

American University Kyiv

A Capstone Project

STRATEGIC RISKS OF UKRAINIAN DRONE MANUFACTURERS RELATED TO
CHINESE COMPONENTS

СТРАТЕГІЧНІ РИЗИКИ ДЛЯ УКРАЇНСЬКИХ ВИРОБНИКІВ ДРОНІВ, ПОВ'ЯЗАНІ З
КИТАЙСЬКИМИ КОМПЛЕКТУЮЧИМИ

by **Kyrylo Mazur**

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree

Master

APPROVED BY:

Dr. Yuliia Remyha, PhD in Economics, Associate Professor, Faculty Mentor

2026

ABSTRACT

This capstone project analyzes the strategic dependence of Ukrainian drone manufacturers on Chinese components and the challenges of transitioning to a NATO-compliant component base. Given that drones have become a critical element of the Russian-Ukrainian war and modern warfare in general, Ukrainian manufacturers now face a trade-off between short-term efficiency (Chinese components) and long-term integration into Western markets (NATO-compliant components).

Using a mixed-methods approach, this research combines qualitative insights from industry experts and suppliers with quantitative data from a Ukrainian manufacturer on costs, lead times, and volume comparisons between Chinese and NATO-compliant supply chains.

This capstone project develops a navigation map of components for different drone clusters, based on the Ukrainian drone ecosystem, describes the up-to-date drone component market dynamics in Ukraine and globally, and provides practical strategic recommendations for the Western (including Ukraine) governments and Ukrainian drone manufacturers, with a clear roadmap and mitigation plans for several clusters.

TABLE OF CONTENTS

INTRODUCTION.....	5
CHAPTER 1. OVERVIEW OF THE UKRAINIAN AND GLOBAL DRONE MARKETS..	7
1.1. Role of drones in modern war.....	7
1.2. Development of the Ukrainian drone industry	8
1.3. Global supply chain of drones	11
CHAPTER 2. STRATEGIC RISKS OF DEPENDENCE ON CHINA’S COMPONENTS .	13
2.1 China’s component base for drones.....	13
2.2. The scale of Ukraine’s dependence on China	15
2.3 Vulnerabilities from Chinese components.....	16
2.4. China’s components and export to the West.....	17
CHAPTER 3. CHALLENGES IN TRANSITION TO NATO-COMPLIANT COMPONENTS.....	18
3.1 NATO’s and China’s opposite approach.....	18
3.2. Costs, lead time, and volume limitations in the NATO supply chain.....	19
CHAPTER 4. METHODOLOGY OF ANALYSIS	20
4.1. Research design	20
4.2. Limitations of the study	20
CHAPTER 5. EMPIRICAL FINDINGS – DEVELOPING A NAVIGATION MAP OF THE COMPONENTS STRUCTURE.....	21
5.1. Drone systems classification.....	21
5.2. Component architecture across different clusters	22
CHAPTER 6. EMPIRICAL FINDINGS – CURRENT DYNAMICS OF THE UKRAINIAN COMPONENT DRONE MARKET	25
6.1. Presence of China vs NATO across different clusters.....	25
6.2. Ukrainian manufacturing capabilities	28
6.3. China’s recent export restrictions and their effect on the market.....	29
6.4. Ukrainian component market forecasting.....	30
CHAPTER 7. EMPIRICAL FINDINGS – STRATEGIC RECOMMENDATIONS FOR THE WESTERN AND UKRAINIAN GOVERNMENTS	31
CHAPTER 8. EMPIRICAL FINDINGS – STRATEGIC RECOMMENDATIONS FOR UKRAINIAN DRONE MANUFACTURERS.....	35
8.1. Strategy plan for Ukrainian ISR drone manufacturers	35
8.2. Strategy plan for Ukrainian FPV drones and Bombers manufacturers.....	36
8.3. Recommendations for other clusters.....	38
8.4. Other recommendations	38

CONCLUSIONS.....	39
APPENDIX A. SUPPLIER INTERVIEW	42
APPENDIX B. EXPERT QUESTIONNAIRE.....	54
APPENDIX C. DATA FROM UKRAINIAN DRONE MANUFACTURERS.....	86
REFERENCES	87

INTRODUCTION

Drones have become a key element of modern war in the twenty-first century. In the Russian-Ukrainian war, drones have increased a so-called «kill zone» for several dozen kilometers and made a difference in deep strike campaigns.

The Ukrainian drone industry has grown significantly and has reached a point where Ukrainian drone manufacturers are shifting their infrastructure abroad to NATO countries, conducting joint manufacturing, and even exporting, or aiming to export, their own production to NATO.

Collaboration with the West creates new possibilities for Ukrainian drone manufacturers. However, it brings plenty of challenges, considering dependence on China's components.

China supplies components very quickly and cheaply, while NATO puts limitations on drone components from this country. China is a strategic threat to the West; therefore, NATO needs to win the arms race and regulate China's components on the market.

Meanwhile, the transition to NATO's components brings much longer lead time and much more expensive procurement. And such a transition should be done during the Russo-Ukrainian war, when Ukrainian manufacturers must provide drones as quickly as possible.

Ukraine lacks sufficient financial resources and infrastructure to produce all the components on its own. As a result, Ukrainian drone manufacturers are now at a strategic crossroads, needing to balance short-term efficiency (China's components) with long-term competitiveness (NATO's components).

