

Аналітичний центр вивчення та протидії гібридним загрозам

Корпоративна побудова і комерційні
зв'язки юридичних осіб військово-
промислового комплексу Росії та їхні
вразливості для застосування санкційного
впливу

Аналітичний звіт

Київ, 2026

Корпоративна побудова і комерційні зв'язки юридичних осіб військово-промислового комплексу Росії та їхні вразливості для застосування санкційного впливу

Аналітичний звіт

Під редакцією: Сергія Савченка

Експертна група проекту: Юрій Андріанов, Анна Борщевська, Ігор Гуськов, Віктор Єрмошкін, Олег Хатян.

Анотація

Аналітичний звіт продовжує дослідницьку лінію Центру щодо ефективності санкційної політики проти військово-промислового комплексу (ВПК) Росії та присвячений пошуку його вразливостей через реконструкцію виробничих ланцюгів. Об'єктом дослідження обрано оптико-електронну галузь ВПК РФ, роль якої на сучасному полі бою — від прицільних комплексів і головок самонаведення до балістичних ракет — різко зросла. На основі поглибленого OSINT-аналізу та обробки великих масивів даних (big data) відтворено корпоративні та комерційні зв'язки підприємств галузі, систематизовано їхні ролі у ланцюгах постачання й наскрізно простежено виробництво тепловізійної складової авіаційних оптико-електронних систем — від кінцевого зразка озброєння до первинної сировини та прекурсорів. Окремо проаналізовано оптико-електронний холдинг «Швабе» держкорпорації «Ростех» як інтегровану мережу та побудовано карту її вразливостей.

Дослідження підтверджує, що стійкість ВПК РФ до санкцій спирається на розгалужену багаторівневу систему їх обходу, а також на прорахунки попередньої санкційної політики, зосередженої переважно на кінцевих виробниках озброєння, тоді як критичні ланки біля витоків виробничих ланцюгів залишаються поза обмеженнями. Водночас у цих ланцюгах виявлено критичні вузли — унікальні та монопольні підприємства, дефіцитні матеріали та імпортозалежні компоненти, що не мають аналогів усередині РФ.

Головний висновок звіту: фрагментарний тиск на окремі підприємства є неефективним, натомість синхронний, скоординований усіма партнерами вплив одночасно на кілька критичних вузлів здатен дати стратегічний ефект мінімальними зусиллями та з мінімальною шкодою для економік країн-партнерів.

Матеріал підготовлено за підтримки Міжнародного фонду «Відродження».

Матеріал представляє позицію авторів і не обов'язково відображає позицію Міжнародного фонду «Відродження».

Зміст

ВСТУП	5
Розділ 1. Методологія дослідження	6
Задум і логіка дослідження	6
Зведення і верифікація	9
Інструментарій	9
Обмеження дослідження	10
Розділ 2. Огляд оптико-електронної галузі РФ: ролі та функції підприємств в ланцюгах виробництва	11
Оптична складова – Литкаринський завод оптичного скла (АТ «ЛЗОС»)	13
Лазерна складова – АТ «НДІ «Полюс» ім. М.Ф. Стельмаха»	17
Інфрачервона складова – АТ «МЗ «Сапфір»»	22
Розділ 3. Ланцюг виробництва тепловізійної складової авіаційних оптико-електронних систем (ОЕС)	25
ГОЕС-321М – єдина ОЕС для гелікоптерів сімейства Мі	26
Оптико-локаційна станція ОЛС-35 для Су-35	27
101КС-В для Су57	28
Ланка 1. УОМЗ, виробник авіаційних ОЕС	29
Ланка 2. НВО «Оріон», постачальник фотоприймальних пристроїв	32
Ланка 3. АТ «Гіредмет», постачальник підкладок кадмій-цинк-телур	34
Ланка 4. Інститут хімії високочистих речовин РАН, постачальник прекурсорів для вирощування підкладок	37
Додаткова ланка – мікрокриогенні системи охолодження фотоматриць	38
Висновки до розділу	39
Розділ 4. Холдинг «Швабе» в структурі ВПК РФ	41
Огляд виробничих ланцюгів	41
Організаційна роль та функціонування материнської компанії	42
Ключові виробники військової продукції	42
Виробники критичних компонентів, мікроелектроніки та сировини	43
Розробка лазерної зброї	44
Залежність від імпорту критичних матеріалів і компонентів	44
Тіньові схеми закупівель та мережа посередників	44
Карта вразливостей ланцюга постачання	45
1. Германій та похідні (Ge, GeO ₂ , GeCl ₄)	45

2. Арсенід галію (GaAs) і епітаксiальні структури.....	46
3. Антимонід iндію (InSb) та кадмій-ртуть-теллур (KPT/CdHgTe)	47
4. Кріогенні системи охолодження фотоприймальних пристроїв	47
5. Лазерні діоди, фотодіоди та оптоелектронні компоненти.....	47
6. Електронна компонентна база (мікросхеми, діоди, транзистори)	48
7. Технологічне обладнання (напівпровідникове виробництво, МЕМС)	49
8. Компоненти для виробництва БПЛА (кластер АТ «ОКБ «Астрон»» / ТОВ «Астрон Аеро»)	50
Висновки до розділу	50
Висновки та рекомендації.....	51

ВСТУП

Понад чотири роки повномасштабної війни довели, що санкційний тиск, попри свій безпрецедентний масштаб, не спромігся зупинити роботу військово-промислового комплексу (ВПК) Росії. Навпаки: попри тисячі запроваджених обмежень, російський ВПК не лише зберігає працездатність, а й нарощує темпи виробництва окремих видів озброєння. Прямим наслідком цього є зростання інтенсивності ракетно-авіаційних ударів по території України, зокрема по цивільній інфраструктурі та мирному населенню.

Ця ситуація ставить перед Україною та її партнерами стратегічне питання: чому санкційна політика, побудована переважно на нарощуванні кількості обмежень, не досягає бажаного результату, і як зробити її дієвою.

Даний звіт є продовженням дослідження Центру «Аналіз ефективності та узгодженості української та міжнародної санкційної політики» (2025). На попередньому етапі було встановлено, що значна частина підприємств, потенційно причетних до ВПК РФ, залишається поза санкційними обмеженнями. Спираючись на ці результати, Центр запропонував змістити акцент санкційної політики: від масового санкціонування підприємств — до **системних точкових ударів по критичних ланках виробничих ланцюгів ВПК**.

Щоб перевести цей підхід з рівня концепції на рівень практичного інструменту, необхідно було відповісти на питання, які залишалися поза межами попереднього етапу: яку саме продукцію випускає кожне підприємство, яке місце воно посідає у виробничому ланцюгу і від чого критично залежить. Для цього дослідження реконструює архітектуру тепловізійної складової оптико-електронної галузі ВПК РФ через **корпоративні та комерційні зв'язки підприємств**. Саме ці зв'язки розкривають і виробничі ланцюги, і розбудовану РФ мережу обходу санкцій.

Структура звіту відображає логіку дослідження:

Розділ 1 викладає методологію: задум, логіку відбору підприємств, інструментарій та обмеження дослідження.

Розділ 2 систематизує ролі та функції підприємств оптико-електронної галузі РФ у виробничих ланцюгах за 12-рівневою моделлю.

Розділ 3 повністю відтворює виробничий ланцюг тепловізійної складової авіаційних оптико-електронних систем (ОЕС) — від інтегратора до постачальника прекурсорів — і визначає його критичні вузли.

Розділ 4 аналізує оптико-електронний холдинг «Швабе» держкорпорації «Ростех» як інтегровану мережу та подає карту її вразливостей.

Відпрацьована методика й отримані висновки виходять далеко за межі тепловізійної складової авіаційних ОЕС: виявлені вузли та вразливості характерні й для інших видів озброєння, а сама методологія придатна для застосування до усіх галузей ВПК.

Розділ 1. Методологія дослідження

Терміни для орієнтації:

<i>ВПК</i>	військово-промисловий комплекс
<i>ЮО</i>	юридичні особи
<i>ЕРГЮЛ</i>	Єдиний державний реєстр юридичних осіб Російської Федерації
<i>ОЕС</i>	оптико-електронні системи (тепловізори, прицільні й оглядові комплекси, тепlopеленгатори тощо), які встановлюються на бойову техніку.
<i>ОКВЕД</i>	російський класифікатор видів економічної діяльності; наявність певного коду слугує формальною ознакою можливої причетності компанії до ВПК
<i>ЮО</i>	юридична особа / юридичні особи
<i>HS-коди</i>	Harmonized System – гармонізовані коди товарної номенклатури, що використовуються в міжнародній митній статистиці
<i>OSINT</i>	розвідка/аналітика на основі відкритих джерел (Open Source Intelligence)

Задум і логіка дослідження

В рамках попереднього етапу дослідження, проєкту «Аналіз ефективності та узгодженості української та міжнародної санкційної політики»¹(2025), з класифікатору кодів економічної діяльності РФ було відібрано 13 ОКВЕДів, які за своєю назвою вказували на високу вірогідність причетності щонайменше до однієї з чотирьох галузей ВПК: авіаційна промисловість, боєприпаси/спецхімія, ракетно-космічна галузь, звичайні озброєння.

В подальшому зі списку ЕРГЮЛ було відібрано ЮО, які мали в якості основного або додаткового хоча б один з цих 13 ОКВЕДів.

За результатами Першого етапу виявлено 1 701 таких ЮО, з яких станом на кінець 2025 року лише 34% перебували під санкціями.

Ці ЮО були структуровані за напрямками діяльності, але не вивчалось питання, яку саме продукцію випускає та чи інша ЮО, яке місце в системі виробництва вона займає.

Спираючись на результати дослідження, Центр запропонував стратегію системних точкових санкційних ударів по критичних ланцюгах постачання ВПК РФ замість масового санкціонування підприємств.

¹ Публічний звіт «Аналіз ефективності та узгодженості української та міжнародної санкційної політики» доступний на сайті www.cascht.com. Отримати доступ до повного тексту звіту можна направивши запит на електронну адресу contact@cascht.com

Дане дослідження є продовженням попереднього і фокусується на виявленні вразливостей ВПК Росії через відтворення архітектури галузей ВПК, встановлення ролі кожної ЮО в виробничих та логістичних ланцюгах.

В якості **об'єкту дослідження** було обрано оптико-електронну галузь ВПК РФ, в якій можна виділити 5 взаємопов'язаних складових за ознаками продукції, яка випускається: **оптична, лазерна, інфрачервона, тепловізійна, електронна.**

На початковому етапі дослідження зосередилось на **139 підприємств** за ОКВЕД 26.70.6 («Виробництво оптичних прицілів та приладів визначення координат цілей»). В ході дослідження їх кількість зросла до **238** за рахунок ЮО, які хоч і не мали зазначеного ОКВЕД, але відігравали певну роль у виробництві оптико електронної техніки для ВПК.

Предметом дослідження є корпоративні та комерційні зв'язки цих підприємств, їх місце у виробничих ланцюгах ВПК, залежність від зовнішніх поставачань сировини та комплектуючих, а також роль у виробництві кінцевої продукції.

Метою дослідження був пошук *критичних точок*: підприємств, компонентів або джерел сировини, зупинка чи перебої в поставчанні яких здатні спричинити затримки та навіть зупинки у виробництві кінцевого озброєння та відчутно послабити військовий потенціал РФ, насамперед авіаційно-ракетного озброєння.

Щоб знайти такі точки, треба було вивчити кожне з підприємство галузі, які за ознакою наявності зазначеного ОКВЕД потрапили в коло інтересу. В подальшому об'єднати їх в єдині комерційно-виробничі ланцюги і знайти в них критичні точки, вплинувши на які можна дезорганізувати чи навіть зупинити весь технологічний ланцюг випуску кінцевої військової продукції.

Вибір саме **оптико-електронної складової** не випадковий. Роль оптично-електронного обладнання на сучасному полі бою різко зросла: тепловізори, прилади нічного бачення, лазерні далекоміри, головки самонаведення, системи «машинного зору» забезпечують цілодобову розвідку, виявлення та ураження цілей і є невід'ємною частиною військової техніки від стрілецької зброї до балістичних ракет.

Дослідження велося двома напрямками, що працювали одночасно.

Аналітичний напрям (OSINT) відповідав за формування й коригування методики, збір та узагальнення інформації про підприємства, реконструкцію виробничих ланцюгів, проміжні й підсумкові висновки.

Усі обрані ЮО пройшли початкове вивчення за трьома напрямками:

- **за відкритими реєстрами** і інформацією з інших відкритих джерел кожне підприємство оцінювалося за належністю до реєстру ОПК, профільним ОКВЕД, участю у держзакупівлях та їх обсягом, ліцензії на зброю, наявність дочірніх і підконтрольних структур тощо;
- **за закупівлями з-за кордону** – перевірка прямих та опосередкованих імпорتنих поставчань;
- **за корпоративними зв'язками** – перевірка зв'язків підприємств з іншими структурами ВПК.

За результатами вивчення ЮО були розділені на умовні групи високого, середнього і низького рівня зацікавленості.

Підприємства *високого рівня* зацікавленості (близько 50 об'єктів) пройшли **поглиблений OSINT-аналіз**: профіль діяльності, номенклатура продукції, дочірні структури й групи, унікальні виробничі компетенції та участь у ланцюгах постачання.

Паралельно окремо досліджувався **оптико-електронний холдинг «Швабе»** держкорпорації «Ростех».

Інформаційно-технічний напрям відповідав за роботу з великими масивами даних (big data): автоматизований збір, нормалізацію та аналіз масивів структурованих і неструктурованих даних, побудову інструментарію для встановлення неочевидних зв'язків і підтримку прийняття рішень аналітиками.

Для встановлення комерційних і корпоративних зв'язків використовувалася аналітична платформа корпоративної розвідки **Sayary Graph²**.

Отриманий масив інформації проходив багатоетапне скорочення шляхом відокремлення другорядної інформації, яка не має відношення до теми дослідження:

- первинний робочий масив – **4 978 698** об'єктів дев'яти типів (договори, вантажі, компанії, фізичні особи, урядові організації, інтелектуальна власність, майно, цінні папери, судна) та **понад 34 млн** зв'язків між ними;
- після фільтрації (видалення транзакцій з невійськовими товарами, відсікання за HS-кодами через тезауруси-стоп-листи, верифікація онтологічних зв'язків) для аналізу відібрано релевантне ядро – **~1,07 млн** об'єктів і понад 2 млн зв'язків;
- на завершальному, сфокусованому запиті масив звужено до кількох десятків тисяч об'єктів, безпосередньо дотичних до досліджуваних ланцюгів.

На основі цих даних було **побудовано власний програмний інструментарій** на платформі аналізу big data: **логічну модель даних, конвеєри нормалізації, модулі пошуку й статистики за об'єктами** («Компанії», «Зв'язки», «Відвантаження», «Контракти»), **модуль інтерактивної візуалізації корпоративних і комерційних зв'язків**, а на фінальному етапі – **реляційну базу та вебзастосунок для оперативного пошуку імпортерів критичної сировини**.

Інструментарій дозволяє **підтверджувати або спростовувати неявні зв'язки, не опубліковані у відкритих джерелах**, та може доповнюватися даними за іншими ОКВЕД.

Взаємодія між напрямками дослідження була ітеративною: аналітики формували запит, інформаційно-технічна група отримувала й обробляла дані, результат повертався аналітикам, уточнював напрям пошуку й породжував наступний запит. Такий цикл повторювався в міру поглиблення дослідження.

Реконструкція виробничого ланцюга

Для побудови наскрізного ланцюга в якості вихідної точки було обрано найбільш актуальні авіаційні ОЕС і простежено їх **від кінцевого виробника готової продукції у зворотному щодо виробничого процесу напрямку аж до постачання первинної сировини**:

² SayaryGraph - AI-Powered Corporate Intelligence Platform: <https://sayari.com/platform/graph/>



Разом з цим був досліджений **ланцюг виробництва систем охолодження** (мікрокриогенні системи) як фотоматриць тепловізійних приборів, так і ОЕС в цілому, **без яких система не працює**. Була досліджена залежність виробництва від однієї з ключових складових цих мікросистем охолодження – **магнітів на базі рідкоземельних металів**. На кожному вузлі фіксувалося, чи є постачальник/виробник унікальним або монопольним, і де ланцюг залежить від імпорту.

Паралельно було проведено поглиблені дослідження окремих видів стратегічної сировини та критичних матеріалів як вхідних точок тих самих ланцюгів (тантал, германій).

Зведення і верифікація

Результати обох напрямів було зіставлено: дані про закупівлі сировини й комплектуючих верифікувалися через призму реальних виробничих потужностей і технологічних потреб конкретних підприємств.

