиків, розвитку міжнародного бізнесу, захисту національної безпеки та стратегічних комунікацій. Ашот є учасником російсько-української війни.

4. Зміст

Номер	Найменування	Стор.
1.	Вихідні дані	2
2.	Авторський колектив	3
3.	Редакційна колегія	4
4.	Зміст	5
5.	Анотація	7
6.	Вступ	9
6.1.	Загальні характеристики германію	9
6.2.	Геологія германію	9
6.3.	Світове виробництво германію	9
6.4.	Ціни на германії	10
6.5.	Основні етапи виробництва германієвої продукції	11
6.6.	Сфери застосування германію	12
6.6.1.	Інфрачервона (ІЧ) оптика – стратегічний сектор використання германію	12
6.6.2.	Оптоволокно – новий динамічний тренд застосування германію	13
6.6.2.1.	Країни-виробники преформ для оптоволокна	14
7.	Германієва промисловість РФ	16
7.1.	Основні етапи створення та розвитку германієвої промисловості РФ	16
7.2.	Приклади застосування германієвої оптики в озброєнні РФ	17
8.	Виробництво германію в АО «ГЕРМАНИЙ»	20
8.1.	Історія германієвого виробництва в АО «ГЕРМАНИЙ»	21
8.2.	Технологія виробництва германієвої продукції в АО «ГЕРМАНИЙ»	22
8.3.	Експортно-імпорتنі операції АО «ГЕРМАНИЙ»	24
8.3.1.	Імпорт сировини та напівфабрикатів АО «ГЕРМАНИЙ»	24
8.3.2.	Експорт германієвої продукції АО «ГЕРМАНИЙ»	25
8.3.2.1.	Схема реекспорту продукції АО «ГЕРМАНИЙ» до ВПК РФ.	28
8.3.3.	Роль ООО «КРАСПОТОК» в функціонуванні АО «ГЕРМАНИЙ»	29
8.3.3.1.	Імпортні операції ООО «КРАСПОТОК»	30
8.3.3.2.	Експортні операції ООО «КРАСПОТОК»	32
9.	Виробництво германію в ООО «ГЕРМАНИЙ И ПРИЛОЖЕНИЯ»	33
9.1.	Сировинне забезпечення ООО «ГЕРМАНИЙ И ПРИЛОЖЕНИЯ»	33
9.2.	Виробництво германієвої продукції в ООО «ГЕРМАНИЙ И ПРИЛОЖЕНИЯ»	35
9.3.	Реалізація продукції ООО «ГЕРМАНИЙ И ПРИЛОЖЕНИЯ»	37
9.3.1.	Експорт продукції ООО «ГЕРМАНИЙ И ПРИЛОЖЕНИЯ»	37

Номер	Найменування	Стор.
9.3.2.	Роль компанії ТОО «CLOTNO» в здійсненні прихованого експорту-імпорту продукції ООО «ГЕРМАНИЙ И ПРИЛОЖЕНИЯ»	38
9.3.3.	Реалізація продукції ООО «ГЕРМАНИЙ И ПРИЛОЖЕНИЯ» на внутрішньому російському ринку	42
9.3.3.1.	Встановлення місця переробки на германієвий концентрат в Китаї золи та пилових уносів, отриманих при спалюванні бурого вугілля Павлівського родовища.	44
10.	Виробництво германієвої продукції в групі компаній «АСТРОН»	46
10.1.	Провідні компанії групи «АСТРОН»	47
10.1.1.	АО «АСТРОН»	47
10.1.1.1.	Оптична германієва продукція виробництва АО «АСТРОН»	48
10.1.2.	АО «ОКБ «АСТРОН»	49
10.2.	Перспективи розвитку виробничих потужностей групи «АСТРОН»	49
10.3.	Російські споживачі германієвої продукції групи компаній «АСТРОН»	51
10.4.	Імпорт групою компаній «АСТРОН» комплектуючих для виробництва воєнної техніки	52
10.5.	Бойова техніка, яку виробляють підприємства групи «АСТРОН»	53
11.	Виробництво германієвої продукції ООО «ТИДЕКС»	55
11.1.	Застосування германієвої продукції ООО «ТИДЕКС»	56
11.2.	Імпорт ООО «ТИДЕКС» монокристалічних необроблених германієвих зливків	57
11.3.	Експорт продукції ООО «ТИДЕКС»	58
11.4.	Постачання продукції ООО «ТИДЕКС» підприємствам ВПК РФ	60
12.	Виробництво германієвої продукції АО «ГИРЕДМЕТ»	62
13.	Виробництво германієвої продукції ООО «АЛКОР ТЕКНОЛОДЖИЗ»	64
13.1.	Експортно-імпортні операції ООО «АЛКОР ТЕКНОЛОДЖИЗ»	65
13.1.1.	Експортні операції ООО «АЛКОР ТЕКНОЛОДЖИЗ»	65
13.1.2.	Імпортні операції ООО «АЛКОР ТЕКНОЛОДЖИЗ»	65
13.2.	Зв'язки ООО «АЛКОР ТЕКНОЛОДЖИЗ» з підприємствами ВПК РФ	65
14.	Космічне застосування германію	68
15.	Перспективи поновлення виробництва оптоволокна в РФ	70
15.1.	Міжнародний ринок оптоволокна	70
15.2.	Споживання оптоволокна в РФ	70
15.3.	Будівництво РФ власного ланцюга виробництва оптоволокна	71
15.4.	Висновки	72
16.	Загальні висновки з виконаної роботи	74
17.	Перелік використаних джерел інформації	75