This capstone explores the risks arising from China's drone components and difficulties in transition to NATO's regulations. Through the qualitative data provided by two specialists in the industry (an expert and a supplier) and the quantitative data provided by one of the

Ukrainian drone manufacturer companies (components procurement costs, lead time, and volume from China and NATO), it suggests practical recommendations on how to diversify the procurement and conduct a smooth transition to NATO's components ecosystem.

The report is structured to first review the Ukrainian drone ecosystem and the global component supply market, then analyze the risks of heavy reliance on procurement from China, identify the main barriers to the transition to NATO components, and offer practical recommendations.

CHAPTER 1. OVERVIEW OF THE UKRAINIAN AND GLOBAL DRONE MARKETS

1.1. Role of drones in modern war

Drone systems play a key role in modern war due to their versatility and cost-effectiveness.

Regarding functional variability, massive drone usage in the Russian-Ukrainian war has led to a new concept called «transparent battlefield». Rieznyk et al. (2025) explain that this concept arises when each side has a massive collection of data on what is happening across different parts of war zones, enabled by various types of drones, not only reconnaissance but also strike drones at various distances. [1]

Rieznyk et al. (2025), based on this concept, conclude that the physical distance between soldiers on both sides is increasing, as it becomes more and more difficult to remain in position due to improved target acquisition, identification, and strike decision-making. [1]

Bilousova et al. (2024) also highlight that 80-85% of frontline targets in 2025 were engaged by UAVs – in particular, during the Summer 2025 campaign, there were at least 215 000 UAV strikes. [2]

In January 2026, Serhiy Boiev, the Deputy Minister of Defense of Ukraine, claimed that UAV systems have created a strike zone of up to 20 kilometers and that the next goal for the Ukrainian army is to expand it to 100 kilometers. [3]

To support this idea, Rieznyk et al. (2025) note that Polish researchers currently primarily focus on integrating drones into network-centric operations as they prepare for a potential conflict with Russia. As one of the expected results, for example, Poland believes that drones will make its artillery fire more accurate. [1]

Regarding cost-effectiveness, Rieznyk et al. (2025) claim that drones have compensated for Ukraine's lack of other types of weapons, especially in early 2022. In particular, kamikaze-drones have become a very effective replacement for artillery systems and long-range anti-tank defense systems. Besides, reconnaissance drones have become the main «eyes» for the Ukrainian army, which was limited in its aviation capabilities. Last but not least, anti-aircraft drones have become a fast solution in the interceptor segment, effectively destroying rival drones and even missiles. [1]

Rieznyk et al. (2025) summarize the key advantages of small FPV drones and large strategic strike drones:

- FPV drones are small and have low visibility; they are very cheap and easy to control (so operators spend much less time in training compared to combat aircraft pilots). [1]
- Strategic strike drones are cheaper and easier to produce than long-range missiles, so it is possible to conduct a combined, massive attack campaign using such drones against different targets. [1]

1.2. Development of the Ukrainian drone industry

Drones manufacturing in Ukraine has been increasing constantly since the Russian full-scale invasion in 2022. By September 2024, Unmanned Aerial Vehicles were in first place among R&D projects in Brave1, with a total of 707, while the second place – robotic and remotely controlled systems – had a total of 409. [2]

As Bilousova et al (2024) describe, the Ukrainian drone manufacturers have gone through several phases since 2022:

1. The Emergence Phase was passed in 2022. That year, most of the companies were just startups with small teams of up to 10 people. [2]

2. Business Formation was experienced in 2023. At that time, recent startups expanded into bigger businesses with established internal processes. [2]
3. Industry Maturation came in 2024, when companies received long-term government contracts, merged with other entities, and increased their investments. [2]
4. Consolidation continued in 2025, when the gap between top manufacturers and small companies became very obvious. [2]

The Swarmer company case, as shown by Bilousova et al (2024), is an illustrative example of the dynamics of Ukrainian defense companies in drone manufacturing. Swarmer develops AI technology for drones and has secured an initial 50,000 USD in funding amid urgent investments in the Ukrainian defense sector. They must have provided long-term planning and transparent reporting, which, a bit later, helped them attract more investors and secure new funding of 2.7 million USD. Meanwhile, they have been building local partnerships within the Ukrainian defense ecosystem to conduct product tests and verify it under various frontline conditions. As a result, Swarmer has become one of the biggest companies on the market. [2]

Now, the drone ecosystem in Ukraine consists of different products (Table 1). The KSE Institute (2025) has recently summarized the product portfolio:

- FPV drones

The smallest and cheapest drones that carry explosives, controlled by a person in real time, and directly hit targets (soldiers or small vehicles). [4]

- Multicopter bombers

Reusable drones that carry and drop several bombs at once, usually on shelters and buildings with quite high accuracy. They can also be used for remote mining and logistics. Their operational range, as shown in Illustration 1, is up to 60 kilometers. [4]

- **Interceptor drones**

Work against rival reconnaissance and strike drones to protect the frontline and airspace, including in rear zones. They use simple communication systems and optical targeting, controlled by radar and an operator. [4]

- **Reconnaissance drones**

Used for real-time observation and artillery adjustment. They are controlled by the operator, who receives the real-time video/data. Some of the reconnaissance drones also operate without GPS, using AI navigation. [4]

- **Middle Strike drones**

Used for attacks deep behind tactical lines up to 200 kilometers to hit important targets to break rival logistics and reduce combat coordination. They need stronger communication than normal drones (for example, a satellite that also provides real-time control for the operator) and use GPS navigation. [4]