Це дозволило:

- побудувати **цілісні виробничі та комерційні ланцюги**;
- визначити **вузлові підприємства** – ті, на яких зав'язано найбільше виробничих і логістичних процесів;
- виявити **стратегічні вразливості**: критичну залежність від імпортової сировини, відсутність внутрішніх альтернатив окремим компонентам та монопольне становище низки підприємств

Інструментарій

- **SayariGraph** – платформа корпоративної розвідки для отримання структурованих даних про комерційні й корпоративні зв'язки на глибину до 4-го рівня.
- **Платформа аналізу big data** з власними модулями (логічна модель даних, конвеєри нормалізації, пошук, статистика, інтерактивна візуалізація зв'язків).
- **Реляційна база та вебзастосунок** для оперативного пошуку імпортерів критичної сировини.
- **Відкриті реєстри та джерела OSINT** – реєстри юридичних осіб, митні, тендерні, судові реєстри, санкційні переліки, сайти й презентації компаній, галузеві довідники, огляди виставок.
- **Засоби штучного інтелекту** – для структурування й формалізації фрагментів OSINT-досліджень та оптимізації аналітичної роботи.

- **Тезауруси у режимі стоп-листів** – для відсікання нерелевантних товарних груп (HS-коди) і типів зв'язків та мінімізації інформаційного шуму.

Обмеження дослідження

Дослідження свідомо звужувалося в міру поглиблення з ряду причин.

По-перше, після 2022 року інформація про роботу ВПК РФ майже тотально закрита, що ускладнює верифікацію і змушує спиратися на перехресну перевірку розрізнених даних.

По-друге, обсяг даних, придатних до аналізу, виявився надзвичайно великим (мільйони об'єктів і десятки мільйонів зв'язків), а їх якісне опрацювання вимагає значного ресурсу. Тому замість поверхового огляду всіх 1 701 підприємства дослідження сфокусувалося спершу на одному ОКВЕД (26.70.6), а потім – на одній, але критично важливій складовій оптико-електронного сектору: тепловізійній складовій авіаційних ОЕС.

В той же час, **в полі дослідження опинились значно ширше коло об'єктів**, причетних до випуску військової продукції.

У результаті глибоко опрацьовано один сегмент оптико-електронної складової ВПК РФ – **тепловізійна складова озброєння авіаційної техніки**. Але в ході дослідження встановлено, що цей виробничий ланцюг охоплює основні вузли та критичні вразливі місця і інших видів озброєння – тепловізійна складова засобів розвідки, стрілецької зброї, бронетанкової техніки, головок самонаведення ракет та високоточної зброї, і інше.

Водночас відпрацьовано саму **методику** наскрізного дослідження виробничого ланцюга – від сировини до кінцевого зразка – і зібрано вихідний матеріал для подальшого вивчення суміжних підгалузей (оптичної, лазерної, інфрачервоної та електронної складових).

Розділ 2. Огляд оптико-електронної галузі РФ: ролі та функції підприємств в ланцюгах виробництва

Терміни для орієнтації:

БПЛА	безпілотний літальний апарат
ГСН	головка самонаведення
ГОЕС	гіростабілізована оптико-електронна система
ОЛС	оптико-локаційна станція
ОЕПС	оптико-електронна прицільна система
ЕОП	електронно-оптичний перетворювач
ІНС / БІНС	інерціальна навігаційна система / безплатформена ІНС
ІЧ	інфрачервоний (діапазон випромінювання)
KPT (HgCdTe)	кадмій-ртуть-телур – матеріал теплочутливого шару фотоприймальної матриці
ЛЦД	лазерний цілевказівник-далекомір
ОТРК	оперативно-тактичний ракетний комплекс
РАН	російська академія наук
РЗМ	рідкоземельні метали
ФПП (рос. ФПУ)	фотоприймальний пристрій (рос. фотоприемное устройство)
GaAs	арсенід галію – напівпровідникова підкладка для лазерних діодів і фотоприймачів
InSb / InAs / InP	антимонід / арсенід / фосфід індію
MOCVD	газофазна епітаксія металоорганічних сполук – технологія вирощування напівпровідникових шарів
OFAC	Управління контролю за іноземними активами Міністерства США

Сучасна військова техніка критично залежить від складної оптики та електроніки. Тепловізори в прицілах, пеленгатори чи системи самонаведення ракет – це складні прилади, створення яких потребує роботи не одного окремого заводу, а цілої мережі підприємств. Цей процес охоплює багато етапів: від видобутку специфічної сировини та виробництва компонентів – до збирання приладів та їхнього фінального монтажу на техніку.

У цьому розділі систематизовано інформацію щодо ролей та функцій підприємств оптико-електронної галузі РФ, проаналізованих у ході дослідження.

Класифікація побудована за 12-рівневою моделлю ролей у ланцюгу постачання - від постачальників первинної сировини до номінальних/оболонкових структур:

- 1. Постачальники первинної сировини і базових матеріалів:** Підприємства, які стоять на початку ланцюга і дають матеріальну основу для подальших переділів: рідкісні метали, порошки, скло, кристали, германій, оптичні заготовки.
- 2. Підприємства глибокої переробки сировини у технологічні напівфабрикати:** Ланка, яка бере базову сировину і перетворює її на технологічні напівфабрикати або функціональні матеріали (лінзи, призми, фотодіоди, транзистори, тощо), які використовуються для виготовлення комплектуючих.
- 3. Виробники комплектуючих:** Підприємства, які виготовляють функціональні комплектуючі (фотоприймальні пристрої, інтегральні електронні схеми, лазерні гіроскопи, блоки управління, тощо), що потім інтегруються у вузли і підсистеми.

4. **Інтегратори вузлів і підсистем:** Підприємства, які збирають з комплектуючих готові вузли і підсистеми (ІЧ прилади, в т. ч. тепловізори, системи спостереження, навігаційні та прицільні комплекси, ГСН, тощо).
5. **Виробники пристроїв:** Підприємства, що стоять ближче до кінця ланцюга і з використанням технічних вузлів виготовляють пристрої (ОЕС, ГОЕС, ОЛС, ОЕПС, корабельний комплекс, антидроновий комплекс, тощо), які в подальшому інтегрується в кінцевий зразок озброєння.
6. **Кінцеві спеціалізовані споживачі / платформні інтегратори:** Підприємства, які вбудовують пристрої у кінцевий зразок озброєння (авіабудівні, авіаремонтні заводи, тощо).
7. **Імпортні хаби, трейдери, посередники, обхідні ланки:** Підприємства, які є критичними для руху товару (особливо імпортного чи чутливого до санкційного впливу) між простачальниками і вузлами ланцюга.
8. **Збутові, дилерські та сервісні канали:** Підприємства, чия функція – доведення готового виробу до кінцевого користувача, регіональний збут, гарантія, сервіс, технічна підтримка.
9. **Навчально-виробничі та підтримувальні ланки:** Структури не обов'язково є ключовими виробниками, але забезпечують експлуатацію, навчання, ремонт, підтримку.
10. **Субпідрядники виготовлення, механічної обробки та допоміжного виробництва:** Підприємства, які виконують частину виробничих операцій для більших гравців: механічна обробка, корпуси, металеві вузли, покриття, світлотехніка, спеціальне спорядження.
11. **ІТ- та цифрові інтегратори:** Підприємства, що входять у ланцюги постачання через цифрову, обчислювальну або мережеву функцію.
12. **Номінальні / оболонкові структури:** Підприємства, що у ланцюгу постачання можуть виконувати роль юридичного буфера, прокладки для контрактів, імпоротної/санкційної обхідної ланки.

Такий логічний поділ дозволяє відстежити ключові підприємства галузі, зокрема, за рівнем їхнього наскрізного залучення в ланцюг, унікальності продукції та відсутності аналогів на внутрішньому ринку.

Систематизацію виконано на основі OSINT аналізу кожного з підприємств оптико-електронної галузі ВПК РФ.

Подальший ітераційний аналіз юридичних осіб за їхніми **видами діяльності, ролі в виробничих ланцюгах, кількості комерційних зв'язків, об'ємами поставок** та іншими параметрами дозволив виділити **найбільш критичні підприємства**.

Мапа виробничих ланцюгів оптико-електронної галузі ВПК РФ та список ТОП-20 критичних підприємств доступні за [посиланням](#)



Детальніше зупинимося на трьох ключових підприємствах (встановлених за допомогою викладеної вище методології) з різних складових оптико-електронної галузі:

- **Оптичної** - «Литкаринський завод оптичного скла»
- **Лазерної** – АТ «НДІ «Полюс» ім. М.Ф. Стельмаха»
- **Інфрачервоної** (прилади нічного бачення) – АТ «Московський завод «Сапфір»»

Електронна складова представлена низкою ЮО, які не мають яскраво виділеного ключового хабу.

Тепловізійна складова детально розглянута у Розділі 3 цього звіту.

Оптична складова – Литкаринський завод оптичного скла (АТ «ЛЗОС»)

Повна назва	АТ «Литкаринський завод оптичного скла» (рос. АО «Лыткаринский завод оптического стекла»)
Скорочення	АТ «ЛЗОС» / АО «ЛЗОС» / JSC LZOS
ІПН / ИНН	5026000300
ОГРН / ПСРН	1025003178397
Організаційна форма	Непублічне акціонерне товариство
Адреса	140080, Московська обл., м. Литкарино, вул. Паркова, буд. 1
Вебсайт	lzos.ru (наразі недоступний); соцмережі: t.me/ao_lzos, vk.com/ao_lzos
Заснування	1934 р. (початково – завод дзеркальних рефлекторів)
Корпоративна належність	Холдинг «Швабе» ³ , ДК «Ростех»

Стратегічна роль

АТ «ЛЗОС» - ключове підприємство оптичної галузі РФ і системоутворюючий вузол холдингу «Швабе».

З 2011 року завод виступає головним підприємством створеного в межах «Швабе» *Центру компетенції з розробки, виробництва та обробки оптичних матеріалів*. За власними даними, у 2017 році частка АТ «ЛЗОС» **на російському ринку оптичних матеріалів становила 91,7%**; підприємство обіймає монопольне становище у виробництві оптичного скла та домінуюче – у сегменті оптичних матеріалів загалом.

«Ростех» позиціонує завод як виробника близько **третьої світової частини великогабаритної оптики**, чий дзеркала нібито встановлені на всіх найбільших телескопах.

³ «Швабе» - російський оптико-електронний холдинг, що входить до складу держкорпорації «Ростех». Компанія спеціалізується на розробці та виробництві військової оптики, космічних телескопів, медичної техніки, лазерів та геодезичних приладів. Детальніше про Швабе – див. Розділ 3.

Незалежно від маркетингових перебільшень, стратегічне значення підприємства полягає в тому, що воно **постачає оптичні заготовки, скло та готові прилади практично для всієї галузі російського оптичного та оптико-електронного приладобудування – від бронетанкової оптики до систем космічної розвідки.**

Ключові замовники / кінцеві споживачі у ВПК

Аналіз державних контрактів і тендерів підтверджує роль ЛЗОС як постачальника оптики та готових приладів для оборонного сектору. Серед замовників (переважна більшість – під санкціями України та країн-партнерів):

- АТ «144-й бронетанковий ремонтний завод», АТ «61-й бронетанковий ремонтний завод», АТ «121-й авіаційний ремонтний завод», АТ «360-й авіаційний ремонтний завод»: *ремонт авіаційної та бронетехніки.*
- АТ «Омсктрансаш» (Т-80): *прилади спостереження, оптичні прилади.*
- АТ Державний рязанський приладобудівний завод «ДРПЗ», НПК «Науково-виробнича корпорація «Системи прецизійного приладобудування» (>670 млн руб; об'єктиви «Сова», заготовки ситалу, телескопи): *приладобудування та ОЕС.*
- Федеральне державне унітарне підприємство «Всеросійський науково-дослідний інститут автоматики імені М.Л. Духова», Акціонерне товариство «Обнінське науково-виробниче підприємство «Технологія» ім. А.Г. Ромашина», АТ «ФНПЦ «Титан-Баррикады», АТ «НВО «Обуховський завод» (концерн ВКО «Алмаз-Антей»): *стратегічні/ядерні та ракетобудівні структури.*
- ПАТ «Красногорський завод ім. С.О. Зверева», АТ «Виробниче об'єднання «Уральський оптико-механічний завод імені Е.С. Яламова» (УОМЗ), Новосибірський приладобудівний завод (НПЗ, >230 млн руб), АТ «Вологодський оптико-механічний завод» (ВОМЗ), Акціонерне товариство «Загорський оптико-механічний завод» (ЗОМЗ), - ЦКБ «Фотон», НВО «Оптика»: *виробники і інтегратори оптичних і оптико-електронних вузлів і виробів в цілому для ВПК - оптичні заготовки, дзеркала, відбивачі та ін.*

Виробнича номенклатура

Оптичні матеріали та заготовки

Основа всього, що робить завод, – це оптичне скло. ЛЗОС випускає **понад 250 марок** такого скла, безбарвного та кольорового, у вигляді як напівфабрикатів (**заготовок**), так і готових деталей. Окрему групу становить скло зі спеціальними властивостями: **лазерне скло** (на силікатній та фосфатній основі – з нього роблять активні елементи лазерів), **безкисневе, або халькогенідне, скло**, прозоре в інфрачервоному діапазоні хвиль від 0,18 до 18 мкм (саме воно потрібне для тепловізорів і приладів нічного бачення), а також склокерамічний матеріал **СО-115М**, відоміший під назвами «ситал» або «астроситал». Ситал – це особлива скло-кераміка, яка майже не розширюється при нагріванні, тому з неї виготовляють дзеркала, що мають зберігати ідеальну форму. Крім того, завод виробляє особливо чисте скло для космічної оптики, волоконну оптику, лінзові об'єктиви та дзеркала.

Оптика для бронетанкової та авіаційної техніки

Більшість оптичних матеріалів у тепловізорах і прицільних комплексах російської авіаційної та бронетанкової техніки виготовлено із заготовок ЛЗОС. Окрім матеріалів, завод випускає й готові прилади власної розробки:

- **Прилади нічного бачення:** ПНВ-57 та його модифікації (для водіння бронетехніки вночі); ПНВ-90В (нічні окуляри/бінокль); ОВН-1 (нічні окуляри для екіпажів вертольотів).
- **Перископічні прилади спостереження** – тобто оглядові прилади, вбудовані в корпус машини, які дають екіпажу бачити зовні, не висуваючись назовні: ТНПО-115/160/170/170А, ТНП-350Б, ТНПЗВЭ/ТНП4 – для бойових машин піхоти (БМП) та десанту (БМД); ТНПП-220А – для бронетранспортерів БТР-Д, БТР-МД та машини БМД-3 «Ракушка».
- **Телевізійні прилади:** ТВКТ-95Н – телекамера системи кругового огляду для командира танка Т-90М/МС; серія ТВКТ-3Н/9Н/65Н; ТВН-5/-10 – комбінований (денно-нічний) прилад механіка-водія танка Т-72Б; ТС-27-АМШ – камера заднього огляду танка Т-80У.
- **Допоміжні системи:** РТС-27 (регулятори температури скла оглядових приладів для БМП, танка Т-72 і тягача МТ-ЛБ, щоб оптика не запотівала й не обмерзала); об'єктиви ОБ646Г, ОБ626М; світлофільтри.

Великогабаритна та космічна оптика

Завод виробляє великогабаритні астрономічні дзеркала, космічні об'єктиви та заготовки діаметром до 3 м. Найбільш чутливий напрям – робота на космічну оптичну розвідку. У межах проєкту «Раздан» (космічний апарат «14Ф156»; оптико-електронний комплекс «Севан») ЛЗОС виготовляє комплект дзеркал для головного інтегратора КМЗ (Красногорський завод, «Швабе»): головне дзеркало 2,4 м, вторинне асферичне 0,54 м і асферичне позаосьове третинне ~0,40 м. Діаметр головного дзеркала «Севана» відповідає дзеркалу американських розвідувальних супутників КН-11/KENNEN. Матеріал дзеркал – ситал СО-115М.

Дзеркала ЛЗОС історично використовувалися і в попередніх поколіннях радянсько-російської космічної розвідки (1,5-метрові дзеркала на апаратах «Аракс» і «Персона»), а також у цивільних апаратах ДЗЗ серії «Ресурс-П/ПМ».

Броньова кераміка та подвійне призначення

Від 2023 року – освоєння випуску керамічних бронеплиток зі спеченого карбіду кремнію (SSiC) для панелей бронезилових; за заявами виробника, забезпечують захист від куль СВД, зокрема з броньбійним осердям⁴.

Ланцюг постачання: сировина та критичні вразливості

Ключова методологічна особливість дослідження підприємства: у переважній більшості тендерів АТ «ЛЗОС» постачальники приховані, тому зв'язки встановлюються через зустрічний пошук, декларації відповідності та реєстри держконтрактів. Попри це, аналіз виявляє системну залежність від критичної та імпоротної сировини.

Критична та унікальна сировина

- **Пентаоксид танталу (Ta_2O_5)** – сполука рідкісного металу танталу, компонент оптичного скла для прицілів, головок самонаведення (ГСН) ракет, лазерних

⁴ Броньбійне осердя – це тверда, важка внутрішня частина кулі або снаряда, виготовлена з високоміцних матеріалів (загартована сталь, карбід вольфраму або збіднений уран). Основне призначення – пробиття твердих перешкод, таких як броня техніки або бронезилових.