4. Анотація

Стрімкий розвиток систем штучного інтелекту, інтенсивна розбудова світової та регіональних інфраструктур зв'язку, а також необхідність виробництва все більших обсягів високотехнологічної зброї в умовах війн в Україні та Ірані призводять до підвищеного попиту на германій.

Особливістю цього елемента є розсіяність, технологічна складність в переробці, а також монополізм у виробництві з боку Китаю (близько 68% світового виробництва) та Росії (близько 8%).

Германій є критично важливим матеріалом для сучасних передових технологій. Під одночасним одновекторним впливом геополітичних факторів, а також в результаті прогресуючого попиту та обмеженої пропозиції, протягом останніх трьох років відбулося зростання ціни на нього майже в 4 рази.

Китай активно використовує своє монопольне становище, ввівши, ще у липні 2023 р., обов'язкове ліцензування експорту германію з перевіркою кінцевого користувача. Завдяки цьому він має можливість на власний розсуд регулювати обсяги та темпи його постачання споживачам, впливати на ціноутворення або фактично блокувати поставки.

Наприклад, Європа сильно залежить від поставок германію з Китаю, особливо в переробці та в чистих матеріалах. Це не повна монополія, а скоріше «пляшкова шийка» ланцюга поставок, головний ризик якої полягає в тому, що будь які, навіть невеликі обмеження з боку Китаю мають сильний ефект на ціни та доступність матеріалу.

Завдяки своїм властивостям, германій є ключовим компонентом сучасної воєнної електроніки, особливо там, де використовується інфрачервоне (теплове) випромінювання та високочастотна електроніка.

Також радикального збільшення виробництва германію потребує масове використання під час бойових дій FPV-дронів на оптоволокні.

РФ, маючи майже повний цикл виробництва германієвої продукції, тим не менш має 100%-ву залежність від Китаю.

Германієва галузь промисловості Росії практично в повному обсязі працює на ВПК, забезпечуючи виробництво високотехнологічної зброї – інфрачервоних головок наведення (ракет «повітря-повітря», ПЗРК, протитанкових ракет), космічних і супутникових систем воєнного призначення (супутників розвідки та систем раннього попередження), радарів, систем зв'язку, радіорозвідки, приладів

нічного бачення, прицілів стрілецької зброї, танкових та БМП-систем спостереження та тепловізійної техніки.

Знаходячись під міжнародними санкціями, російські виробники, переробники та користувачі германієвої продукції активно використовують приховані схеми імпорту сировини, напівфабрикатів, верстатів і комплектуючих та при експорті своєї продукції.

Проведене дослідження спрямовано на максимально глибоке системне вивчення структури, складу і взаємозв'язків російської германієвої галузі, як всередині РФ, так і з іноземними підприємствами, встановленню прихованих каналів експортно-імпортних операцій.

Матеріал базується на аналізі великого масиву спеціальної літератури та на обробці інформації з сучасних міжнародних баз даних, перелік джерел первинної інформації складає 16 одиниць.

Для полегшення сприйняття викладеного матеріалу, його ілюстровано 40 Малюнками та 20 Таблицями.

Матеріал призначено для представників органів державного управління, співробітників дипломатичних установ та аналітичних структур.

6. Вступ

6.1. Загальні характеристики германію

Германій (символ **Ge**) - хімічний елемент з атомним номером **32**, типовий напівметал, крихкий, сріблясто-білого кольору з металевим блиском. Подібно до кремнію, є напівпровідником.

Температура плавлення германію $938,25^{\circ}\text{C}$, температура кипіння 2850°C , щільність германію $5,33\text{ г/см}^3$.

6.2. Геологія германію

Частка германію у земній корі становить 1,4 мільйонних, що робить його 55-м за розповсюдженістю (більшим за розповсюдженням ніж золото, срібло, йод або ртуть) [1]. При цьому він вважається розсіяним елементом і власні мінерали германію зустрічаються вкрай нечасто.

Переважає більшість германію розсіяна у земної корі у великій кількості гірських порід, у мінералах кремнію, у сульфідних рудах свинцю, міді та цинку, у залізних рудах, у деяких окисних мінералах (хроміті, магнетиті, рутилі), а також у вугіллі [2,3].