- **Deep Strike drones**

Used for long-range attacks for 2 000 kilometers or more to hit rival strategic infrastructure and damage its economy and weapon production. They use sensors for low-altitude flights and resist electronic warfare from rivals. Usually, they are launched with a pre-programmed route. [4]

- **Unmanned Ground Vehicles**

Robotic vehicles that move on land, designed mainly for logistics, demining, and evacuation. They can move in areas and perform tasks that are unsafe for manned vehicles. [4]

- Maritime drones

Systems that operate on the surface or subsurface to hit rival ships and ports, disrupt their naval operations, and also protect sea routes. The operational range of those drones is close to what Deep Strike drones have. To cover such distances, they are equipped with satellite communication and navigation systems, usually (though not necessarily) controlled by the operator. [4]

Due to safety measures, there is no official data on the number of concrete drone types manufactured per year. However, in January 2026, Serhiy Boiev, the Deputy Minister of Defense of Ukraine, said that Ukraine's 2026 plan is to produce 7 million drones overall. [2]

In November 2025, the globally recognized news agency Bloomberg named Ukraine a «drone superpower» that produces 4 million drones a year across different types. [5]

Table 1. Ukrainian drone categories and their operational range

Drone Category	Operational Range
Deep Strike Drones	up to 2000 km
Maritime Drones	up to 1600 km
Middle Strike Drones	up to 200 km
Reconnaissance Drones	up to 200 km
Multicopter Bombers	up to 60 km
FPV Drones	up to 40 km
Interceptor Drones	up to 30 km
Ground Drones	up to 20 km

Source: Data adapted from (Kyiv School of Economics Institute, 2025) [4]

1.3. Global supply chain of drones

The drone industry has a complex value chain with multiple other industries involved (electronics, materials, and so on). The whole process is so complicated that it is almost impossible now to localize the entire production.

Robobank (2026), in its recent study, has used an input-output model to analyze the economic effect of investments in drones. Robobank has divided drones into components produced across different industries and classified investments as the demand level. An input-output model has shown how this level affects the drone and related industries. [6]

Therefore, Robobank (2026) has stated that the European Union, despite its declaration to allocate 60% of its defense budget among its members by 2035 (compared to 28% today), will reach a maximum of 51%, while the remaining budget will go to the US, Israel, Turkey, China, etc. [6]

Yilin Ma et al. (2026) have also recently conducted detailed research in which they built a «trade directed and weighed network», where direction indicates who sells to whom, and volume indicates how much is sold. Using the international UN Comtrade database for 2022-2024, they have analysed global trade in different drone types and calculated key indicators:

- the number of partners each country has;
- the average volume degree of trade between countries;
- the average path length (meaning how many countries are involved in one delivery);
- and the identified modularity (when some countries trade significantly more with each other). [7]

The results of Yilin Ma et al.'s (2026) research have shown bipolarization in the global drone supply chain. China completely dominates the light and medium drone civil and military markets, and in 2024, reached an export volume of 2 675 tons. The USA, on the other hand, provides clear export superiority in large industrial and high-end military drones. [7]

Moreover, the market for deep-strike drones is highly modular, meaning that groups of countries (NATO and its allies vs. China and its allies) supply those drones primarily to each

other. As Yilin Ma et al. (2026) claim, this market segment is all about strategic alignments and is divided into «clubs» of trusted and non-trusted members. [7]

Meanwhile, the light and medium drone market is global, non-modular, and highly dependent on China's supply. Yilin Ma et al. (2026) explain that the reasons for China's strong superiority in this segment are related to its dominant manufacturing capabilities of the main components. [7]

CHAPTER 2. STRATEGIC RISKS OF DEPENDENCE ON CHINA'S COMPONENTS

2.1 China's component base for drones

In 2025, the Center for Strategic and International Studies (CSIS) conducted a deep analysis of drone components and identified the main categories. It concluded that, in particular for small drones, China produces most of the critical raw materials and components.

CSIS (2025) claims that China dominates in key structural materials, such as carbon fiber, aluminum-lithium, and titanium. Carbon fiber, for example, is made from a polyacrylonitrile precursor – it is a very difficult process that cannot be scaled up easily, and only a few companies in the world perform it. [8]

The next category CSIS (2025) describes is related to drone propulsion. All small UAVs have small motors in which neodymium-iron-boron magnets are the key component. About 90% of those magnets are produced in China. What is most curious is that even when rare-earth oxides are mined outside China, magnetization and finishing are still done in this country, making it almost impossible to exclude China from the process. [8]

The same topic of neodymium magnet manufacturing was discussed at the recent Easter Circles Forum in Paris, France, in 2025. This forum concluded that China has «crushed NATO competitors with cost, scale, and speed» through the production of magnets. [9]

Another category in CSIS's (2025) analysis is batteries, which determine how much time a drone can operate. Batteries consist of various raw materials, such as aluminum, graphite, lithium, and nickel, etc. The main issue here is not mining but processing, and China processes about 67% of the world's lithium and more than 70% of graphite anode material. [8]

The Royal United Services Institute (RUSI), in its recent research, focuses on FPV drone manufacturing and concludes that the FPV drone supply chain is extremely vulnerable because it depends entirely on China. [10]

Those conclusions fully align with Yilin Ma et al.'s (2026), Robobank's (2026), and CSIS's (2025) studies mentioned above. [7] [6] [8]

RUSI (2025) divides FPV drones' components into 6 categories and explains China's dominance in each of them:

1) Batteries. As explained above, China processes the most graphite globally. RUSI (2025) also adds that the country is the leader in anode and cathode production. [10]

2) Video and radio receivers. Although production is global, China offers a cost advantage in crystal oscillators (which provide precise timing signals). [10]

3) Motors. Neodymium magnet manufacturing in China was already explained above. [10]

4) Flight controllers. RUSI (2025) claims that it is very challenging to build FPV drones without Chinese flight controllers: Ukraine, in particular, has tried to manufacture those controllers locally but has struggled to replace Chinese semiconductors and processors. [10]

5) Daytime or thermal cameras. China dominates germanium production for infrared sensors and offers a cost advantage in manufacturing daytime cameras. [10]

6) Airframe. China supplies most of the Computer Numerical Control machines used to cut carbon fiber into drone frames globally. [10]

However, for large, high-tech drones that perform specialized, highly demanding tasks, such as medium- and deep-strike drones, China loses its dominance. Khudov et al (2025), in their analysis of deep-striker drones' datasheets and usability features, explain that among the «classical» drone components, navigation systems, digital control architecture, and software have also become very important. [1]

2.2. The scale of Ukraine's dependence on China

In 2024, Bilousova et al (2024) stated that Ukrainian companies, particularly small FPV drone manufacturers, are highly dependent on components from China. From January to May 2024, the total import of drone components was 41 million USD, where 89% (36 million USD) went to China. [2]

As Denys Shmygal, the Prime Minister of Ukraine at the time, commented in 2023, that year Ukraine purchased 60% of the total annual number of Chinese drones called Mavic. [12]

Horbal and Karachkov (2024) identified Chinese drone components manufacturers that dominate the Ukrainian market. For example, EMAX, T-MOTOR, and iFlight are the main Chinese manufacturers of small-drones motors, whose products Ukrainian companies use. Flight controllers are usually purchased from manufacturers such as Spedebec, RushBlade, and Flywoo. Besides, RC equipment is mainly bought from a Chinese company called Radiomaster. [13]

China's dominance in the small and medium-sized drones market can be explained not only by its near-exclusivity in manufacturing and processing key components and materials, but also by the cost advantages it offers and the absence of limitations on order volumes. It is a closed circle, as low prices and high volumes result from the production and processing of critical materials.

2.3 Vulnerabilities from Chinese components

But if China quickly provides drone components at low prices, why not simply continue using this supply channel? Because it creates many vulnerabilities and risks.

To begin with, China's strategic ally is Russia, the country that has invaded Ukraine. Detailed research of The International Institute for Strategic Studies (2025), in which researchers physically examined remnants of missiles and drones recovered in Ukraine and identified the country of origin by markings and serial numbers, shows that Russia is the key supplier of mass drone components (mainly communication modules, auxiliary electronics, and flight controllers). [14]

As a result, Mirko Niederkofler, a senior executive at the German defense company TDW GmbH, states in one of his articles that such dependence on China's components puts all of Ukraine's resilience, sustainability, and supply chain at significant risk. [15]

Trent Emeneker, team leader at the Pentagon's Defense Innovation Unit, supports this idea, assuming that China can shut down the global drone industry for a year whenever it wants. [16]

Since September 1, 2024, China has put restrictions on drones and their components manufactured in China to Russia and Ukraine. Under restrictions are flight controllers, carbon frames, motors, radio modules, and navigation cameras. It is not an equal restriction, as China continues to supply Russia with so-called «dual-use» technologies, such as drone engines and semiconductors, and, in general, the monitoring of those restrictions is not as strict for Russia as for Ukraine. Moreover, China has also established a Russian drone factory in Xinjiang. [17]

Therefore, Ukraine has lost 10 000 FPV drones per month. Besides, component pricing has become highly unstable and difficult to predict. [17]

In March 2025, Suspilne Media conducted several interviews with Ukrainian military personnel and representatives of read-based component manufacturers. The results were unsatisfying, as lead times for Chinese components have become highly variable (ranging from 2 to 16 weeks), and their availability is limited. [18]

2.4. China's components and export to the West

Another risk associated with China's components is the limitation on exports to the Western market. The USA has a detailed Blue list – a verified list of compliant UAS systems and components – developed by Defense Innovation Unit. [19]

Flight controllers, thermal cameras, gimbals, radios, and data transmission devices of Chinese origin are banned by the Blue list. Furthermore, RUSI (2025) notes that Lithuania completely banned Chinese drones in 2024, while Poland and Canada are moving in this direction. [10]

The European Union, in its 2025 Council document on strategic dependencies, stated that it is essential for its defense capabilities to diversify supply chains across sectors, particularly in the drone industry. They did not mention China on any page of their document, but it was no coincidence that, among the application examples, they cited key drone components and highlighted the risk of dependence on so-called «third-country» suppliers. [20]

To summarize, it is clear that Western countries, in their defense strategy, aim to cut off Chinese mass-produced drones and Chinese components from the market. Considering that Ukraine is in the process of gradually opening NATO export capabilities to Ukrainian manufacturers, this is highly important for their future.