далекомірів та скління кабін. Єдиний виробник у росії – **ВАТ «Соликамський магнієвий завод» (СМЗ, ІНН 5919470019)**, який у 2024–2025 роках перебуває у глибокій кризі (збиток 1,16 млрд руб. лише за перше півріччя 2025 року). Управляється структурами «Росатому». Висока ймовірність, що частина сировини – іноземна: підтверджено валютними контрактами (на 637 200, 120 000, 360 000 USD та ін. у 2018 і 2021–2022 рр.).

- **Оксиди й сполуки рідкоземельних металів** – оксиди неодиму, лантану, ітрію, церію, цирконію тощо (потрібні для варіння спеціального оптичного скла). Частину постачальників установлено: **АТ «Металлон» (ІНН 7826032457)** та **ТОВ «Редметконцентрат» (ІНН 7723723420, під санкціями США)** – це торговельні посередники («прокладки»). Профільний виробник у Росії – **ТОВ «Завод рідкісних металів» (Новосибірськ, ІНН 5408119185)**.
- **Двоокис германію** – постачається від **АТ «Германій» (ІНН 2462214466)**, яке обслуговує й інші підприємства «Швабе».
- **Оксиди свинцю / свинцевий сурик** – ймовірно, єдиний профільний виробник у Росії – **ТОВ «Метком» (ІНН 7104514275)**.

Імпортна залежність (закупівлі за валюту)

- **Кварцове скло (Corning HPFS® 7980 (США))** – щонайменше 5 тендерів (на 0,94 та 6,83 млн USD та ін., 2018–2021 рр.). Це високочистий **плавлений кремнезем** (надчисте кварцове скло) – критичний матеріал для точної оптики.
- **Скло N-BAK 4 (SCHOTT AG, Німеччина)** – контракт на 409 866 €; **карбонат літію** – контракти на 563–664 тис. € (2019–2020); а також вогнетривка глина, глинозем, пентаоксид ніобію, ультрафіолетове скло та керамічні горщики для варіння скла – усе за валютними контрактами.
- **Імпортне устаткування** – шліфувально-полірувальні верстати FLP-1200/2200/4000 і HPJ-2500/P (Китай), які ввозяться й сертифікуються через посередників. Зокрема – **ТОВ «Лазерні компоненти» (ІНН 7704811495)**, канал, що всю війну постачає оптичний імпорт із Китаю (понад 150 позицій за період з лютого 2021 по травень 2025 року).

Схема постачань

Значну частину розкритих закупівель підприємства було проведено через торговельні прокладки-посередники (АТ «Химреактив», ТОВ «Химпромторг», ТОВ «Спектр-Хим», АТ «Химреактивснаб»), які обслуговують і низку інших підприємств «Швабе».

Основні комплектуючі, що постачаються на АТ «ЛЗОС»:

електронно-оптичні перетворювачі АТ «Катод» (ЕОП – ключовий елемент прицілів; поза санкціями),

телемодулі ТОВ «ЭВС» (Санкт-Петербург),

терморезистори АТ «Гириконд» (під санкціями США/Швейцарії/Японії),

акумулятори АТ «Завод «Мезон» (під санкціями Великої Британії).

Санкційні прогалини

Санкційні прогалини стосуються не стільки самого заводу, скільки його **ланцюга постачання**. Найчутливіші незакриті вузли, які доцільно опрацювати для санкційного та іншого обмежувального впливу:

- СМЗ (Соликамський магнієвий завод) – монопольний виробник танталу/РЗМ у РФ, у кризовому стані.
- ТОВ «Завод рідкісних металів» (Новосибірськ) – критичний постачальник сполук РЗМ особливої чистоти.
- ТОВ «Метком» – ймовірно єдиний виробник свинцевого сурику потрібної якості.
- ТОВ «Лазерні компоненти» – активний канал імпорту китайського обладнання та оптики.
- АТ «Катод» – виробник електронно-оптичних перетворювачів (ключовий елемент прицілів), досі поза санкціями будь-якої юрисдикції, включно з Україною.

Лазерна складова – АТ «НДІ «Полюс» ім. М.Ф. Стельмаха»

Повна назва	АТ «НДІ «Полюс» ім. М.Ф. Стельмаха» (рос. АО «НИИ «Полюс» им. М.Ф. Стельмаха»)
Скорочення	АТ «НДІ «Полюс» / АО «НИИ «Полюс»
ІПН / ИНН	7728816598
ОГРН / ПСРН	1127746646510
Адреса	117342, м. Москва, вул. Введенського, буд. 3, корп. 1
Дата реєстрації	21.08.2012 (правонаступник НДІ «Полюс», засн. 1962 р.)
Вебсайт	niipolyus.ru / polyus.com (недоступні); t.me/s/niipolyus
Корпоративна належність	Холдинг «Швабе», ДК «Ростех»
Санкційний статус	США (OFAC SDN, 28.06.2022, EO 14024), ЄС, Україна, Канада, Австралія, Нова Зеландія, Японія

Стратегічна роль

АТ «НДІ «Полюс» ім. М.Ф. Стельмаха» – **провідний науково-виробничий центр РФ у галузі лазерних технологій і головна лазерна структура холдингу «Швабе»**. Спеціалізація охоплює твердотільні та напівпровідникові лазери всіх типів, прийнятно-передавальні модулі для волоконно-оптичних ліній зв'язку, **лазерні гіроскопи та**

інерціальні навігаційні системи, активні, електрооптичні й нелінійні кристали для лазерів, квантово-розмірні структури для напівпровідникових лазерів і фотоприймальних пристроїв, а також лазерні медичні та технологічні установки.

Ключове значення підприємства для російського ВПК полягає в тому, що воно закриває водночас три критичні технологічні напрями – *лазерне далекометрування/цілевказання, інерціальну навігацію (ІНС/гіроскопи) та оптоелектроніку (фотоприймачі, лазерні діоди)*. Також воно є безпосереднім постачальником компонентів для російської високоточної зброї – ударно-розвідувального безпілотного апарату «Оріон», крилатих ракет «Калібр», крилатих ракет «Іскандер-К» і балістичних ракет «Іскандер-М».

Винятково важливу роль НДІ «Полюс» як безальтернативного інтегратора в ланцюгу виробництва лазерних та оптико-електронних систем для ОТРК «Іскандер» продемонстровано на схемі нижче.

Довідкова інформація:

МТ-401 / МТ-401М-ІТА – трьохосовий лазерний гіроскоп (датчик кутової швидкості) розробки НДІ «Полюс». Модифікація МТ-401М-ІТА входить до складу гіроблока ГІБ-123-4 крилатої ракети 9М727 «Іскандер-К».

ГІБ-123-4 – гіроскопічний вимірювальний блок (гіроблок): збірка, що об'єднує лазерні гіроскопи МТ-401М-ІТА і формує дані про кутові переміщення ракети. Входить до складу системи наведення КР 9М727 «Іскандер-К».

МТ-501-В – трьохосовий лазерний гіроскоп НДІ «Полюс» (чутливий елемент вищого класу для балістичного носія). Входить до складу безплатформеної ІНС 9Б918 балістичної ракети 9М723 «Іскандер-М».

К-5 – чутливий елемент (датчик на основі сферичного дзеркала) виробництва НДІ «Полюс», що входить до вимірювального тракту ІНС 9Б918.

АК-18 – прецизійний (кварцовий) акселерометр, який вимірює лінійні прискорення; входить до складу ІНС 9Б918. Виробник – Серпуховський завод «Металлист» (НПО «Високоточні комплекси»).

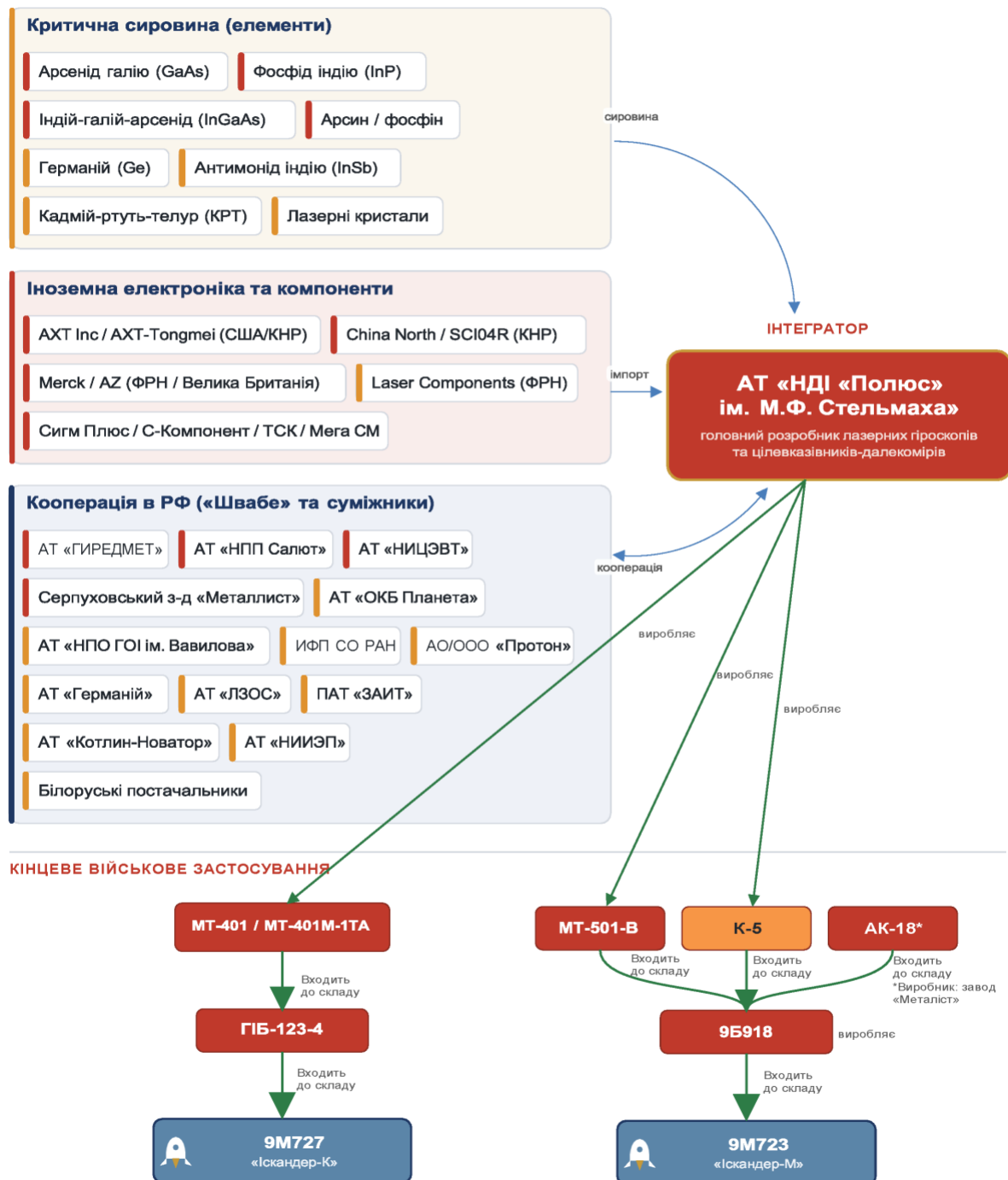
9Б918 – безплатформена інерціальна навігаційна система (БІНС): комплексує сигнали лазерних гіроскопів (МТ-501-В) та акселерометрів (АК-18) для автономного визначення положення й орієнтації ракети. Ключовий вузол наведення БР 9М723 «Іскандер-М»; блок електроніки (БОПИ) постачає АТ «НИЦЭВТ».

Ці елементи утворюють інерціальну систему наведення ракет «Іскандер», яку інтегрує «Полюс»: лазерні гіроскопи вимірюють кутову орієнтацію, акселерометри – лінійні прискорення, а бортова навігаційна система об'єднує їхні сигнали для автономного визначення положення ракети без супутникової навігації.

Ланцюг виробництва ракет «Іскандер»

АТ «НДІ «Полюс» ім. М.Ф. Стельмаха» як інтегратор систем наведення

ВХІДНІ РЕСУРСИ ТА ЗАЛЕЖНОСТІ



Виробнича номенклатура

Окрім вже згаданих лазерних гіроскопів та систем інерціальної навігації, НДІ «Полюс» виробляє Лазерні цілевказівники-далекоміри (ЛЦД). Лінійка ЛЦД підприємства застосовується для розвідки наземних цілей і забезпечення денної та нічної стрільби артилерії та авіації. «Полюс» також виробляє далекоміри для танкового командирського прицільно-наглядового комплексу «Агат-МДТ»; системи лазерного підсвічування керованих боєприпасів «Смельчак» (1К113), «Сантиметр», «Краснополь», «Китолов».

Продукція підприємства включає також напівпровідникові лазери, лазерні діоди, фотоприймачі, та оптоелектронні модулі.

Ланцюги постачання: сировина та критичні вразливості

Напівпровідникові підкладки – найвузжче місце всього виробництва

В основі майже кожного приладу, який випускає «Полюс» – лазерних далекомірів, випромінювачів, фотоприймачів – лежить крихітна пластина напівпровідника. Її називають **підкладкою**: це тонка, ідеально відполірована пластина, вирощена з єдиного суцільного кристала (**монокристала**), на якій потім «нарошують» робочі шари приладу. Сам процес пошарового нарощування називають **епітаксією**, а готову багатшарову заготовку – **епітаксіальною структурою**.

Ключовий матеріал для цих підкладок – **арсенід галію (GaAs)**, хімічна сполука галію та миш'яку. На відміну від звичайного кремнію, арсенід галію набагато краще працює з лазерним випромінюванням і на високих частотах, тому саме з нього роблять лазерні діоди, оптичні випромінювачі та швидкодіючі фотоприймачі. **Без арсеніду галію не існує ані лазерного далекоміра, ані головки наведення, ані оптичного «ока» ракети.** Другий за важливістю матеріал – **фосфід індію (InP)**, сполука індію та фосфору, яка потрібна для приладів, що працюють у ближньому інфрачервоному діапазоні.

У понад 60 проаналізованих закупівлях (тендерах) «Полюс» ретельно приховує, звідки бере ці підкладки, проте вдалося встановити, що вони **іноземного походження і завозяться в обхід санкцій** через ланцюжок фірм-посередників (так званих «прокладок» – компаній, єдина функція яких приховати справжнього постачальника й країну походження товару):

- **ТОВ «Макро ЕМС»** (під санкціями США) – постачає підкладки GaAs, розраховуючись доларами, євро та юанями;
- пов'язана трійка **ТОВ «Мега СМ» / «Мега Эпитех» / «МегаКлассик»** (спільні власники) – GaAs та InP;
- **ТОВ «Сигм Плюс»** – GaAs, InP і синтетичний корунд (штучний сапфір, ще один підкладковий матеріал), завозячи їх із Німеччини, Великої Британії та Тайваню;
- **ТОВ «ТСК»** та **ТОВ «НТЦ «ЛИС»** – підкладки GaAs.

Принципово важливо: **власного виробництва монокристалів арсеніду галію та германію в росії немає.** Його планують запустити не раніше 2026 року (проект ТОВ «Лассард»). Це означає, що російський ВПК поки що залежить від імпорту, який можна й потрібно перекидати.

Хімія для вирощування кристалів: прекурсори та спеціальні гази

Щоб «виростити» напівпровідникові шари на підкладці, застосовують метод під назвою **МОСVD** (від англ. *Metal-Organic Chemical Vapor Deposition* – осадження з газоподібних

металоорганічних сполук). Для цього процесу потрібні особливі вихідні хімічні речовини – **прекурсори**:

- **Металоорганічні прекурсори «Полюс»** отримує виключно через **ТОВ «Елма-Хім»** (має всі ознаки фірми-прокладки). Єдиний виробник цієї сировини в росії – **АТ «НПП «Салют»**.
- **Арсин (AsH_3) та фосфін (PH_3)** – це гази, що слугують джерелом миш'яку та фосфору (елементів п'ятої групи таблиці Менделєєва), без яких неможливо сформувати ті самі кристали GaAs та InP. Їх теж виробляє лише **АТ «НПП «Салют»** (ІНН 5261079332, під санкціями ЄС) – підтверджено щонайменше 13 держконтрактів. Обидва гази надзвичайно горючі, тому в дослідженні вони оцінюються як **пріоритетна об'єкт для впливу**.

Фоторезисти та оптичні кристали

Фоторезисти – це світлочутливі покриття, за допомогою яких на пластину переносять мікроскопічний рисунок майбутньої схеми (цей процес називають **мікролітографією**). «Полюс» використовує фоторезисти й проявники марки **«AZ»** виробництва **Merck / AZ Electronic Materials** (Німеччина / Велика Британія), закуповуючи їх як напряду за євро, так і через посередників. У військовому застосуванні ці ж матеріали йдуть на виготовлення головок самонаведення (**ГСН**) ракет.

Оптичні кристали й деталі надходять від інших підприємств самого холдингу «Швабе»: **АТ «НПО «ДОІ» ім. Вавилова»** і **АТ «ЛЗОС»** (постачає ситал СО-115М – особливий склокерамічний матеріал з майже нульовим тепловим розширенням – та світловоди), а також **ТОВ «Елан+»** (кристали ніобату літію) і **ТОВ «КОЛТ»** (ситал СО-33М).