Таке розподілення германію у природі обумовлює основні технології його видобування.

За даними німецького Institute of Rare Earths and Metals (DERA), германій, в основному, отримують при плавлі сульфідних цинкових та мідних руд, а також з вугілля [4].

Значні багаті германієм родовища, включаючи хвостосховища, які діяли або активно розроблялися, були в Сполучених Штатах, Китаї, ДР Конго та Росії. Проте дані про запаси цих родовищ не публікуються.

6.3. Світове виробництво германію

Виходячи зі специфіки видобування та переробки, а також з відповідної високої ціни, використання германію є достатньо обмеженим, а його ринок (як у вагових, так і у фінансових показниках) – незначним.

Напівпромислове виробництво діоксиду германію вперше було розпочато фірмою «Eagle-Picher» (США) у 1941 р., а у 1948 р. виробництво GeO_2 у світі досягло 460кг. З того часу випуск Ge у різному вигляді безперервно зростає [5].

Германій виробляється або комерційно переробляється лише в кількох країнах, включаючи Сполучені Штати, Бельгію, Канаду, Китай, Німеччину та Росію, причому Китай був провідним виробником германію.

Об'єктивні глобальні дані про виробництво германію мають значні розбіжності в залежності від джерел, але більша частина експертів схиляється до оцінки показників частки Китаю у світовому виробництві – 68%, Росії – до 10%.

Активне використання германію в сучасній техніці, перш за все – **воєнного призначення**, призводить до оптимістичних прогнозних оцінок динаміки розвитку його виробництва.

Історичні та прогнозні показники виробництва германію, за оцінками Merchant Research and Consulting, Ltd., відомої консалтингової компанії в хімічному секторі та в суміжних галузях, наведено в Табл.1 і Мал.1 [6].

6.4. Ціни на германій

Ціни на германій відрізняються високою волатильністю і залежать, в значній мірі, від загальнополітичних кризових явищ та конфліктів, а також дій

ДИНАМІКА СВІТОВИХ ОБСЯГІВ ВИРОБНИЦТВА ГЕРМАНІЮ У 2000-2020Р. ТА ПРОГНОЗ, Т							
РІК	2000	2005	2010	2015	2020	2025*	2030**
ОБСЯГ, Т	90	95	110	115	150	200	400

Табл.1 Обсяги виробництва германію у 2000-2020р. та прогнозні показники на 2025-2030р.р. Авторська Таблица за матеріалами [6]



Мал.1. Діаграма обсягів виробництва германію у 2000-2025р. та прогнозних показників на 2030 р. Авторський Малюнок за матеріалами [6]

на ринку монопольного виробника германію – Китаю.

Введення Китаєм експортних обмежень, тарифні кроки США у відповідь, загальне переосмислення стратегії та тактики ведення інтенсивних бойових дій з урахуванням війни в Україні на користь все більш активного застосування високоточних систем з інфрачервоним наведенням, іншої оптичної техніки, БПЛА різного класу, в т.ч. – на оптоволокні, а також початок війни в Ірані цілком закономірно призвели до значного збільшення цін на германій.

ДИНАМІКА ТА АНАЛІЗ ЦІН НА МЕТАЛЕВИЙ ГЕРМАНІЙ		
Період	Ціна (\$/кг)	ХАРАКТЕРИСТИКА
Січень 2023	\$1 200 – \$1 300	Стабільний ринок, початок зростання попиту на 5G та III
Липень 2023	\$1 400 – \$1 500	Китай оголошує запровадження експортного контролю
Січень 2024	\$2 300 – \$2 800	Ажіотажний попит через складнощі з отриманням ліцензій у КНР
Липень 2024	\$2 900 – \$3 100	Пікові значення на фоні дефіциту на європейських складах
Січень 2025	\$4 100 – \$4 800	Різке прискорення зростання. Дефіцит стає хронічним
Жовтень 2025	\$5 100 – \$5 700	Ціни в Європі та США досягають максимумів через логістичні плечі.
Березень 2026	~\$8 500	Актуальний рівень ціни світовому ринку (spot)

Табл.2 Динаміка цін на металевий германій у 2023-2026р.р. Авторська Таблица за матеріалами [7]

Ціни на германій на міжнародних ринках зробили триразовий стрибок. Якщо в січні 2024 р. ціна становила близько 2,839.40 \$/кг, то на кінець березня 2026 р. вона досягла пікових значень 8,597,50 \$/kg (Табл.2, Мал.2)



Мал.2 Діаграма динаміки середньозважених цін на металевий германій у 2017-2026р.р. Авторська Таблица за матеріалами [7]

6.5. Основні етапи виробництва германієвої продукції

З германієносних сульфідних цинкових і свинцевих руд або з вугілля, в яких германій міститься в межах від тисячних до сотих часток відсотка, послідовно отримують: Ge-концентрат (від 5 до 30 % Ge), тетрахлорид германію (GeCl_4), його оксид, полі- та монокристали. Кожний з проміжних продуктів цього технологічного ланцюжку є товарною продукцією для різних застосувань.