CHAPTER 3. CHALLENGES IN TRANSITION TO NATO-COMPLIANT COMPONENTS

3.1 NATO's and China's opposite approach

China's success in the small- and medium-sized drone market is no coincidence. According to the Atlantic Council Global Energy Center (2025), this is the result of a government's long-term strategy, which has provided subsidized high-volume production and controlled critical raw materials and the industrial base through a vast network of state-owned enterprises. Besides, the government has focused on processing, not just mining raw materials – as explained in the previous chapter, this has given China an enormous advantage. Finally, the country has built a full industrial ecosystem, where the entire chain (from mining through processing to drone or component production) is conducted within China. [21]

Allan Evans, CEO of the drone company Unusual Machines, claims that China's advantage is not about technical superiority but about production scale. [10]

NATO, on the other hand, has the opposite approach in its small drone manufacturing. Mirko Niederkofler, a senior executive at German defense company TDW GmbH, claims that NATO focuses on expensive high-tech systems and underestimates the adaptability and efficiency of small and medium drones, which have proven themselves in the Russian-Ukrainian war. [15]

Niederkofler goes on to criticize NATO for focusing solely on developing the best drone technology, without considering supply chain reliability. Therefore, even though NATO has a clear technological advantage and produces high-tech drone systems, the organization does not meet the current war conditions, in which a fast supply chain and the production of components for mass drones are key. [15]

The KSE Institute (2025) emphasizes that small drone components are out of the U.S. industrial policy focus. Their manufacturers are fragmented across the country, with no coordinated management, resulting in only 100 000 small UAS produced per year. [4]

3.2. Costs, lead time, and volume limitations in the NATO supply chain

Those obstacles in NATO's small- and medium-drone production pose several key challenges for Ukrainian manufacturers in their transition to NATO-compliant components.

The first challenge is pricing. For example, in 2025, NDAA-compliant controllers cost over 90 USD, and a speed controller for pairing the device costs an additional 90 USD, while the entire stack from the Chinese company Speedybee cost only 70 USD. Another example: thermal cameras without Chinese components immediately multiply the price. [10]

The second challenge is lead time. For example, it usually takes Western companies months to implement even the smallest hardware changes (e.g., a new antenna to support multiple frequency bands). [10]

The third challenge is volume. NATO manufacturers have failed to replace China as a supplier of many components. Some companies, such as Northvolt (a Swedish lithium battery producer), have even gone bankrupt, while other plans, such as the development of rare-earth elements in the Norwegian town of Ulefos, are still being tested. [20]

Moreover, there are plenty of «grey zones» in NATO-compliant components. For example, STMicroelectronics, one of Europe's leading manufacturers of flight controllers, has recently expanded its chip production in China to keep costs competitive. US-headquartered Roger Corporation, which produces high-performance laminate (used on the FPV circuit boards), also has a lot of its manufacturing capacity in China. [10]

So, how to avoid getting lost in those NATO regulations?

CHAPTER 4. METHODOLOGY OF ANALYSIS

4.1. Research design

This research applies a mixed-method approach, combining qualitative and quantitative data.

Qualitative data is collected through a semi-structured interview with a supplier and an open-ended questionnaire with an expert to analyze the experience and knowledge of key actors in the supply chain. Important to mention that the expert has also provided practical strategy recommendations for Ukrainian manufacturers about FPV, bombers, and ISR drones, as these are the areas he knows best.

Quantitative data are drawn from a Ukrainian drone manufacturer's comparison of the costs, lead times, and volumes of Chinese and NATO-compliant components.

Due to safety measures, the names of the Ukrainian drone manufacturer and the supplier are hidden; they have provided information anonymously.

To avoid overgeneralization, this analysis groups drone types by component structure (types, costs, and complexity). Also, to keep the research specific, the interview and questionnaire guides have 3 core analytical dimensions: risks associated with Chinese components, challenges in transitioning to NATO-compliant components, and potential mitigation strategies for Ukrainian companies.

4.2. Limitations of the study

This research has several limitations:

- limited sample size of interviewees;
- because of time restrictions, there was no possibility to discuss with the expert respondent about intercepting drones;

- restricted availability of sensitive operational data from manufacturers.

Nevertheless, by combining qualitative insights with quantitative data, this research provides a comprehensive analysis of the problem and practical recommendations for Ukrainian manufacturers.

CHAPTER 5. EMPIRICAL FINDINGS – DEVELOPING A NAVIGATION MAP OF THE COMPONENTS STRUCTURE

The problem with studies on the drone components industry, including those presented in this paper above, is the vague classification of drone systems and their component bases.

This research provides a real navigation map for Ukrainian drone manufacturers and component suppliers, and can help them identify:

- all subsystems and components of drones;
- the main manufacturers in China and NATO of concrete components;
- areas where Ukrainian manufacturers also produce components.

5.1. Drone systems classification

It is important to begin with drone classification, as there are different approaches. According to Sergiy Tsiupko, the director of UMO Ukraine and an expert respondent in this study, the main classification should be based on the domain of application (Table 2). [Appendix B]

Table 2. Drone classification by domain of application

Domain	System Type	Category / Type
Air	UAV (Unmanned Aerial Vehicle)	FPV drones
		Multicopter bombers
		Interceptor drones
		Reconnaissance drones
		Strike drones (middle, deep)

		Cargo drones (delivery, relay platforms)
Ground	UGV (Unmanned Ground Vehicle)	Cargo drones
		Kamikaze drones
		Mine clearance drones
		Self-propelled turrets
		Evacuation drones
Surface (Water)	Unmanned Surface Vehicles (USV)	Reconnaissance and monitoring
		Counter-ship
		Counter-mine
Underwater	Unmanned Underwater Vehicles (UUV)	Reconnaissance and monitoring
		Counter-ship
		Counter-mine

Source: Data adapted from the expert respondent [Appendix B]

However, in order to keep this study specific about components of the Ukrainian drone ecosystem, the drones are clustered according to the logic of component usage:

- ISR (Intelligence, Surveillance, Reconnaissance) drones.
- Deep/Middle strike drones.
- Maritime drones.
- FPV drones + Bombers.
- Unmanned Ground Vehicles (UGV). [Appendix B]

5.2. Component architecture across different clusters

As mentioned above, this research not only provides a clear identification of subsystems and components for different drone clusters, but also identifies the main component manufacturers from China, NATO, and Ukraine. Tables 3- 7 structure all this information. [Appendix B]

Table 3. ISR drones components and their main manufacturers (China vs NATO-compliant)

ISR drones			
Subsystem	Components	China Manufacturers	NATO-compliant Manufacturers
Airframe	Frame / Airframe	MAD Components	Plettenberg (Germany), KDE (USA), Ukraine
	High-power ESC	T-Motor, Hobbywing	APD (USA)
Autopilot	Autopilot System	CUAV, Holybro	Cube (Australia), Auterion (USA/CH), Kray (Ukraine)
Navigation	GNSS Receiver	CUAV	u-blox (CH), Septentrio (BE), NovAtel (CA)
	IMU	–	Analog Devices (USA), Bosch (EU)
Communication	MIMO Links	SIYI	Doodle Labs (USA), Silvus (USA), Microhard (CA), Mobilicom (IL)
Optics	EO Camera	–	Sony (Japan)
	Thermal	InfiRay, Hikmicro	FLIR (USA), Lynred (France)
	Gimbal	Tarot	Gremisy (VN), NextVision (IL), Octopus (PL), Ukraine
Power	Li-Ion Batteries	EVE	Molicel (TW), Samsung/LG (KR)
	BMS	JK, Daly	Batrium (AU), Ukraine
Launch	Parachute	–	Galaxy (CZ), Skycat (FI), Ukraine
Computing	Companion Computer	Khadas, Radxa	NVIDIA (USA), Raspberry Pi (UK)

Source: Data adapted from the expert respondent [Appendix B]

Table 4. Deep/Middle Strike drones components and their main manufacturers (China vs NATO-compliant)

Deep/Middle Strike drones			
Subsystem	Components	China Manufacturers	NATO-compliant Manufacturers
Airframe	Composite Structure	–	Hexcel (USA), Toray (JP), Gurit (CH), Ukraine
Propulsion	ICE Engine	DLE, NGH	3W (DE), Limbach (DE), UAV Engines (UK)
	BLDC Motors	T-Motor	KDE (USA), Plettenberg (DE)
Navigation	Autopilot	–	UAVOS (CH), Veronte (ES), Cube (AU)
	GNSS Anti-jamming	–	Septentrio (BE), NovAtel (CA), Kometa (UA)
	IMU (tactical)	–	KVH (USA), Honeywell (USA), Sensoror (NO)
Communication	Telemetry	–	Silvus (USA), Microhard (CA), Doodle Labs (USA)
	Satellite	–	Starlink (USA)
Payload	Warhead	–	Ukraine

Source: Data adapted from the expert respondent [Appendix B]

Table 5. Maritime drones components and their main manufacturers (China vs NATO-compliant)

Maritime drones			
Subsystem	Components	China Manufacturers	NATO-compliant Manufacturers
Hull	Fiberglass Hull	–	Owens Corning (USA), Hexion (USA/EU), Ukraine
Propulsion	Outboard Engine	–	Yamaha (JP), Mercury (USA), Honda (JP)
	Waterjet	–	HamiltonJet (NZ), Rolls-Royce (UK), Castoldi (IT)
Fuel	Tanks & Filters	–	Moeller (USA), Racor (USA), Separ (DE)
Navigation	GNSS / Radar / AIS	–	Furuno (JP), Garmin (USA), Raymarine (UK)
Communication	Satellite	–	Starlink (USA), Iridium (USA)
Sensors	EO/IR	–	FLIR (USA)
Power	Batteries	–	Optima (USA), Varta (EU)
Payload	Warhead	–	Ukraine

Source: Data adapted from the expert respondent [Appendix B]

Table 6. FPV drones and Bombers components and their main manufacturers (China vs NATO-compliant)

FPV drones and Bombers			
Subsystem	Components	China Manufacturers	NATO-compliant Manufacturers
Flight Stack	Flight Controller (FC)	SpeedyBee, Mamba, Matek, iFlight, Holybro	mRo (USA), CUAV EU (EU), Kray (Ukraine)
	ESC	T-Motor, Hobbywing, Flycolor, Mamba	Scorpion (Germany), KDE (USA)
	PDB	Mostly Chinese	–
Propulsion	BLDC Motors	T-Motor, EMAX, BrotherHobby, SunnySky	Scorpion (Germany), KDE (USA), Plettenberg (Germany)
	Propellers	Gemfan, HQProp, Dalprop	Limited
Radio	RC Receiver	Happymodel, BetaFPV, RadioMaster	TBS (Czech), FrSky (Taiwan), UA ELRS
Video	FPV Camera	RunCam, Foxeer, Caddx	–
	VTX	Rush, Foxeer, DJI, Walksnail	IRC Tramp (Australia)
	Thermal Camera	InfiRay, Hikmicro, Topdon	FLIR (USA)
Power	LiPo Batteries	CNHL, GNB, Tattu	–
	Li-Ion (21700)	EVE	Molicel (Taiwan), Samsung/LG (Korea)
Mechanics	FPV Frame	iFlight, Foxeer	Ukraine
	Bomber Frame	Tarot	Ukraine
	Drop System	KST, Emax	Volz (Germany)
Payload	Warhead	–	Ukraine