Імпортне випробувальне та технологічне обладнання

Дослідження виявило системну залежність «Полюса» від імпортного високоточного обладнання, яке потрібне для **калібрування** гіроскопів та інерціальних навігаційних систем. Без цього обладнання зібрані прилади наведення неможливо довести до потрібної точності. Найкритичніші позиції:

- **динамічні поворотні стенди Acutronic / Acuitas AG** (Швейцарія) – обертові столи, на яких калібрують гіроскопи та навігаційні системи;
- **кліматичні камери та камери термоудару Espec** (Японія) – для випробувань приладів на стійкість до перепадів температур;
- **кріонасоси Edwards** (Велика Британія) – вакуумні насоси для технологічних установок;
- **установки хіміко-механічного полірування Logitech** (Великобританія) – для доведення поверхні пластин до необхідного ступеню чистоти;
- **установки фотолітографії та автомати JFP Microtechnic** (Франція);
- **прецизійні столики й вимірювачі Thorlabs** (США) та **Standa** (Литва);
- **фотоелектронні помножувачі (ФЕП) Hamamatsu** (Японія) – надчутливі детектори світла.

Усе це завозиться через мережу фірм-посередників: **ТОВ «Остек-Тест» / «Остек-Арттул»** (санкції США, ЄС, Швейцарії), **ТОВ «Мінатех»** (санкції США, Австралії, Нової Зеландії),

ТОВ «Ерствак», АТ «РТ-Техприемка» (санкції США, ЄС, Японії, Швейцарії), а також «Евроинтех», «Евролэйз» та АТ «Элтех СПб».

Ключові замовники «Полюса»

- ПАТ «Красногорський завод ім. С.А. Звєрєва» (КМЗ, «Швабе») – лазерний далекомір ЛД-294, оптичні елементи та комплекти оптики для лазерного цілевказівника-далекоміра ЛЦД-25.
- АТ «Кронштадт» – інтегратор безпілотного авіаційного комплексу (БпАК) «Оріон», замовник далекоміра ЛЦД-50.
- АТ «НДІ електронних приладів» (НИИЭП, концерн «Техмаш» «Ростеху») – лазерні випромінювачі ЛПІ-122, ЛПІ-135 та епітаксціальні структури InP; сам є виробником підривників і головок самонаведення для ракет «Точка-У», «Іскандер-М», «Смерч», С-300
- та інших.
- КБ приладобудування ім. Шипунова (Тула) – випромінювачі ІЛПН-133, далекомір ЛЦД-20 та фотоприймальні пристрої (ФПУ – прилади, що перетворюють оптичний сигнал на електричний).
- АТ «Серпуховський завод «Металлист» (НПО «Високоточні комплекси») – провідний російський виробник лазерних гіроскопів, кварцових акселерометрів та інерціальних навігаційних систем; замовляє у «Полюса» фотоприймальні пристрої та п'єзоелектричні блоки (елементи лазерних гіроскопів).
- ЦКБ «Геофізика», ЦКБ «Фотон», концерн «ЦНДІ «Електроприбор».

Інфрачервона складова – АТ «МЗ «Сапфір»»

Повна назва	АТ «Московский завод «Сапфир»» (рос. АО «Московский завод «Сапфир»»)
Скорочення	АТ «МЗ «Сапфір»» / АО «МЗ «Сапфир»» / MZ Sapfir
ІПН / ИНН	7726014172
Розташування	м. Москва
Корпоративна належність	Холдинг «Швабе», ДК «Ростех»
Санкційний статус	Україна. НЕ внесене до списків США (OFAC), ЄС та інших юрисдикцій

Стратегічна роль

АТ «МЗ «Сапфір»» – спеціалізований російський виробник оптоелектронних приладів, насамперед **інфрачервоних (ІЧ) фотоприймачів і фотоприймальних пристроїв (ФПП)** –

тобто «сенсорного ядра» ІЧ-приладів, систем теплопеленгації та головок самонаведення. Серійно випускає ФПП на основі кремнію, антимоніду індію (InSb) та кадмій-ртуть-телуру (КРТ). У контурі «Швабе» це *один із двох ключових виробників ФПП* (другий – АТ «НВО «Оріон»»), який ми розглянемо докладніше в наступному розділі).

Стратегічне значення підприємства в тому, що воно **постачає готові ІЧ-детектори, без яких не працює жоден тепловізійний приціл чи теплова головка самонаведення російської бронетанкової, авіаційної та ракетної техніки.**

Виробнича номенклатура

Головна особливість, яку варто розуміти: різні матеріали «бачать» різні ділянки інфрачервоного спектра, тому завод випускає три типи детекторів – під різні завдання.

Детектори на основі кремнію (Si). Це найпростіші, «ближнього» ІЧ-діапазону: 8-елементні пристрої ФУР-136М і ФУР-138М, кільцевий 96-елементний ФД-371М, а також кремнієві фотодіоди (ФД-20-30К, ФД-20-31К, КФДМ) і фототранзистор ФТ-1К. Їх використовують там, де треба вловити конкретне джерело тепла (наприклад, працюючий двигун чи лазерну підсвітку цілі).

Детектори на основі антимоніду індію (InSb) – сполуки індію та сурми. Це охолоджувані прилади середнього ІЧ-діапазону: ФУР-164С, ФД-347М, ФД-277, ФУР-145С. Тут важливо пояснити слово **«охолоджуваний»**: сам детектор нагрівається під час роботи й починає «шуміти» власним теплом, заглушуючи корисний сигнал, тому його доводиться штучно охолоджувати до дуже низьких температур. Для цього «Сапфір» робить власні **мікрокриогенні системи охолодження.**

Детектори на основі кадмій-ртуть-телуру (скорочено **КРТ**, у міжнародній практиці HgCdTe) – найдосконаліші, для «далекого» (довгохвильового) ІЧ-діапазону: ФУР-137-01, а також модулі ФУК-151М і ФУК-152М. ФУК-151М – це, по суті, російський аналог французького приладу MARS-LW. Тут «Сапфір» працює як інтегратор: чутливу матрицю з КРТ виготовляє новосибірський Інститут фізики напівпровідників (**ИФП СО РАН**), а «Сапфір» додає до неї власну систему охолодження та електроніку й видає готовий детектор.

Історично завод також випускав фоторезистори (найпростіші світлочутливі елементи) для переносних зенітних ракет «Игла», авіаційних тепловізорів і космічних систем.

Продукція «Сапфіра» напряму йде в російську високоточну зброю:

- у **балістичну ракету «Іскандер-М» (індекс 9М723)** – фотодіоди типу КФДМ;
- у **керований артилерійський снаряд «Краснополь-М2»** калібру 152 мм – детектори ФУР-136М, що входять до **головки самонаведення (ГСН – «розумна» носова частина, яка сама наводиться на ціль)**;
- у **зенітний ракетний комплекс «Тор-М1/М1В»** – через суміжника ЦКБ «Фотон»: детектор ФУК-151М стає частиною оптико-електронного каналу бойової машини, який виявляє й супроводжує цілі;

Ланцюг постачання: сировина та критичні вразливості

Фоточутливі матеріали. Матриці з кадмій-ртуть-телуру (КРТ) для найдосконаліших детекторів «Сапфір» отримує від одного джерела – **Інституту фізики напівпровідників**

(ИФП) РАН у Новосибірську (щонайменше 16 контрактів). Це внутрішнє «вузьке місце»: щойно зникне цей постачальник – зупиниться випуск довгохвильових детекторів.

Матеріали на основі **антимоніду індію (InSb)** та **арсеніду індію (InAs)** частково завозяться з-за кордону – як через фірму-посередника ТОВ «Лазерні компоненти», так і прямими закупівлями за валюту.

Штучний сапфір і чистий глинозем. Прозорі захисні **обтічники** головок самонаведення (ковпаки, крізь які «дивиться» детектор) роблять із **лейкосапфіру** – це вид синтетичний корунду, вирощений у лабораторії. Його постачає ТОВ «Електростекло». А щоб виростити лейкосапфір, потрібен особливо чистий **оксид алюмінію (Al_2O_3 , чистота від 99,998%)**.

Ключові системи охолодження детекторів (модель SCI04R) надходять із **Китаю** через ТОВ «Лазерні компоненти», а також від китайської державної збройової корпорації China North Industries Group (211-й інститут) через посередника. Керамічні підкладки ВК94-1 завозить ТОВ «Тензор», що активно торгує з Китаєм.

Електроніка та фільтри. Прецизійні мікросхеми-підсилювачі 744 УД1А-1 (застосовуються в системах керування вогнем) постачає новосибірський завод «Восток»; вузли підсилення – «ОКБ-Планета», «Радіозавод» і ЦКБ «Фотон»; спектральні (інтеРФеренційні) фільтри, які пропускають лише потрібний діапазон випромінювання, – НВО «ДПО».

Ключові замовники

- **ЦКБ «Фотон» («Швабе»)** – купує модулі ФУК-151М/152М, які потім вбудовує в апаратуру для ЗРК «Тор».
- **Азовський оптико-механічний завод** (корпорація «Тактичне ракетне озброєння») – купує детектори ФУР-138М. Це підприємство збирає приціли, далекоміри й тепловізори – фактично «очі» для російських танків, БМП, кораблів і авіації; воно вже було об'єктом українського удару.
- **Уральський оптико-механічний завод (УОМЗ, «Швабе»)** – багатoelementний фотоприймальний пристрій (інфрачервоний детектор), який використовується для перетворення оптичного (інфрачервоного) випромінювання на електричні сигнали ФУЛ-132-04
- Ще низка підприємств російського ВПК купує окремі фотодіоди й фототранзистори: ПО «Стрела», об'єднання ім. Фрунзе, Уральський приладобудівний завод, «Ізумруд», Рязанський приладовий завод, Пензенське «Електроприбор», НПО «Електромашина», іжевський «Купол».

Висновок

«Сапфір» – виробник «сенсорного ядра» російських тепловізорів і теплових головок самонаведення, з прямою участю у виробництві «Іскандера-М», снаряда «Краснополь-М2», комплексу «Тор» та (історично) «Ігли». Його головні вразливості – КРТ-матриці від єдиного інституту (ИФП СО РАН), залежність від надчистого глинозему для лейкосапфіру та від китайських систем охолодження.

Попри все це, сам завод досі перебуває лише під українськими санкціями і не внесений до списків США, ЄС чи інших країн коаліції. Це очевидна санкційна прогалина й пріоритетна ціль для узгодженого тиску.

Розділ 3. Ланцюг виробництва тепловізійної складової авіаційних оптико-електронних систем (ОЕС)

Терміни для орієнтації:

<i>ГОЕС</i>	гіростабілізована оптико-електронна система
<i>ОЛС</i>	оптико-локаційна станція
<i>ОЕПС</i>	оптико-електронна прицільна система
<i>ФПП</i>	фотоприймальний пристрій
<i>МФПП</i>	матричний фотоприймальний пристрій
<i>КРТ</i>	кадмій-ртуть-телур – матеріал теплочутливого шару фотоприймальної матриці
<i>CdZnTe (КЦТ)</i>	кадмій-цинк-телур – матеріал підкладки, на якій вирощують кристали КРТ
<i>МОСVD</i>	газофазна епітаксія металоорганічних сполук (Metal-Organic Chemical Vapor Deposition) – технологія вирощування надчистих шарів і прекурсорів
<i>ІЧ</i>	інфрачервоний (діапазон випромінювання)
<i>ППО</i>	протиповітряна оборона
<i>ПЗРК</i>	переносний зенітно-ракетний комплекс
<i>РЕБ</i>	радіоелектронна боротьба
<i>ВКС РФ</i>	Повітряно-космічні сили Російської Федерації
<i>SDN</i>	Specially Designated Nationals – санкційний список Міністерства фінансів США (особи й структури під повним блокуванням)
<i>OFAC</i>	Office of Foreign Assets Control – Управління контролю за іноземними активами Міністерства фінансів США
<i>ІХВВ РАН</i>	Інститут хімії високочистих речовин РАН

Для аналізу обрано **три актуальні авіаційні ОЕС**, які зараз встановлюються на бойову авіаційну техніку і визначають її бойову ефективність:

ГОЕС-321М (гелікоптери сімейства Мі)

ОЛС-35 (винищувач Су-35)

101КС-В (винищувач Су-57)

Вибір зумовлений тим, що виробництво систем попередніх поколінь поступово згортається, тоді як випуск цих сучасніших моделей ще не налагоджено повною мірою – це робить виробничі ланцюги чутливими до зовнішнього тиску.

ГОЕС-321М – єдина ОЕС для гелікоптерів сімейства Мі.



Основні функції, які забезпечує ГОЕС-321М:

1. Нічний бій

Без оптико-електронних систем гелікоптери типу Мі є вкрай обмеженими у темний час

добі. Тепловізійний канал ГОЕС-321М дозволяє екіпажу «бачити» теплові силуети техніки, живої сили та фортифікацій противника у повній темряві, крізь дим, туман або пилову завісу.

2. Приховане пілотування та безпека

Система дозволяє здійснювати політ на надмалих висотах (15–50 м) із вимкненими бортовими вогнями за складного рельєфу місцевості. Це допомагає гелікоптеру залишатися непоміченим для противника та уникати зіткнень із деревами чи лініями електропередач.

3. Дальня розвідка та виявлення цілей

Оптичні канали з потужним цифровим та оптичним зумом дозволяють виявляти цілі (наприклад, танк або бронемашину) на відстані до 6–8 км. Екіпаж може зафіксувати противника до того, як гелікоптер увійде в зону ураження ворожого стрілецького озброєння або переносних зенітно-ракетних комплексів (ПЗРК).

4. Наведення високоточної зброї

Завдяки вбудованому лазерному далекоміру-цілевказівнику, ГОЕС-321М не просто знаходить ціль, а й розраховує точну відстань до неї. Система передає координати на бортовий комп'ютер для автоматичного розрахунку балістики при стрільбі некерованими ракетами (НАР) та гарматними контейнерами, а також скеровує керовані протитанкові ракети (наприклад, «Кокон» або «Штурм-В») безпосередньо у ціль.

5. Автоматичне супроводження («Захоплення цілі»)

Гіростабілізована платформа компенсує будь-яке тремтіння, вібрацію гелікоптера чи його різкі маневри. Оператор може зафіксувати прицільну марку на рухомому об'єкті (наприклад, автомобілі, що мчить), і автоматика самостійно утримуватиме ціль у фокусі, дозволяючи пілоту зосередитися виключно на керуванні машиною.

Оптико-локаційна станція ОЛС-35 для Су-35



Оптико-локаційна станція ОЛС-35 зовні виглядає як невеликий скляний купол («кулька»), розташований на носовій частині винищувача Су-35 прямо перед ліхтарем кабіни пілота.

Ключові функції ОЛС-35:

1. «Полювання» на літаки-невидимки (Stealth)

Технології малопомітності (як у винищувачів F-22 або F-35) розраховані на розсіювання радіохвиль авіаційних радарів. Проте будь-який літак під час

польоту неминуче нагрівається через тертя об повітря та роботу двигунів. ОЛС-35 фіксує це теплове випромінювання (ІЧ-канал). Вона здатна виявити повітряну ціль у задню напівсферу (наздогін) на відстані до 90 км, а у передню напівсферу (назустріч) – до 35 км.

2. Прихований запуск ракет «повітря-повітря»

Під час використання звичайного радара винищувач під час захоплення цілі опромінює її радіохвилями, через що на ворожому літаку спрацьовує система попередження про інцидент. ОЛС-35 діє інакше: вона супроводжує ціль пасивно (просто «дивлячись» на неї через тепловізор/телеканал). Лазерний далекомір вмикається лише на долю секунди для точного заміру відстані перед пуском. Це дозволяє запускати ракети з тепловими головками самонаведення (наприклад, Р-74М або Р-27Т) абсолютно раптово для ворога.

3. Робота по наземних та надводних цілях

Станція ефективно функціонує не лише в небі, а й по поверхні землі:

- Виявлення: Знаходить бронетехніку, командні пункти або катери за допомогою оптичного та тепловізійного каналів.
- Підсвічування: Лазерний канал станції підсвічує ціль променем, що дозволяє Су-35 застосовувати високоточні бомби (наприклад, КАБ-500ЛГ) та керовані ракети (наприклад, Х-29Л), які наводяться по відбитому лазерному плямку.

4. Забезпечення ближнього маневреного бою

У ближньому бою, коли ситуація змінюється щосекунди, ОЛС-35 працює в автоматичних режимах сканування вузьких секторів. Вона миттєво захоплює літак противника у перехрестя, видає цілевказання на нашоломну систему пілота та розраховує зони дозволеного пуску ракет або стрільби з 30-мм авіаційної гармати ГШ-30-1.

При цьому Су-35 є винищувачем 4+ покоління, який не збудований по стелс-технологіям. Тому він навряд чи зможе наблизитись до противника на відстань ефективного застосування своєї ОЛС непоміченим.