Як компонент для отримання скла в оптоволоконній техніці (ВОЛЗ) використовується GeCl_4 , в каталізаторах для полімеризації ПЕТ-пластмас (Poly Ethylene Terephalate, або поліетиленфтолатні смоли) – GeO_2 чистотою до 99,999%, у виробництві кристалів BGO ($\text{Bi}_{14}\text{Ge}_3\text{O}_{12}$) сцинтиляційних датчиків фотонів високих енергій – особливо чистий оксид германію (Мал.3).



Мал.3 Схема етапів виробництва германію та германієвмісних продуктів і їхнього повторного вилучення зі скрапу. Авторський Малюнок за матеріалами [8]

У приладах нічного бачення в ІЧ-діапазоні застосовуються полі- та монокристалічні вікна та лінзи, виготовлені з монокристалів Ge, вирощених за методом Чохральського.

6.6. Сфери застосування германію

Світову структуру споживання германію наведено на Мал.4



Мал.4 Діаграма світової структури споживання германію.
Авторський малюнок за матеріалами [8]

До секторів, які останнім часом і на найближчу перспективу розвиваються найбільш динамічно, експерти відносять розвиток інфрачервоної оптики та оптоволокна.

6.6.1. Інфрачервона (ІЧ) оптика – стратегічний сектор використання германію

На початок 1970-х років **основною галуззю застосування германію була електроніка** (діоди і транзистори з об'ємних монокристалів германію), яка займала **до 80 %** загального обсягу його споживання. Надалі пріоритет отримав кремній і частка германію в електроніці станом на 1986 р. скоротилася до **3%**.

Після цього на довгі роки **основною сферою використання германію стала ІЧ-техніка, переважно військового призначення.**

Закінчення холодної війни призвело до поступового скорочення цього сегменту, але, **із початком воєнних операцій в Афганістані та Іраку, обсяг виробництва германієвої оптики знов поступово пішов у гору.**

Досвід бойових дій під час **війн в Україні та в Ірані** призвів до суттєвої переоцінки ролі різних систем озброєнь на користь високоточної техніки та БПЛА, що швидко **підвищило попит на інфрачервоні оптичні систем, в яких германій** використовується в якості матеріалу для виготовлення лінз та вікон.

Германій є оптимальним матеріалом для виготовлення інфрачервоних оптичних систем.

Він пропускає випромінювання в інтервалі 216 мкм і має високий коефіцієнт заломлення, що дозволяє отримувати високу оптичну потужність приладів в діапазоні 812 мкм.

Цей діапазон відповідає найінтенсивнішим ділянкам спектру випромінювання «чорного тіла» за кімнатної температури. Саме в цьому діапазоні працюють системи, призначені для виявлення об'єктів з їхнього власного випромінювання, як військового, так і цивільного призначення (Мал.5).



*Мал.5 Навідник танка перед панорамою ІЧ-прицілу.
Авторський Малюнок згенерований із застосуванням ШІ.*

Вікна та лінзи діаметром **250–500 мм** для таких систем виробляють з полі-або монокристалічного германію. Для виготовлення деталей прохідної оптики ІЧ-приладів важлива однорідність показників заломлення та прозорості. Такий германій отримують методами Чохральського та Степанова: у першому випадку монокристали мають діаметр до **200–300 мм**, у другому – до **520–620 мм**.

Використання германію у військовій техніці є багатогранним:

- Інфрачервона оптика та тепловізори - для виробництва лінз у тепловізійних прицілах, камерах спостереження та системах нічного бачення;
- Інфрачервоні головки системи наведення;
- Інфрачервоні оптичні системи для БПЛА;
- Оптика для бронетехніки – як компонент приладів керування вогнем танків та БМП для роботи в умовах поганої видимості та вночі.

6.6.2. Оптичне волокно – новий динамічний тренд застосування германію

Головними драйверами зростання виробництва оптичного волокна останнім часом стали:

розвиток ШІ, в яких стійка з GPU-процесорами сучасних дата-центрів вимагає в 36 разів більше оптичного кабелю, ніж традиційна серверна стійка;

- інтенсифікація загального розвитку оптичних комунікацій, заміна старих та ремонт пошкоджених міжнародних оптичних мереж;
- масове застосування в російсько-українській війні FPV-дронів на оптичному волокні (Мал.6).

Германій відіграє критично важливу роль у цих процесах, відповідаючи за те, щоб світло утримувалося всередині волокна і передавалося на великі відстані без втрат.