Source: Data adapted from the expert respondent [Appendix B]

Table 7. Unmanned Ground Vehicles (UGV) components and their main manufacturers (China vs NATO-compliant)

Unmanned Ground Vehicles (UGV)			
Subsystem	Components	China Manufacturers	NATO-compliant Manufacturers
Chassis	Frame	–	Ukraine
Propulsion	Motors	QS Motor, LEILI	Maxon (CH), Heinzmann (DE)
	Gearboxes	Chinese analogs	Nidec (JP), SEW (DE)
	Suspension	–	Ukraine / EU
	Tracks	China	Camoplast (CA), Bridgestone (JP)
Controllers	Motor Controllers	Kelly	Roboteq (CA), Curtis (USA), Sevcon (USA)
Power	LiFePO4 Batteries	CATL, BYD, EVE	A123 (USA)
	BMS	Daly, JK	Orion (USA)
Communication	Radio	SIYI	Doodle Labs, Silvus, Microhard
Computing	Computer	Khadas	NVIDIA (USA), Intel (USA)
Sensors	LiDAR	Hesai, Livox	Ouster, Velodyne (USA)

Source: Data adapted from the expert respondent [Appendix B]

CHAPTER 6. EMPIRICAL FINDINGS – CURRENT DYNAMICS OF THE UKRAINIAN COMPONENT DRONE MARKET

This research provides up-to-date information on the Ukrainian component market, mapping the presence of Chinese versus NATO-compliant suppliers across different drone clusters, with precise identification of subsystems and components (rather than the generalized view offered by existing studies in the country). Besides, this research explains the key reasons for those tendencies.

6.1. Presence of China vs NATO across different clusters

Chinese components fully dominate Ukrainian FPV drones and bombers. The reason for this is the financials. As the expert notes, almost all component positions have NATO alternatives, but their costs are much higher than China's. [Appendix B]

For example, motors produced in Germany (Scorpion and Plettenberg), the USA (KDE), and even Ukraine (Eney, G-Motor) are 5-8 times more expensive. Thermal cameras FLIR (the USA) are 10-20 times more expensive than consumer-grade Chinese options. [Appendix B]

The higher prices are the result of limited capacity in the Western world (for example, LiPo battery production is minimal) and a long supply chain slowed by bureaucracy. [Appendix B]

Table 9 shows the key price differences across components between China and NATO.

Table 9. Price difference across FPV-drones and Bombers components Chinese and NATO-compliant manufacturers

Component	NATO-compliant Options	Price Difference compared to China
Motors	Scorpion (Germany), KDE (USA), Plettenberg (Germany), Eney (Ukraine), G-Motor (Ukraine)	5–8× more expensive
ESC	Scorpion Tribunus, APD (USA), KDE	4–6× more expensive
Receivers / Radio	TBS (Czech Republic), FrSky (Taiwan)	2–3× more expensive
Thermal Imaging	FLIR Boson (USA)	10–20× more expensive
Drop Servos	Volz, KST EU (Germany)	4–6× more expensive

Source: Data adapted from the expert respondent [Appendix B]

According to the data from a Ukrainian manufacturer of FPV and multicopter bombers, NATO cannot compete with China on cost, lead time, and volume in the mass segment (Table 10). The main takeaways from this data are the following:

- Cost disadvantage, as NATO components are usually 2-5 times more expensive. In some cases, such as frames, the difference can be up to 7 times higher, even though frames are produced locally in Ukraine.
- Lead time gap: China delivers in up to 3 weeks, but NATO requires up to 7 weeks.
- China's volume dominance (around 5 times more for different components per month).

- The main conclusion is crucial – Western suppliers are not ready for a wartime-scale demand. [Appendix C]

Table 10. Comparison of costs, lead times, and volumes of Chinese and NATO-compliant components by a Ukrainian manufacturer

Drone type	Component	China cost (\$)	NATO cost (\$)	China lead time (weeks)	NATO lead time (weeks)	China max volume/month	NATO max volume/month
FPV	Stack (FC+ESC)	48	110	1–2	3	>10,000	2,000–3,000
FPV	Motor	24	14	1–2	4	>10,000	2,000–3,000
FPV	Carbon frame	10	50	1–2	4	>10,000	1,000–2,000
FPV	Propellers	1.1	8	1–2	4	>100,000	20,000
Multicopter bombers	Carbon frame	150	600	2–3	5–7	5,000	500–1,000
Multicopter bombers	Motor + Prop	250	520	2–3	5–7	5,000	500–1,000
Multicopter bombers	Autopilots	150–200	400	2–3	3–4	>10,000	3,000–4,000
Multicopter bombers	Compass	23	70	2	4	>5,000	2,000
All types	Joystick	70–150	300–500	2	4–5	3,000	1,000

Source: Data adapted from the Ukrainian manufacturer company [Appendix C]

Among Unmanned Ground Vehicles (UGV), China also dominates, but the situation is different. Most components can be replaced by NATO manufacturers (at a higher cost, but not as high as in FPV drones and bombers), while the chassis frame and propulsion suspension are produced locally in Ukraine. [Appendix B]

The key strategic vulnerability is the Prismatic LiFePO₄ cells, which account for 40-60% of the total unit cost, and China has a monopoly in their production, with no alternatives in the West. [Appendix B]

Among ISR drones, China is losing its dominance and may soon be replaced by non-China components.