У повномасштабній війні проти України Російська Федерація використовує Су-35С (основний одномісний винищувач ВКС РФ) як багатоцільову авіаційну платформу. Оскільки Повітряні сили ЗСУ вибудували ефективну протиповітряну оборону, окупанти майже не залітають углиб підконтрольних Україні територій. Замість цього вони застосовують тактику дистанційного повітряного терору та патрулювання з безпечних відстаней.

101КС-В для Су57



Оптико-локаційна станція 101КС-В (також відома як ОЛС-50М) - це квантова оптико-локаційна станція, яка є центральним сенсором інтегрованого комплексу «Атолл» для винищувача 5-го покоління Су-57. Зовні виглядає як невелика кулька, розташована на носі літака праворуч від кабіни пілота. Конструктивно вона кардинально відрізняється від «кульки» ОЛС-35, яку встановлюють на Су-35.

101КС-В («В» означає «Воздух») на Су-57 виконує роль головного пасивного сенсора для виявлення повітряних цілей. Вона є критично важливою для концепції винищувача 5-го покоління, оскільки дозволяє вести повітряний бій в умовах повної радіоелектронної мовчанки.

Головні функції та завдання 101КС-В на борту Су-57 включають:

1. Збереження повної радіолокаційної непомітності (Стелс-режим)

Коли Су-57 вмикає свій основний радар Н036 «Белка», він миттєво демаскує себе. Хвилі радару фіксуються станціями радіотехнічної розвідки ворога задовго до того, як сам радар Су-57 побачить ціль. Станція 101КС-В працює **виключно у пасивному режимі**. Вона нічого не випромінює, а лише вловлює теплове (ІЧ) та візуальне випромінювання цілей. Як результат, Су-57 може підкрадатися до повітряних цілей (включаючи українські Су-27 чи західні F-16) із повністю вимкненим радаром, залишаючись абсолютно непомітним для їхніх бортових систем попередження.

2. Полювання на західні винищувачі 5-го покоління (F-22 та F-35)

Пласкі кутасті форми американських Stealth-літаків розсіюють радіохвилі, роблячи їх майже «невидимими» для звичайних радарів. Проте під час польоту на надзвукових швидкостях обшивка літака нагрівається через тертя об повітря, а двигуни виділяють

колосальну кількість тепла. Завдяки новим квантовим та тепловізійним приймачам, станція 101КС-В здатна виявляти саме такі «теплові-контрасти» на тлі холодного неба.

3. Прихований та раптовий запуск ракет

Захопивши ціль за допомогою 101КС-В, пілот Су-57 може супроводжувати її та розраховувати траєкторію атаки. Лазерний далекомір станції вмикається на мікросекунду лише для фінальної перевірки відстані.

Запуск ракет із тепловими головками самонаведення (наприклад, Р-74М2 або К-77М) відбувається в режимі «засідки» – пілот атакованого літака дізнається про загрозу лише тоді, коли ракету буде видно візуально.

4. Автономна робота в умовах потужної РЕБ

Оптичний та тепловізійний канали абсолютно несприйнятливі до радіоелектронних завад. Навіть якщо ворожий літак повністю заглушить радар Су-57, станція 101КС-В продовжить бачити його чіткий тепловий силует.

У повномасштабній війні проти України Російська Федерація застосовує свої найновіші винищувачі п'ятого покоління Су-57 (за кодифікацією НАТО – Felon) вкрай обережно та обмежено. Головний підхід командування ВКС РФ – дистанційне використання без заліту в повітряний простір підконтрольних Україні територій.

Ланка 1. УОМЗ, виробник авіаційних ОЕС

Описані вище три системи (ГОЕС-321М, ОЛС-35, 101КС-В) — це кінцевий продукт, що встановлюється на бойові борти. Далі ми йдемо ланцюгом у зворотному напрямку — від того, хто збирає ці ОЕС, до первинної сировини; першою ланкою (інтегратором) є завод, що фізично випускає всі три системи, — УОМЗ.

Акціонерне товариство «Виробниче об'єднання Уральський оптико-механічний завод» імені Е.С. Яламова (УОМЗ, м. Єкатеринбург) – провідне російське підприємство з розробки і виробництва оптико-електронних систем і комплексів військового призначення.

Підприємство випускає **гіростабілізовані оптико-електронні системи (ГОЕС)** для вертольотів та **оптико-локаційні системи (ОЛС)**, які входять до складу оптико-електронних прицілних систем (ОЕПС) для літаків – загалом **13 моделей, що покривають практично весь парк бойових вертольотів і літаків тактичної авіації РФ** (Ка-52, Мі-8, Мі-24, Мі-28, Су-27/30/35/57, МіГ-29).

У виробничому ланцюгу бойової техніки УОМЗ виконує роль інтегратора передостанньої ланки: готові ОЕС його виробництва після прошивки мікросхем і завантаження програмного забезпечення встановлюються безпосередньо в бойові гелікоптери та літаки на авіабудівних і авіаремонтних заводах.

Цивільна лінійка продукції АТ «ВО УОМЗ» включає медичне обладнання, геодезичні прилади та вимірювальна техніка, світлодіодну світлотехніку та дорожню інфраструктуру, системи цивільного моніторингу та оптику.

УОМЗ входить до холдингу Швабе, що є частиною державної корпорації Ростех.

УОМЗ є єдиним виробником системи ГОЕС-321М для гелікоптерів сімейства Мі.

Щодо оптико-локаційної станції ОЛС-35, УОМЗ постачає пристрій на АТ «НВК «Системи прецизійного приладобудування» (м. Москва), який є головним розробником ОЛС-35. АТ «НВК «Системи прецизійного приладобудування» тестує прилад, робить прошивки мікросхем і після цього постачає ОЛС-35 на Комсомольський-на-Амурі авіаційний завод ім. Ю. А. Гагаріна (КнААЗ) для безпосереднього встановлення на борти.

До 2010 року виробники систем, подібних до ОЛС-35, залежали від французьких постачальників тепловізійних матриць, з 2010 року виробники перейшли на продукцію виключно «Оріона» за програмою імпортозаміщення.

УОМЗ здійснює **кінцеву збірку 101КС-В** і постачає її для інтеграції в комплекс «Атолл»⁵.

Лазерні далекоміри для оптико-локаційних станцій літаків постачає АТ «НДІ «Полюс» ім. М.Ф. Стельмаха».

Інформацію щодо основних постачальників УОМЗ наведено в таблиці:

Постачальник	Що постачає	Для чого	Санкції
АТ «ДНЦ РФ НВО "Оріон»	Тепловізійні матриці	ГОЕС-321М для вертольотів сімейства Мі	Японія, США, Україна, Монако, Франція, Швейцарія, ЄС, Бельгія
АТ «ДНЦ РФ НВО "Оріон»	Фотоприймальні пристрої	Оптико-локаційна станція 101КС-В для Су-57	Японія, США, Україна, Монако, Франція, Швейцарія, ЄС, Бельгія
АТ «ДНЦ РФ НВО "Оріон»	Фотоприймальні пристрої	Оптико-локаційна станція ОЛС-35 для Су-35	Японія, США, Україна, Монако, Франція, Швейцарія, ЄС, Бельгія
АТ «НДІ "Електрон"»	Телевізійні камери	ГОЕС-321М для вертольотів сімейства Мі	Україна
АТ «НДІ "Електрон"»	Блоки обробки інформації	Оптико-локаційна станція ОЛС-35 для Су-35	Україна
АТ «НДІ "Полюс" ім. М.Ф. Стельмаха»	Лазерний далекомір	ГОЕС-321М для вертольотів сімейства Мі	США, Японія, Україна, Нова Зеландія, Австралія, Швейцарія, Канада

⁵ **Оптико-електронний інтегрований комплекс 101КС "Атолл"** (або ОЕІС 101КС) – це російська багатофункціональна система захисту, наведення та огляду, ключова частина бортового радіоелектронного обладнання винищувача п'ятого покоління Су-57.

АТ «НДІ "Полюс" ім. М.Ф. Стельмаха»	Лазерний далекомір	Оптико-локаційна станція ОЛС-35 для Су-35	США, Японія, Україна, Нова Зеландія, Австралія, Швейцарія, Канада
АТ «НТК «Кріогенна техніка»	Мікрокріогенні системи	Оптико-локаційна станція 101КС-В для Су-57	Україна
НПО «ГелійТмаш» АТ «НВО «Геліймаш»	Мікрокріогенні системи	Оптико-локаційна станція ОЛС-35 для Су-35	Не під санкціями
АТ «ЛЗОС»	Заготовки для лінз	ГОЕС-321М	Україна, США
АТ «ЛЗОС»	Заготовки з кварцевого скла	Оптико-локаційна станція 101КС-В для Су-57	Україна, США
АТ «ЛЗОС»	Заготовки з кварцевого скла	Оптико-локаційна станція ОЛС-35 для Су-35	Україна, США
АТ ЦНДІ «Циклон»	Блоки обробки сигналу	Оптико-локаційна станція 101КС-В для Су-57	Японія, США, Україна, Канада, Швейцарія, Нова Зеландія
АТ ЦНДІ «Циклон»	Блоки обробки сигналу	Оптико-локаційна станція ОЛС-35 для Су-35	Японія, США, Україна, Канада, Швейцарія, Нова Зеландія

Санкційний статус

УОМЗ – один з ключових виробничих кластерів холдингу «Швабе», а навколо нього збудована ціла мережа регіональних «дочірніх» структур (Швабе-Урал, Швабе-Сибір, Швабе-Поволжя, Швабе-Ростов-на-Дону, Швабе-Північно-Захід), плюс закордонні гілки – Shvabe Opto-Electronics у Китаї та ТОВ «Швабе» в Білорусі, обидві теж належать саме УОМЗ.

АТ «ВО «УОМЗ» перебуває під санкціями США, Швейцарії, ЄС, Австралії, Нової Зеландії, Канади, України, Великобританії.

Структура	Статус
Shvabe Opto-Electronics (Shenzhen/Meizhou), Китай Найважливіша «донька», відіграє ключову роль як логістичний хаб для тіньового імпорту компонентів до РФ.	Під санкціями США, Великої Британії і України
ТОВ «Швабе-Сибір»	Не під санкціями, підпадає під

Оскільки материнська компанія «УОМЗ» включена до списку SDN (повне блокування), згідно з американським «Правилом 50 відсотків» (OFAC 50 Percent Rule), усі дочірні структури, в яких підсанкційна особа володіє 50% і більше акцій, автоматично підпадають під ті самі блокуючі санкції.	вторинні санкції США
ТОВ «Швабе-Урал», «Швабе-Поволжя», «Швабе-Ростов-на-Дону», «Швабе-Північно-Захід» Дрібні регіональні дилери, хоча відомо, що принаймні «Північно-Захід» і «Ростов-на-Дону» реально закуповували технологічне обладнання (зокрема у Швейцарії) для УОМЗ.	Не під санкціями
ТОВ «Швабе» (Білорусь) Офіційно позиціонує себе як компанію, що займається медичним та оптичним обладнанням. За даними української розвідки, придбана електроніка та компоненти перенаправляються російським підприємствам для створення широкого спектра військової продукції – від прицільних систем для авіації та тепловізорів до компонентів балістичних ракет («Іскандер-М») та артилерійських снарядів («Краснополь-М2»).	Не під санкціями

Висновок по ланці:

Зупинка виробничої діяльності УОМЗ означала б зупинку виробництва вертольотів сімейства Мі і Ка та літаків сімейства Су і МіГ – без зазначених ОЕС ця техніка втрачає значну частку бойових можливостей.

Санкційний вплив безпосередньо на УОМЗ бажаних результатів не дає. Знаходячись під санкціями підприємство продовжує роботу, спираючись на поставки російських суміжників і застосовуючи механізми обходу санкцій з використанням розгалуженої мережі створених для цього структур.

Вихід слід шукати у впливі на роботу постачальників критичних складових виробництв.

Однією з таких ключових позицій, яка забезпечує виготовлення кінцевої продукції, є фотоприймальні пристрої, серцелюбих ІЧ (в тому числі тепловізійних) приладів.

Ланка 2. НВО «Оріон», постачальник фотоприймальних пристроїв

На відміну від УОМЗ, «Оріон» не виробляє кінцевої продукції для встановлення у військову техніку – він виготовляє дрібними серіями (до 1000 одиниць) **критичні високотехнологічні оптико-електронні компоненти**, які потім інтегруються в ОЕС для бронетехніки, ракетного озброєння, літаків і гелікоптерів та іншої військової техніки.

Акціонерне товариство «Державний науковий центр РФ науково-виробниче об'єднання «Оріон» (м. Москва) – провідна науково-виробнича організація РФ у галузі

мікрофотоелектроніки і єдиний науковий центр у сфері твердотільної фотоелектроніки.⁶

Серед продукції «Оріону» для ВПК – багатоканальні фотоприймальні пристрої на основі кремнію та германію, а також ключові для цього дослідження **матричні фотоприймальні пристрої, які поставляються на УОМЗ, і є основною складовою тепловізійних пристроїв:**

- **МФПУ-320** – єдиний компонент для подальшої інтеграції в ГОЕС-321М (УОМЗ). Виявляє тепловий потік у середньохвильовому ІЧ-діапазоні (3–5 мкм), забезпечуючи цілодобовий огляд і виявлення цілей крізь дим, туман чи пил завдяки матриці з системою охолодження.
- **МФПУ-640** – єдиний пристрій для ОЛС-35 і 101КС-В, працює у довгохвильовому ІЧ-діапазоні. У складі ОЛС виконує роль тепlopеленгатора, що дозволяє винищувачу пасивно виявляти й супроводжувати повітряні цілі за тепловим випромінюванням: до 90 км у задню напівсферу, 35–50 км – у передню.

Основою обох пристроїв є тепловізійна матриця **кадмій-ртуть-телур (КРТ)**, яку «Оріон» вирощує самостійно за складною кристалічною технологією на основі підкладок **кадмій-цинк-телур** (постачальник – АТ «Гіредмет», наступна ланка). Через високий відсоток браку, який неминуче виникає в силу недосконалості російських технологій, підприємство не завжди здатне вирощувати достатню кількість матриць, тому резервною організацією виступає Інститут фізики напівпровідників (ІФП) СО РАН – однак його потужність обмежена приблизно сотнею матриць на рік.

Санкційний статус

Акціонерне товариство «Державний науковий центр РФ науково-виробниче об'єднання «Оріон» перебуває під санкціями США та ЄС. Оскільки підприємство є ключовим розробником фотоприймальних пристроїв та тепловізійних матриць (зокрема для ОЕС авіації), його перебування в списках SDN США та під санкціями ЄС означає повне блокування активів у цих юрисдикціях та заборону будь-яким особам чи фінансовим установам США та ЄС здійснювати з ним транзакції. Це створює прямі ризики вторинних санкцій для будь-яких іноземних суб'єктів (включно з філіями в Китаї, Білорусі чи Туреччині), які намагатимуться постачати технологічне обладнання чи хімічні прекурсори в інтересах цієї компанії.

Висновок по ланці:

«Оріон» – наразі **єдине підприємство із серійним виробництвом матричних ФПП** прийнятної якості. Підприємство виробляє продукцію для всього спектра російської військової техніки, що використовує тепловізійне й оптико-локаційне обладнання. Зупинка

⁶ *Твердотільна фотоелектроніка – це галузь електроніки, яка займається пристроями, що перетворюють світло (включно з невидимим інфрачервоним випромінюванням) в електричний сигнал, використовуючи твердотільні напівпровідникові матеріали без рухомих частин, ламп чи газів, на відміну від старіших технологій (наприклад, електронно-оптичних перетворювачів на основі вакуумних трубок).*

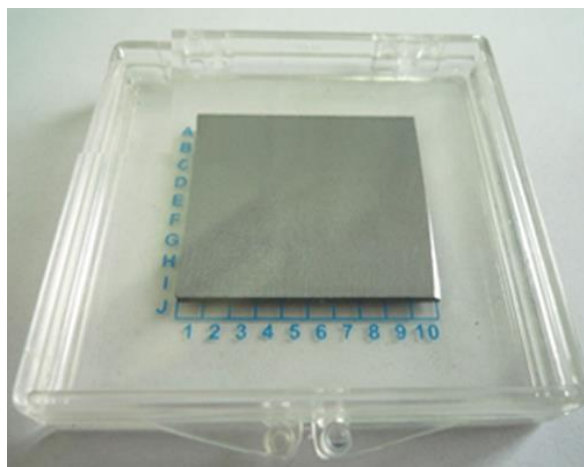
його діяльності призведе до серйозних збоїв у виробництві ОЕС для авіації, бронетехніки й ракетного озброєння; перекидання замовлень на резервні підприємства потребуватиме часу для розгортання виробництва.

Не зважаючи на санкційний вплив провідних партнерів України, продовжує роботу, спираючись на внутрішні поставки.

Критичні пункти вразливості слід шукати у вразливості цих партнерських поставок.

Ланка 3. АТ «Гіредмет», постачальник підкладок кадмій-цинк-телур

Оріон» вирощує фотоматриці КРТ самостійно, але не «з нуля»: для вирощування потрібні спеціальні підкладки кадмій-цинк-телур. Єдиний профільний постачальник цих підкладок — АТ «Гіредмет».



Акціонерне товариство «Державний науково-дослідний і проєктний інститут рідкіснометалічної промисловості «Гіредмет» (м. Москва) поєднує науково-дослідну діяльність із безпосереднім лабораторним та дослідно-промисловим виробництвом. Інститут спеціалізується на випуску матеріалів на основі рідкісних, рідкісноземельних і благородних металів, а також напівпровідникових сполук.

Підприємство входить до наукового дивізіону державної корпорації «Росатом» та до офіційного реєстру ОПК РФ.

Продукція «Гіредмет»:

- Рідкісні та рідкісноземельні метали (РЗМ) і сплави
- Напівпровідникові матеріали та оптичні структури
- Функціональні матеріали для hi-tech галузей (сцинтиляційні матеріали, екструдовані термоелектричні матеріали, напівпровідникові сенсори)
- Технологічне обладнання та інжиніринг

«Гіредмет» постачає «Оріону» **підкладки кадмій-цинк-телур (CdZnTe)** для вирощування кристалів тепловізійних матриць КРТ у ФПП серій МФПУ-320 і МФПУ-640. Попри відмінності кінцевих пристроїв, **підкладки виготовляються з однієї і тієї ж сировини.**

Для їх вирощування «Гіредмету» необхідні прекурсори кадмію, цинку і телуру в газоподібному стані, які постачає Інститут хімії високочистих речовин РАН (наступна ланка).

Важливо зазначити, що, згідно з матеріалознавчої літератури, показник відбракування під час вирощування CdZnTe може сягати 90%. Причиною цього є сукупність фізичних

властивостей самої сполуки. Можливі дефекти безпосередньо погіршують оптичні й електричні властивості підкладки, тому значна частина вирощеного матеріалу не проходить контроль якості. Отже, навіть незначне погіршення чистоти вихідних прекурсорів кадмію, цинку і телуру (наприклад, унаслідок ускладнення імпорту чи підміни постачальника) здатне підняти й без того високий відсоток браку ще вище, аж до фактичної зупинки постачання придатних підкладок.

Основна продукція «Гіредмету» наведена у таблиці нижче.

Продукт	Скільки виробляється на рік	Хто ще виробляє	Аналоги
Гетероструктури та епітаксialьні шари кадмій-ртуть-телур (КРТ)	100+ у пластинах	ІХВВ РАН, Інститут фізики напівпровідників Сибірського відділення РАН, Інститут фізики мікроструктур СВ РАН, НВО «Оріон», ІФМ РАН	Відсутні
Підкладки кадмій-цинк-телур (КЦТ)	1000+ у пластинах	НВО «Оріон» (дослідне виробництво), ІХВВ РАН	Відсутні
Монокристали антимоніду індію (InSb) та галію (GaSb)	100+ у злитках	Інститут фізики напівпровідників Сибірського відділення РАН, НВО «Оріон» (дослідне виробництво)	Відсутні
Пластини та монокристали арсеніду галію (GaAs) і фосфіду індію (InP)	50+ у пластинах	ТОВ «СМ-Груп», Науково-дослідний інститут напівпровідникових приладів (Томськ), АТ «Екран - оптичні системи», ТОВ «Лассард», АТ «НВП "Исток"»	Відсутні
Термоелектричні екструдовані матеріали	100+ кг	АТ «Кріотерм», ТОВ «РМТ», ТОВ НПО «Кристал»	Відсутні

Коментар до переліку продукції: для цього розділу визначальне значення має лише вузький сегмент асортименту «Гіредмету» – вирощування кристалів і підкладок кадмій-цинк-телур (CdZnTe) та гетероструктур кадмій-ртуть-телур (КРТ), оскільки саме ці продукти є вхідним матеріалом для фотоприймальних матриць «Оріону» (Ланка 2). Решта номенклатури – рідкісноземельні метали і лігатури, монокристали InSb і GaSb, пластини GaAs/InP, термоелектричні матеріали – свідчить про те, що «Гіредмет» є вузловим постачальником сировини одночасно для кількох галузей ОЕС, а не лише тепловізійної: та сама лабораторія фактично живе і лазерну, і частково електронну складову. Це означає, що вразливість «Гіредмету» має значення, яке виходить за межі одного цього розділу. **Критична залежність усього оптико-електронного ланцюга РФ від сполук високої чистоти (які сам «Гіредмет» не видобуває і не синтезує, а отримує) є системною.**

Інформацію щодо основних постачальників «Гіредмету» наведено в таблиці:

Постачальник	Що постачає	Для чого	Скільки на рік
АТ «Челябінський цинковий завод» (ЧЦЗ)	Рафінований металевий кадмій	Підкладки кадмій-цинк-телур (CdZnTe)	100+ кг
ПАТ «ГМК «Норильський нікель»	Первинні метали	Підкладки кадмій-цинк-телур (CdZnTe)	100+ кг
АТ «Уралелектромедь»	Хімічно чистий телур	Підкладки кадмій-цинк-телур (CdZnTe)	200+ кг
Інститут хімії високочистих речовин ім. Г.Г. Дев'ятих РАН	Надчистий диметилкадмій та алкільні сполуки телуру/цинку	Підкладки кадмій-цинк-телур (CdZnTe)	3+ кг
ЗАТ «Науково-виробничий центр «Реагент»	Хімічні реактиви і прекурсори	Підкладки кадмій-цинк-телур (CdZnTe)	100+ літрів

Попри високу заводську якість (**6N**) отримуваних від постачальників матеріалів, для отримання підкладок належного рівня інститут «Гіредмет» проводить додаткове фінішне глибоке очищення отриманого матеріалу у власних реакторних установках. Методом багаторазової вакуумної дистиляції з геттеруванням домішок вони доводять метал до специфікації **7N (99,99999%)**, що є світовим стандартом для МПЕ-технологій.

Коментар щодо чистоти продукції. Стандарт очищення матеріалу до рівня **7N (99,99999%)** допускає наявність в металі **0,00001%** сторонніх домішок.

Санкційний статус:

Санкції проти «Гіредмет» впровадила лише Україна. Підприємство **не перебуває** під санкціями США, ЄС чи Великої Британії. Це, імовірно, пов'язано з тим, що західні країни досі уникають накладення комплексних санкцій на структури «Росатома» через глобальну залежність від російського урану та послуг з обслуговування цивільних АЕС. «Гіредмет» де-факто використовує цю "парасольку", щоб уникати санкційного тиску, хоча безпосередньо залучений у постачання матеріалів для російського військово-промислового комплексу.

Висновок по ланці:

Зупинка виробництва підкладок призведе до припинення випуску матричних фотоприймальних пристроїв, що суттєво ускладнить виробництво авіаційних ОЕС або змусить перейти на фотоприймачі без вирощування монокристалів – зі значно нижчою якістю зображення.

Існують стримуючі фактори, які ускладнюють застосування санкцій партнерів щодо АТ «Гіредмет». Вирішення проблеми в пошуку його критично вразливої залежності від його власних постачальників.

Ланка 4. Інститут хімії високочистих речовин РАН, постачальник прекурсорів для вирощування підкладок

«Гіредмет» вирощує підкладки, проте сам залежить від надчистої хімії: без прекурсорів кадмію, цинку й телуру потрібної чистоти вирощування зупиняється. Ці прекурсори виготовляє Інститут хімії високочистих речовин РАН.

Інститут хімії високочистих речовин ім. Г.Г. Дев'ятих РАН – федеральний академічний заклад, що проводить фундаментальні та прикладні дослідження у фізичній хімії високочистих речовин. У його структурі є **10 лабораторій**, які виготовляють хімічні сполуки на спеціальні замовлення підприємств ВПК у лабораторних кількостях. Інститут входить до реєстру ВПК.

На спеціальне замовлення «Гіредмета» ІХВВ РАН постачає вузьку номенклатуру летючих сполук особливої чистоти (6N–7N):

- **Прекурсор кадмію** – диметилкадмій (ДМК), $\text{Cd}(\text{CH}_3)_2$ – основна летуча сполука кадмію спеціальної чистоти. Інститут випускає її з рівнем чистоти 6N - 7N (99,9999% – 99,99999%) за вмістом металевих домішок.
- **Прекурсори телуру** (алкілтелуриди)
Диетилтелур (ДЕТ) для високотемпературного вирощування бездефектних шарів CdTe , диізопропілтелур (ДІПТ) для низькотемпературних режимів (340–370 °С, критично для збереження чітких меж шарів у МФПУ-640), метилалілтелур (МАТ) для спеціальних режимів росту;
Диізопропілтелур (ДІПТ), $\text{Te}(\text{i-C}_3\text{H}_7)_2$ – низькотемпературний прекурсор телуру. Постачається для зниження термічного навантаження під час формування складних гетероструктур (дозволяє проводити осадження при температурах 340–370 °С), що вкрай важливо для збереження чітких меж шарів у матрицях типу «Титан-М».
Метилалілтелур (МАТ), $\text{CH}_3\text{TeCH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$ – альтернативний вискоєфективний прекурсор, що постачається для спеціальних режимів однорідного росту.
- **Прекурсор цинку** – диетилцинк (ДЕЦ) – для газофазного легування або вирощування епітаксійних шарів⁷ CdZnTe .



Спеціальна тара: Сполуки є самозаймистими на повітрі (пірофорними) та надзвичайно токсичними. Вони відвантажуються Гіредмету у спеціальних герметичних контейнерах-бульбуляторах (контейнерах із нержавіючої сталі зі спеціальними сильфонними вентиллями), які підключаються безпосередньо до ростових установок МОСVD (газофазна епітаксія металоорганічних сполук)

⁷ **Епітаксійні шари** – це монокристалічні плівки, вирощені на поверхні іншого кристала (підкладки). Їхня головна особливість полягає в тому, що їхня кристалічна структура точно повторює структуру підкладки, навіть якщо вони є різними за хімічним складом. Ця технологія є базовою у виробництві мікроелектроніки, лазерів та світлодіодів.

Санкційний статус

Незважаючи на те, що Інститут хімії високочистих речовин ім. Г.Г. Дев'ятих РАН (IXBB РАН) є єдиним постачальником критичних прекурсорів для вирощування тепловізійних матриць російської авіації, станом на середину 2026 року він **досі не перебуває** під санкціями США (OFAC), ЄС чи Великої Британії. Ця установа продовжує безперешкодно використовувати статус "академічного інституту" для доступу до іноземного обладнання та високочистих хімічних компонентів.

Висновок по ланці: IXBB РАН виробляє унікальні речовини і матеріали в лабораторних кількостях виключно на замовлення. Не зважаючи на дуже невеликі об'єми виробництва тим не менш в РФ не вистачає сировини достатньої якості для виробництва певних хімічних сполук, які доводиться імпортувати з-за кордону. Окрім «Гіредмета», IXBB РАН постачає надчисті речовини й «Оріону», а також низці інших підприємств ВПК. Зупинка діяльності інституту матиме наслідки не лише для виробництва авіаційних фотоматриць, а й для інших секторів ВПК.

Додаткова ланка – мікрокріогенні системи охолодження фотоматриць

*Оскільки матриці КРТ працюють лише за температури близько 90 K (-196 °C), необхідним елементом фотоприймальних пристроїв і кінцевих ОЕС є **мікрокріогенні системи (МКС) охолодження**. Вони встановлюються як на етапі виробництва ФПП на «Оріоні», так і на етапі кінцевої інтеграції ОЕС на УОМЗ.*

АТ «НТК «Кріогенна техніка» (юридично – Санкт-Петербург, виробничі потужності – Омськ; штат близько 1000 осіб) постачає **малогабаритні системи мікрокріогенного охолодження для глибокого охолодження інфрачервоних матриць**, що складаються з компресора, детандера та електронного блоку керування. Лінійний принцип роботи компресора (без кривошипно-шатунного механізму, без мастила) забезпечує ресурс понад 10 000 годин.

Ключовий сировинний елемент МКС – рідкоземельні неодимові та самарій-кобальтові магніти, здатні зберігати властивості за наднизьких температур. В РФ магніти саме такого типу виробляє **ТОВ «Ерга» (Калуга)** – єдине підприємство в країні з повністю автоматизованою лінією випуску магнітів NdFeB та SmCo за безкисневою технологією, що постачає продукцію «Кріогенній техніці»:

- **неодимові магніти (Nd-Fe-B)** – термостійкі модифікації (леговані диспрозієм) для роботи при +150...+200 °C;
- **самарій-кобальтові магніти (Sm-Co)** – стабільні при +250...+350 °C, стійкі до агресивного середовища, застосовуються в авіаційних датчиках і навігаційних системах.

Сировину для магнітів (заготовки сплаву Nd-Fe-B) постачає китайська **Ningbo Alvin Magnets Material Co. Ltd.** через російський логістичний хаб ООО «ФККГРУП» – зафіксовано постачання понад 20 тонн заготовок у 2023 році. Цікаво, що частина продукції ТОВ «Ерги» формально йде через турецький завод ERGA Makine Sanayi ve Ticaret Limited (м. Ізмір), створений для обходу відключення РФ від SWIFT і санкційних обмежень.

Жодне підприємство з цього логістичного ланцюга не перебуває під санкціями.

Висновок по ланці:

ТОВ «Ерга» – критична ланка для авіа-, танко- та ракетобудування РФ, оскільки є унікальним національним виробником рідкоземельних магнітів потрібного класу.

Висновки до розділу

Дослідження охопило саме тепловізійну складову авіаційних ОЕС на прикладі трьох актуальних моделей (ГОЕС-321М, ОЛС-35, 101КС-В), хоча повний виробничий ланцюг авіаційних ОЕС значно складніший.

У розділі повністю відтворено виробничий ланцюг тепловізійної складової авіаційних ОЕС - від інтегратора (УОМЗ) до постачальника прекурсорів (ІХВВ РАН). Розроблена методологія реконструкції ланцюга буде застосована також до оптичної, лазерної, інфрачервоної та електронної складових ОЕС на наступних етапах дослідження.

У відтвореному ланцюгу постачання фігурує значно ширше коло підприємств (див. таблиці постачальників у кожній ланці), однак саме шість описаних підприємств – УОМЗ, НВО «Оріон», АТ «Гіредмет», ІХВВ РАН, АТ «НТК «Кріогенна техніка та ТОВ «Ерга» – можна вважати критичними: вони не мають аналогів у РФ і є монополістами у своєму сегменті виробництва.

Водночас сама кінцева продукція – авіаційні ОЕС – є вкрай чутливою і незамінною для сучасних бойових літаків і гелікоптерів. Тому будь-який вплив, здатний зупинити або перервати роботу цього ланцюга – особливо одночасно в кількох ланках, – матиме суттєвий ефект на бойовий потенціал РФ.

Спрощена схема ланцюга виробництва тепловізійної складової авіаційних оптико-електронних систем (ОЕС)



Детальніше по кожній ланці:

- **УОМЗ** – єдиний виробник і постачальник авіаційних ОЕС на авіаційні та авіаремонтні заводи РФ. Повне вибивання тепловізійної складової складно уявити, але значне погіршення якості теплового цілевказування цілком реалістичне.
- **НВО «Оріон»** – ключова ланка у виробництві тепловізійної складової ОЕС для всіх видів техніки (наземної, морської, авіаційної). Підприємство вирощує матриці на кремнієвій, германієвій, індієвій та КРТ-основі (а також досліджує ванадієву), проте саме КРТ- та індієві матриці превалюють у тепlopеленгаторах танків і літаків.
- **АТ «Гіредмет»** – постачальник підкладок CdZnTe , вразливість якого в тому, що до 90% підкладок вже відбраковується; достатньо знизити якість прекурсорів, щоб довести цей показник до 100%. «Гіредмет» також інтегрує оптичні технології через зв'язки з НДУ РАН.
- **ІХВВ РАН** – найчутливіша ланка у виробництві КРТ-фотоматриць: інститут виробляє надчисті прекурсори на неросійському обладнанні, отриманому в рамках міжнародного наукового співробітництва, і лише в лабораторних кількостях. Зупинка його діяльності вплине не тільки на авіаційні фотоматриці, а й на інші сектори ВПК.
- **Мікрокріогенні системи та магніти** – додаткова критична залежність: основна сировина для неодимових, празеодимових, тербієвих, диспрозієвих і самарієвих магнітів на 95% імпортується з Китаю, оскільки промислового виробництва прийнятної якості в РФ немає. Припинення постачання цієї сировини з-за кордону здатне «поховати» виробництво охолоджуваних КРТ-фотоматриць.

Розділ 4. Холдинг «Швабе» в структурі ВПК РФ

Терміни для орієнтації

Тепловізор / тепловізійний модуль – прилад, що формує зображення на основі теплового (інфрачервоного) випромінювання об'єкта, а не видимого світла; дозволяє вести спостереження в темряві, тумані, диму.

Фотоматриця – електронний компонент («серце» тепловізора чи оптико-електронної системи), що перетворює інфрачервоне або оптичне випромінювання на електричний сигнал для формування зображення.

Оптико-електронна система (ОЕС) – комплекс, що поєднує оптику (лінзи, дзеркала) з електронними компонентами (матрицями, процесорами обробки сигналу); базовий тип продукції холдингу «Швабе».

Лазерний гіроскоп – прилад для визначення орієнтації та кутової швидкості об'єкта в просторі без зовнішніх сигналів (GPS); ключовий елемент систем наведення ракет і навігації літаків.

МЕМС (мікроелектромеханічні системи) – мікроскопічні пристрої, що поєднують електронні й механічні елементи (мікродатчики, мікромеханізми) в одному чипі; використовуються, зокрема, як чутливі елементи лазерних гіроскопів.

Ситал (склокераміка) – спеціальний склокерамічний матеріал з високою термостійкістю та стабільністю оптичних властивостей, який застосовується в авіаційній та космічній оптиці.

Германій, арсенід галію (GaAs), антимонід індію, телурид кадмію-ртуті – напівпровідникові матеріали, з яких виготовляють інфрачервону оптику та фотоматриці; критично дефіцитні для РФ і переважно імпорتنі.

Компонентна база – сукупність окремих деталей, матеріалів і вузлів (матриці, оптичне скло, мікроелектроніка), з яких складається кінцевий виріб; протиставляється «кінцевій продукції» (готовим приладам і системам).

Огляд виробничих ланцюгів

У попередньому розділі ми розглянули загальну архітектуру оптико-електронної галузі російського ВПК та виокремили підприємства стратегічного значення.

Цей розділ присвячено одному з її найважливіших кластерів – холдингу «Швабе» (входить до держкорпорації «Ростех»). Саме він концентрує ключові компетенції та технології російського оптико-електронного приладобудування.

Важливість цього об'єкта підтверджують і дані української розвідки. У квітні 2026 року ГУР МО України оприлюднило на порталі War&Sanctions структуру «Швабе», розкривши 48 підприємств холдингу (30 із них на той момент не перебували під санкціями жодної з країн-партнерів).

В рамках цього дослідження, аналітики Центру проаналізували 64 підприємства холдингу: їхні комерційні зв'язки, взаємозалежності та наскрізні виробничі ланцюги. За результатами

аналізу було визначено деякі критичні точки холдингу, тиск на які здатний паралізувати роботу одразу кількох напрямків виробництва. Це робить їх пріоритетними цілями для санкційного чи іншого асиметричного впливу.

Повний перелік підприємств холдингу з характеристикою кожної компанії (профіль діяльності, ІНН, рівень зацікавленості) доступний за запитом за [посиланням](#)



Організаційна роль та функціонування материнської компанії

Холдинг «Швабе», що входить до складу державної корпорації «Ростех», відіграє одну з ключових ролей у забезпеченні армії РФ високотехнологічною лазерною технікою військового призначення. Структура об'єднує десятки промислових підприємств і наукових центрів, а її продукція охоплює надзвичайно широкий спектр – від тепловізорів і прицілів для стрілецької зброї до складних оптичних систем для бронетехніки, військової авіації, балістичних ракет та космічних супутників.

Материнська компанія АТ «Швабе» (м. Москва) не обмежується адміністративним управлінням: вона функціонує як масштабний логістичний і фінансовий хаб для дочірніх підприємств, а також виступає прямим постачальником готового озброєння стороннім замовникам. Зокрема, компанія безпосередньо здійснює постачання оглядово-прицільних систем ОПС-24Н, призначених для оснащення військових вертольотів, таким структурам, як АТ «Роствертол».⁸

Ключові виробники військової продукції

У контурі холдингу можна виділити підприємства, зупинка яких матиме суттєві або критичні наслідки для ВПК РФ:

- **АТ «НДІ «Полюс» ім. М.Ф. Стельмаха»** (повна назва рос. АО «Научно-исследовательский институт «Полюс» им. М.Ф. Стельмаха», м. Москва) – провідний науково-виробничий центр лазерних технологій, роль і місце якого розглянуто в розділі 2.
- **АТ «НВО «ГПЮ»** (повна назва рос. АО «Научно-производственное объединение «Государственный институт прикладной оптики», м. Казань, Республіка Татарстан) – провідний розробник оптико-електронних систем для всіх видів збройних сил РФ. Створює тепловізійні модулі третього покоління та виготовляє приціли, зокрема модель 1П79-3 для протитанкового ракетного комплексу «Корнет».
- **АТ «ВО «Уральський оптико-механічний завод»** (АТ «УОМЗ», м. Єкатеринбург, Свердловська область) – ключовий виробник складних оптико-електронних прицільних систем для військової авіації (МиГ-29, Су-27, Су-30, Су-35, Су 57, Ту-160) та вертольотів (сімейства Мі та Ка-52).

⁸АТ «Роствертол» – російське авіабудівне підприємство, що спеціалізується на серійному виробництві, ремонті та модернізації вертолітної техніки. Підприємство розташоване в Ростові-на-Дону і входить до складу холдингу «Вертолеты России», що є частиною державної корпорації «Ростех».

- **АТ «Вологодський оптико-механічний завод» (АТ «ВОМЗ»)** та **АТ «Новосибірський приладобудівний завод» (АТ «НПЗ»)** – основні виробники систем управління вогнем, тепловізійних приладів та прицільно-спостережної оптики для бронетанкової техніки (наприклад, «Сосна-У»), артилерії та стрілецької зброї.
- **ПАТ «Красногорський завод ім. С.А. Зверєва» (ПАТ КМЗ)** (м. Красногорськ, Московська область) – спеціалізується на розробці та виробництві високотехнологічних оптико-електронних приладів, систем і комплексів, зокрема, для бронетанкової техніки, військової авіації, а також систем дистанційного зондування землі та контролю космічного простору. Ключова продукція включає тепловізійний канал ТПК-К, панорамний приціл командира (ПКП) для танків Т-72 та Т-90, танковий прицільно-наглядовий комплекс «Агат-МДТ», а також багатоканальної оптико-електронної прицільної станції ОПС-28 для вертольотів та інше.

Виробники критичних компонентів, мікроелектроніки та сировини

Холдинг «Швабе» об'єднує в своєму контурі як виробників кінцевих продуктів, так і виробників критичних компонентів для них – і саме друга категорія створює вузькі місця, що визначають реальну вразливість холдингу. Хоча заводи кінцевої збірки мають технічну спроможність виготовляти готові оптико-електронні системи, ця спроможність цілком залежить від **безперебійного постачання компонентної бази** – фотоматриць, оптичного скла, германію, МЕМС-елементів – від **вузького кола вузькоспеціалізованих підприємств, альтернативи яким усередині РФ не існує**:

- **АТ «НВО «Оріон» (м. Москва)** та **АТ «Московський завод «Сапфір» (м. Москва)** – єдині в РФ спеціалізовані виробники фотоматричних приймальних пристроїв і тепловізійних модулів. Виготовляють матриці на основі кремнію, антимоніду індію, кадмію-ртуті-телуру та арсеніду галію – компонентів, що є «серцем» систем спостереження авіації та танків. Виробництво тісно пов'язане з іноземними постачаннями: як приклад, для охолодження тепловізійних модулів АТ «НВО «Оріон» імпортує китайські мікрокріогенні системи (модель SCI04R), співпрацюючи з China North Industries Group.
- **АТ «ОКБ «Астрон» (м. Литкаріно, Московська область)** – спеціалізується на тепловізійній оптиці та кріогенних системах охолодження матриць, а також є виробником FPV-дронів «Курс-800ТБ» і «Гранат-ПГ», які застосовуються у війні проти України.
- **АТ «Германій» (м. Красноярськ)** – основний російський виробник оптичного та монокристалічного германію, критично необхідного для інфрачервоної оптики. Підприємство не здатне забезпечити повний цикл самостійно і системно імпортує з Китаю полікристалічний зонноочищений германій, діоксид германію, а також графітові форми та матеріали для полірування.
- **АТ «Литкарінський завод оптичного скла» (АТ «ЛЗОС»)** (м. Литкаріно, Московська область) – монополіст у виробництві оптичного скла та склокерамічного матеріалу (ситалу) для авіаційної та космічної оптики, також виготовляє керамічні бронеплити з карбіду кремнію. Незважаючи на звіти про успіхи АТ «Технологія» у локалізації виробництва ситалу, ЛЗОС продовжує закуповувати конструктивні елементи із ситалу та іноземне обладнання для обробки скла через систему державних тендерів.

- **ТОВ «МАППЕР»** – унікальне підприємство, що виробляє мікроелектромеханічні системи (МЕМС) європейського рівня, критично важливі для створення лазерних гіроскопів.

Розробка лазерної зброї

Окреме місце посідає АТ «НЦІСК «Астрофізика» (м. Москва) – історично головний **розробник лазерної зброї для збройних сил** (комплекси «Стилет», «Сангвін», «Аквілон», «Сжатіє»). Хоча формально компанія перебуває у стадії ліквідації, її інтелектуальний та технологічний потенціал з високою ймовірністю передається іншим структурам холдингу, зокрема АТ «НДІ «Полюс».

Залежність від імпорту критичних матеріалів і компонентів

Аналіз діяльності підприємств «Швабе» демонструє їхню критичну залежність від імпортової сировини, обладнання та компонентної бази, попри публічні заяви про розвиток внутрішнього виробництва:

- **Германій:** АТ «Германій» масово імпортує з Китаю полікристалічний зонноочищений германій та діоксид германію (детальніше залежність російської оптико-електронної галузі від імпорту германію буде розглянуто в наступних розділах звіту).
- **Арсенід галію, фосфід та антимонід індію:** виробники фотоматриць (Оріон, Сапфір, Полюс) критично залежать від постачання підкладок з цих матеріалів іноземного виробництва. Російські оборонні заводи імпортують пластини арсеніду галію та фосфіду індію, зокрема через американську компанію АХТ Inc. та її китайську філію АХТ-Tongmei.
- **Ситал і оптичне скло:** попри заяви про повну локалізацію, АТ «ЛЗОС» продовжує закуповувати конструктивні елементи із ситалу та іноземне обладнання для обробки скла.
- **Мікроелектроніка та друковані плати:** китайська філія Shvabe Opto-Electronics (Meizhou) Co., LTD є основним каналом постачання іноземних друкованих плат і мікроелектроніки – зокрема американських мікроконтролерів Microchip Technology – для АТ «УОМЗ».

Тіньові схеми закупівель та мережа посередників

Для забезпечення стабільного імпорту комплектуючих і обходу санкційних обмежень холдинг створив розгалужену мережу тіньових постачань, активно залучаючи компанії номінально цивільного профілю:

- **ТОВ «Швабе-Москва» та ТОВ «Швабе-Системи»** можуть використовуватися у схемах імпорту продукції військового чи подвійного призначення під прикриттям закупівлі деталей для медичного обладнання або міської інфраструктури.
- **АТ «НПО Фотоніка»** (яке очолюють топменеджери «Ростеху») має глибокі зв'язки з Китаєм і фіксувалося в митних базах під час імпорту відеоапаратури, що офіційно декларувалася як побутова.
- **ТОВ «РТ Фотоніка»** (статутний капітал 1 млн рублів, 1 співробітник) та пов'язане з нею АТ «Сканда Рус», маючи оптичні КВЕДи, активно використовуються для тіньової

закупівлі іноземного тепловізійного обладнання та комплектуючих (зокрема з Китаю) для потреб ПАТ КМЗ та інших заводів холдингу.

- **АТ «Зеніт-Інвестпром»** – номінально «цивільна» компанія, яка використовується як імпортер іноземних верстатів (Німеччина, Фінляндія).
- **Торговельні фірми-посередники:** серед фірм, що забезпечують виробничі потреби заводів «Швабе», виділяються ТОВ «НВК «Макрооптика», що постачає оптичні заготовки, промислові верстати й витратні матеріали з Китаю, Південної Кореї та Німеччини, а також ТОВ «Лазерні компоненти», яке систематично імпортує оптику з Китаю та здійснює сертифікацію іноземного обладнання для обробки скла, що згодом використовується на виробничих лініях холдингу.

Карта вразливостей ланцюга постачання

Критичні матеріали та компоненти для виробництва оптико-електронних систем бронетанкової та авіаційної техніки: точки імпортової залежності, ідентифіковані торговельні посередники та канали обходу санкцій.

Умовні позначення рівня вразливості:

- **Критична** – матеріал/компонент не виробляється в РФ взагалі, або виробництво недостатнє і залежить від імпорту; альтернативних джерел практично немає.
- **Висока** – є часткове внутрішнє виробництво, але воно не закриває потреби холдингу, є системний імпорт або імпортні компоненти на вході виробничого циклу.
- **Помірна** – імпортозалежність підтверджена, але є реальні (хоч і гірші за якістю) внутрішні альтернативи.

1. Германій та похідні (Ge, GeO₂, GeCl₄)

Рівень вразливості: КРИТИЧНИЙ.

Германій (монокристалічний, полікристалічний, оптичні заготовки, тетрахлорид германію GeCl₄) – ключова сировина для виробництва ІК-оптики тепловізійних прицільних систем бронетехніки та авіації, а також для оптоволокна.

РФ має вертикально інтегрований, повноцикловий германієвий комплекс, побудований навколо трьох підприємств – усі пов'язані з холдингом Швабе/Ростех або Росатомом:

- **АТ «Германій» (Красноярськ, Швабе/Ростех)** – перероблює до 30 т/рік германієвої сировини, найбільший завод повного циклу (випускає від діоксиду германію до готових лінз); санкції – лише Україна.
- **ТОВ «Германій и Приложения» (Новомосковськ)** – переробляє до 21 т/рік з власного германієвмісного родовища бурого вугілля (Павловське, Приморський край); власник – підсанкційний (США, ЄС, Велика Британія) Андрій Мельниченко; обладнане німецькими установками PVA Crystal Growing Systems.
- **ASTRON Group (Литкарино, Швабе/Ростех)** – вирощування монокристалів (1000–1500 кг/рік) і готова тепловізійна оптика та ударні БПЛА; санкції – лише Україна.

Навіть підприємство з власним родовищем сировини («Германия и Приложения») продовжує імпортувати китайський германієвий брутх у значних обсягах.

У липні 2025 року АТ «Германій» запустило перше в РФ власне виробництво надчистого тетраклориду германію (GeCl_4 , 99,9999%) – **прекурсора для заготовок оптоволокна – потужністю 2 т/рік**. Продукція призначена для нового заводу заготовок ТОВ «ОПЛАНТ» (Саранськ), запуск якого запланований на 2027 рік і має забезпечити виробництво **близько 4 млн км оптоволокна на рік** – насамперед для FPV-дронів, які не піддаються радіоелектронному придушенню.

Це прямий технологічний результат досвіду протистояння з українською РЕБ і, на відміну від решти германієвого ланцюга, це вже частково локалізована ланка, хоча й побудована на імпорتنих верстатах і, ймовірно, частково на імпортному вихідному германії.

У 2025 «Швабе» оголосив про запуск промислового виробництва полірованих германієвих пластин на АТ «Германій» (інвестиції понад 328 млн руб), визнавши, що **до цього 90% потреби ринку РФ у германієвих пластинах (50 тис./рік) закривалося імпортом**. За 2025 рік АТ «Германій» поставило **30 000 полірованих германієвих пластин** підприємствам Роскосмосу – АТ «Сатурн» та НВП «Квант» – для сонячних панелей розвідувальних супутників.

Навіть після запуску нового обладнання повне закриття потреб холдингу «Швабе» малоімовірно – отже імпорту сировини й супутніх матеріалів продовжується.

Підприємства-споживачі германію в контурі «Швабе»: АТ «НПО ДПО», АТ «ЦКБ «Фотон», АТ «НПО ДОО ім. Вавілова», АТ «НПЗ», АТ «МЗ «Сапфір», АТ «ВО «УОМЗ», АТ «ОКБ «Астрон» (германієві пластини ГМО-5, монокристалічний германій – підтверджені тендери 2023 р. на 11,5 млн руб, постачальник – саме АТ «Германій»).

2. Арсенід галію (GaAs) і епітаксialні структури

Рівень вразливості: КРИТИЧНИЙ.

Арсенід галію використовується для фотоматриць фотоприймальних пристроїв (АТ «НВО «Оріон», АТ «НВО ДПО») та лазерних діодів для систем з лазерним наведенням (АТ «НДІ «Поліус» ім. Стельмаха»). Ключовий внутрішній виробник кристалів – **АО «Гиредмет»** (структура «Росатому»), але він сам не має власних потужностей для отримання сировинного полікристалічного GaAs і закупає його через тендери (наприклад: 30 кг полікристалічного GaAs за 2,77 млн руб, березень 2023; 50 кг GaAs чистотою 6N за 4,36 млн руб, червень 2022).

Документально зафіксовано конкретного іноземного виробника-постачальника підкладок GaAs:

- АХТ Inc. (США, штаб-квартира в Каліфорнії) + китайська «донька» АХТ-Tongmei Inc. (Пекін) – прямо названі виробником у тендерах АТ «НДІ «Поліус»: 2021 р. – постачання підкладок арсеніду галію виробництва АХТ-Tongmei на 337 тис. руб; 2014 р. – підкладки GaAs, леговані кремнієм, виробник АХТ Inc., на 6,1 млн руб.

Структури-«прокладки», через які кристали/підкладки GaAs надходять до підприємств «Швабе» (висока ймовірність іноземного походження частини продукції):

- ООО «Макро ЕМС», ООО «МЕГА СМ», ООО «МЕГА ЭПИТЕХ», ООО «МегаКЛАССИК», ООО «ТЕХСПЕЦКОМПЛЕКТ» (ТСК), ООО «НТЦ «Лазерные инновационные системы» (НТЦ «ЛИС»).

Епітаксціальні структури InP/InGaAs/InP (ключова сировина для лазерних фотодіодів і фотоприймачів) закуповувалися АТ «НДІ «Полюс» через АО «НИИЭП» (Новосибірськ, структура концерну «Техмаш»/«Ростех») – щонайменше 4 постачання 2016–2020 на 2,3 млн руб.

3. Антимонід індію (InSb) та кадмій-ртуть-теллур (KPT/CdHgTe)

Рівень вразливості: ВИСОКИЙ.

Особливо чисті матеріали – антимонід індію, кадмій, ртуть, цинк, теллур – прямо названі АТ «НВО «Оріон»» серед критичних для виробництва фотоматриць і модулів формування тепловізійного сигналу.

АТ «ОКБ «Астрон»» також виробляє фотоприймальні модулі на гетероструктурах CdHgTe (серія АСТРОН-...КРТ) та на основі InSb для матриць формату 640×512 і 1280×1024, що встановлюються у прицільних комплексах бронетехніки.

Встановлені постачальники/канали для АТ «НВО «Оріон»»:

- ООО «Лазерні компоненти» (РФ) – сертифікатор/постачальник, у т.ч. кріогенних систем китайського виробництва (див. розділ 4).
- «China North Industries Group Corporation, № 211 Institute» (Китай) – через посередника.
- АО «Новосибирский завод полупроводниковых приборов «Восток»» – внутрішній виробник, що також фігурує як постачальник для кількох структур «Швабе» (МЗ «Сапфір», ЗОМЗ).

4. Кріогенні системи охолодження фотоприймальних пристроїв

Рівень вразливості: ВИСОКИЙ.

Мікрокріогенні системи (тип SCI04R та аналоги) необхідні для охолодження ФПУ середньо- і довгохвильового ІК-діапазону – використовуються АТ «НВО «Оріон»» та іншими виробниками тепловізійних модулів. Встановлено, що декларації відповідності на систему SCI04R протягом років сертифікувала ООО «Лазерні компоненти» (ИНН 7704811495), а фактичним виробником вказано «China North Industries Group Corporation, № 211 Institute» (Китай).

Показова деталь: ціни контрактів на постачання SCI04R вказані у рублях (не у валюті), а в формулюванні тендерів систематично фігурує «срочная закупка у единственного поставщика» – ознака свідомого уникнення конкурентних/прозорих процедур закупівлі імпортного обладнання.

5. Лазерні діоди, фотодіоди та оптоелектронні компоненти

Рівень вразливості: ВИСОКИЙ.

Лазерні далекоміри, гіроскопи, цілевказувачі (АТ «НДІ «Полюс» ім. Стельмаха») будуються на імпортних лазерних/фотодіодах і вимірювальному обладнанні. Документально підтверджені поставки продукції конкретних західних виробників:

Іноземний виробник	Продукція	Канал постачання в РФ / доказ
Laser Components (Німеччина)	Лавинні/PIN фотодіоди (Si, InGaAs), імпульсні лазерні діоди 905D1S3J08R, матриці лавинних фотодіодів SAN1L12-012LCC44	Через посередника; тендери АТ «НДІ «Поліус» на 244,7 та 548,7 тис. руб
Hamamatsu Photonics (Японія)	Модуль фотоелектронного помножувача H10493-011	ООО «ИУЕ ТЕХ» (АО «ЮЕ ТЕХ», ИНН 7810943817, під санкціями США) – щонайменше 2 контракти 2016–2017, + 66 декларацій на постачання з Японії, Німеччини, Китаю, Мексики
Thorlabs (США)	Прецизійний 3-координатний столик з п'єзоконтролером MDT630BM; вимірювач оптичної потужності PM122D/PM100D	ООО «ЕВРОЛЭЙЗ» (ИНН 7705254568) – щонайменше 2 контракти 2017 р. на ~1 млн руб кожен
Standa (Литва)	Компоненти для блоку лазерних гіроскопів МТ-501-В (з високою ймовірністю – спільно з Thorlabs)	Аналітичний висновок на основі специфікацій закупівель

6. Електронна компонентна база (мікросхеми, діоди, транзистори)

Рівень вразливості: ВИСОКИЙ (системний канал для всього холдингу).

Практично всі профільні підприємства холдингу (АТ «ВОМЗ», АТ «НПЗ», АТ «УОМЗ», ПАТ «КМЗ», АТ «НДІ «Поліус»)) системно закуповують мікросхеми, діоди й транзистори у вузького кола внутрішніх виробників, значна частина яких вже перебуває під санкціями США/ЄС/Канади/Швейцарії/Японії/України – що саме і робить їх зручними індикаторами для перевірки походження компонентів та подальшого санкційного тиску:

Структура-постачальник (РФ)	Санкційний статус	Продукція / обсяг (вибірка)
АО «Экситон» + ООО «Экситон» (фактично одна структура)	ООО-частина під санкціями США	Мікросхеми; ≥5 контрактів 2015–2017 на 34,8 млн руб (для АТ «ВОМЗ»)
ООО «Макро ЕМС»	Під санкціями США	Друковані плати; постачання для АТ «ВОМЗ» та інших структур
АО «Оптрон»	Санкції США, Швейцарії, ЄС, Японії, України	Мікросхеми, індикатори, оптопары – для ВОМЗ, УОМЗ, НПЗ
АО «Радиант-ЭК»	Санкції США, Швейцарії	Мікросхеми, датчики; ≥5 контрактів 2016–2018 на 69,9 млн руб

АО «Болховский завод полупроводниковых приборов» (БЗПП)	Санкції США, України	Діоди, мікросхеми – для ВОМЗ, КМЗ, УОМЗ
АО «Воронежский завод полупроводниковых приборов – Сборка» (ВЗПП-С)	Санкції США	Мікросхеми, транзистори; контракт 2017 р. на 30 млн руб
АО «Группа Кремний Эл»	Санкції ЄС, Швейцарії, України	Мікросхеми, транзистори; ≥ 4 контракти на 58,8 млн руб
АО «КБ приборостроения ім. Шипунова» (КБП)	Санкції США, Канади, Швейцарії, ЄС, України	Лазерні діоди, випромінювачі – для НДІ «Полюс» (65 млн руб 2016–2018)

Окремо: ЗАО «Техград-Русь-Коннектор» (торгівельна «прокладка») здійснювала митну очистку та постачання радіоелектронних компонентів з заводів СНД (Україна – Житомир, Харків, Запоріжжя, Київ; Узбекистан – Ташкент) для АТ «ВОМЗ»; ООО «Ликард» виконувала аналогічну функцію для білоруської кооперації (постачання від «Мінського НДІ радіоматеріалів» та АО «КБТЭМ-ОМО», структура білоруського холдингу «Планар») в інтересах АТ «НДІ «Полюс».

7. Технологічне обладнання (напівпровідникове виробництво, МЕМС)

Рівень вразливості: КРИТИЧНИЙ для високотехнологічних вузлів.

ТОВ «Маппер» (донька АТ «ОКБ «Астрон»»), колишня структура нідерландського Mapper Lithography, з 2018 – частина «Роснано») виробляє МЕМС-елементи для лазерної гіроскопії та оптико-електронних навігаційних систем – фактично **ексклюзивний виробник** цього компонента в холдингу. За даними колишнього директора (стаття 2021 р.), завод критично залежить від імпорту: кремнієві пластини нарізаються з імпортних злитків на імпортному обладнанні; фоторезист – американський (після невдалих спроб працювати з вітчизняним); **машини фотолітографії в принципі не виробляються жодною країною повністю самостійно (Нідерланди – ASML, Японія – Nikon/Canon).**

Підтверджене обладнання на майданчику ТОВ «Маппер»:

- Установка фотолітографії ASML Stepper PAS 5500/275D (Нідерланди).
- Установки безмаскової літографії MN-UV-SMART (Китай, Yantai Moji Nano Technology Co., Ltd.).
- 3D-томограф Nano Voxel 35 02E (Китай, Sanying Precision Instruments Ltd.).
- Установка плазмового травлення NE-ICP-801 (Китай, Shenzhen Naen Tech Co., Ltd.).

На АТ «ОКБ «Астрон»» (германієва ІК-оптика) встановлено прецизійне обладнання для обробки германієвих заготовок фірм OPTOTECH і Moor Nanotech (за відкритими даними підприємства – обидва європейські виробники шліфувально-полірувального обладнання з ЧПУ), а також аналітичну систему енергодисперсійного мікроаналізу Bruker Nano GmbH (Німеччина) – тендер 2023 р. на 6,5 млн руб.

8. Компоненти для виробництва БПЛА (кластер АТ «ОКБ «Астрон»» / ТОВ «Астрон Аеро»)

Рівень вразливості: ВИСОКИЙ.

ТОВ «Астрон Аеро» (Литкарино, Мовсковська область, колишній «Інфракристал») виробляє БПЛА «Курс-800ТБ», «Гранат-ПГ», БПЛА400Т («Блокпост»), оснащені тепловізійними камерами власної розробки материнської структури. За власним визнанням керівництва підприємства (інтерв'ю 2024 р.), тепловізійний канал – повністю вітчизняний (германієва ІК-оптика, мікроболометр на оксиді ванадію), але **«головне з імпортних елементів – літєві акумулятори та постійні магніти для двигунів на основі РЗМ»**. Аналітичний висновок: ні АТ «ОКБ «Астрон»», ні ТОВ «Астрон Аеро» не є виробниками повного циклу БПЛА – найімовірніше використовуються готові китайські платформи БПЛА, які дооснащуються власною оптоелектронікою.

Висновки до розділу

Холдинг «Швабе» доцільно розглядати не як набір окремих заводів, а як глибоко інтегровану та стійку мережу. Її основу формують материнські структури («Ростех», частково «Росатом») та держава, які забезпечують фінансування, стабільні замовлення та політичне прикриття. Гнучкість цієї системи забезпечується розгалуженою інфраструктурою: дочірніми й номінально цивільними компаніями, посередниками та закордонними активами. Саме через них холдинг знаходить шляхи обходу санкцій та імпортує критичні технології.

Ключова характеристика цієї мережі – **висока адаптивність**. Точкове блокування окремої компанії-посередника не зупиняє постачання, оскільки її функції швидко перебирає на себе інша ланка. Через це «Швабе» вже кілька років успішно витримує фрагментарний санкційний тиск. Поки частина підприємств перебуває під обмеженнями, десятки інших – зокрема ті, що виготовляють ключові компоненти для тепловізорів і систем самонаведення, – продовжують працювати без перешкод.

Однак у цій системі є **критичні вузли, втрату яких неможливо компенсувати**, оскільки вони не мають аналогів усередині РФ, а для налагодження імпортних поставок в необхідній кількості потрібний тривалий час. Крім того, це практично не можливо по відношенню до тієї продукції, яка випускається вкрай обмеженою кількістю іноземних виробників.

Головний практичний підсумок: боротьба з окремими компаніями-посередниками є неефективною. Нейтралізувати таку мережу можна лише системно. Реального результату дозволить досягти тільки синхронний тиск усіх країн санкційної коаліції, спрямований **одночасно на кілька критичних вузлів** – так, щоб холдинг не встиг переорієнтувати канали постачання. Наведена вище карта вразливостей ілюструє розташування цих точок.

Висновки та рекомендації

1. Санкційна політика міжнародної спільноти щодо агресії РФ проти України хоч і ускладнює роботу ВПК, але не досягає бажаних результатів.

ВПК РФ не тільки працює, але і нарощує темпи виробництва зброї. Одним з показових наслідків цього є збільшення кількості і інтенсивності ракетно-авіаційних ударів по території України, в тому числі і по цивільним об'єктам. Від цих відверто терористичних ударів зростає кількість жертв мирного населення, руйнується критична цивільна інфраструктура, що фактично є проведенням політики геноциду щодо української політичної нації.

2. Санкційна політика потребує переосмислення і кардинальних змін, які повинні спиратись на розуміння причин, чому на попередніх етапах необхідний ефект не досягнуто.

3. Достатня стійкість ВПК РФ до санкцій базується на двох основних факторах:

- розбудова і активне використання РФ механізму обходу санкцій.
- прорахунки у формування Україною та партнерами попередньої санкційної політики.

4. РФ вдалось побудувати централізовану, багато рівневу, розгалужену систему протидії/обходу санкцій.

Для обходу санкцій використовуються спеціально створені/орієнтовані на виконання цього завдання ЮО.

Їх перший рівень – ЮО, корпоративно пов'язані з підприємствами ланки виробництва продукції.

Другий рівень – ЮО, що входять до складу відповідного холдингу (наприклад, холдинг Швабе) і вирішують завдання обходу санкцій в інтересах любого з підприємств холдингу.

Третій рівень – ЮО, які входять у склад державних корпорацій (Ростех, Росатом і т. ін.) і вирішують завдання обходу санкцій в інтересах любого підприємства, як тих, що входять у склад пов'язаних холдингів, так і тих, які безпосередньо входять в корпорацію.

Кожна корпорація налічує десятки таких ЮО. А загальна їх чисельність, яка працює в інтересах економіки РФ, хоч конкретно і не вивчалась в цьому дослідженні, але оціночно по цьому і попереднім дослідженням Центру, нараховує сотні таких ЮО. Серед них компанії, які діють за межами РФ, в тому числі і компанії спільні з іноземним капіталом. Частина ЮО зареєстровані в РФ, але співзасновниками разом з підрозділами корпорацій виступають іноземні компанії.

Вся ця армада діє під децентралізованим багаторівневим управлінням, ланки якого замикаються на єдиний центр прийняття рішення. Очевидно, що цей центр знаходиться на рівні відповідної корпорації, і, вірогідно, замикається вище на Міністерства, яким ці державні корпорації підпорядковані. Не виключено, що на ще вищому рівні стоїть центр прийняття рішень уряду РФ.

Вже на етапі підготовки санкцій проти економіки РФ, вся ця машина приводиться в рух і опрацьовуються механізми обходу санкцій, які ще тільки готуються. Механізм працює на випередження і забезпечує безперебійну роботу економіки, в тому числі і ВПК РФ.

Розбудована система обходу санкцій потребує окремого вивчення і пошуку способу її протидіяти.

5. До прорахунків варто віднести:

недостатню скоординованість національних санкційних політик країн партнерів;

направленість санкційної політики НА ЗБІЛЬШЕННЯ кількості санкцій **щодо кінцевих виробників зброї і озброєння або їх найближчих постачальників**, які стоять на вершині технологічного ланцюга виробництва; при цьому **структури, які стоять у витоків** цього виробничого ланцюга і при цьому їх продукція відіграє критичну роль в функціонування всього виробничого ланцюга **залишаються без впливу**.

Зокрема, в багатьох випадках поза санкціями залишаються різного роду **науково-виробничі ЮО**, які приховуючись за статусом наукових установ уникають санкцій. В той же час вони стоять у витоків технологічних ланцюгів виготовлення воєнної продукції, виконуючи наступні функції:

- отримання в ході співпраці з іноземними науковими установами критично важливої інформації щодо розробки сучасних технологій;
- виконання наукових розробок, які застосовуються в інтересах ВПК;
- опрацювання технологій використання результатів досліджень в практичному виробництві;
- придбання сучасного лабораторного обладнання, яке дозволяє проводити не тільки наукові дослідження, а і **виготовляти на замовлення підприємств ВПК критично важливу продукцію**.

Така діяльність цих ЮО надає поштовх і формує можливості для виробництва ВПК високотехнологічної продукції.

Також поза санкціями залишається велика частина підприємств, що розробляють програмне забезпечення для систем озброєнь.

6. Пропонується корінним чином змінити підхід до розбудови і реалізації санкційної політики країн партнерів.

В основу покласти глибоке вивчення комерційних і корпоративних зв'язків, а головне - виробничих ланцюгів озброєння і воєнної техніки. Вивчення повинно охоплювати всі ланки виробничого циклу від отримання сировини до випуску готової продукції.

Одночасно проводити аналіз і прогноз дій РФ по протидії/обходу санкцій

В подальшому, проводити оцінку і пошук критичних ланок у технологічному ланцюгу, вплинувши на які є можливість зупинити/критично ускладнити роботу всього виробничого процесу. На основі оцінки проводити планування ефективних дій, скоординованих всіма партнерами.

Такий чином, **реалізовується можливість, застосовуючи асиметричні дії, досягнути стратегічного ефекту мінімальними зусиллями і з мінімальною шкодою для економік країн партнерів**.