Firstly, ISR drones are already expensive (15 000-40 000 USD), so the transition to NATO-compliant components will not dramatically increase costs. It is not the FPV drones and bombers case, when switching to non-China components transforms cheap mass products into a completely opposite cost policy. [Appendix B]

Secondly, most of the key components already have alternatives, such as autopilots, communication links, and GNSS. [Appendix B]

Therefore, the West must take its final steps in thermal imaging cameras, gimbals, and large drone motors to increase volumes, simplify supply chain restrictions for those components, and conduct full compliance positioning. There are already plenty of companies that can produce those components (such as FLIR and Lynred thermal cameras, and Gramsy and NextVision gimbals). [Appendix B]

Meanwhile, in deep/middle strike and maritime drones, NATO dominates due to its superior technological capabilities in high-tech systems. For example, the overall Chinese share of deep/middle-strike drones is 25-35%, concentrated in non-critical, easily replaceable components. [Appendix B]

6.2. Ukrainian manufacturing capabilities

It is worth emphasizing the development of Ukrainian component manufacturers, given the findings from the empirical research mentioned above.

The supplier's comments on the Ukrainian component manufacturers' development align completely with the expert's responses and Tables 3-7. Ukraine makes the fastest progress among:

- Specialized electronics (PCBs): flight stacks, flight controllers, and electronic speed controllers (ESCs) [Appendix A]

- Propulsion systems: motors and propellers. [Appendix A]

Moreover, as the supplier claims, Ukraine is currently in the early stages of production of carbon components. [Appendix A]

Taking into consideration Chapter 2, which explained that China dominates carbon production, giving it a significant advantage in the mass production of small drones, Ukraine is moving in the right direction in its manufacturing development.

6.3. China's recent export restrictions and their effect on the market

At the end of 2025, China implemented a strict export control system for drone components, including a complete ban on some components or a difficult licensing process. The supplier respondent claims that there are several main reasons for this decision, including:

- China wants to distance itself on the official level from the Russian-Ukrainian war to avoid any accusations of providing military support to any of the parties. [Appendix A]
- In response to the U.S. sanctions against Chinese technology companies, China implements new restrictions. [Appendix A]
- China intends to centralize control over strategically important and large industries, so no exporting companies are forced to obtain special licenses from the Chinese Ministry of Commerce to conduct their business. [Appendix A]

Such a policy from China can create confusion for the global market. As the expert highlights, if China blocks the supply of thermal cameras or gimbals, it will interrupt the entire manufacturing process for an ISR drone, with a total cost of 15 000–40 000 USD per unit. The ISR drone example is made here intentionally, given that this drone cluster is not far from transitioning to a fully NATO-compliant component base, yet China still has enough leverage to create problems for the West's manufacturing process. [Appendix B]

Therefore, 2026 is a year when the trend toward China-free components is most obvious and, as the supplier respondent notes, a key factor in industry development. [Appendix A]

Western countries have significantly increased their investments in local manufacturing. Several alternative manufacturing hubs have emerged, driving the industry toward reduced dependence on China. The supplier names the following countries as the main alternative hubs:

- Taiwan – aerospace cluster;
- United States – secure drones for government use;
- European Union – high-tech VTOL and avionics (for example, Quantum Systems from Germany);
- Baltic countries. [Appendix A]

6.4. Ukrainian component market forecasting

In Ukraine, the trend toward China-free components is the least noticeable in mass-market drones, such as FPV drones and multicopter bombers. As both the expert and the supplier claim, Ukrainian companies must provide fast solutions for their military forces. Therefore, in the mass market, the key is not a «China-free» label but a mix of price, lead time, and volume. [Appendix A] [Appendix B]

The expert predicts that the full transition to non-China components in the FPV segment is possible no earlier than 2028-29, and only if the West develops its component base (ACC batteries, Dunker/Plettenberg motors) and Ukraine continues to grow its manufacturers of flight controllers and radio systems. [Appendix B]

Regarding ISR, the expert believes that within 12-18 months, it is possible to reach mass-production levels once NATO-compliant thermal cameras and gimbals are integrated regularly. What is interesting is that, in the short term, it will bring about a 20-40% reduction in volume,

but very soon (again, in 12-18 months) the volume will return to current levels (only without China). Besides, for manufacturers, it is crucial to account for a longer lead time (an additional 1-2 months) due to the export licensing process. [Appendix B]

In the UGV case, as the expert claims, everything depends on the development of the European battery industry, particularly LFP cells. In any case, the required volume of LFP cells will not be available until at least 2027-28. [Appendix B]

With maritime and deep/middle-strike drones, the situation is much easier because the critical components are already non-Chinese. [Appendix B]

Regarding general trends, the supplier respondent believes that, within the next few years, the West's strategic dependence on China will decrease significantly. Moreover, for electronics and software, dependence will drop from around 80% to 20-30% in 2-3 years. For optics, engines, batteries, and raw materials, reducing dependence will be slower due to the need for large-scale capital investments. [Appendix A]

CHAPTER 7. EMPIRICAL FINDINGS – STRATEGIC RECOMMENDATIONS FOR THE WESTERN AND UKRAINIAN GOVERNMENTS

This paper delivers practical, actionable recommendations for policymakers. Its findings are relevant to military and political leaders in Western countries (including Ukraine), offering guidance on reducing strategic dependence on China and strengthening non-China supply chains.

Recommendation №1. Build industrial-scale alternatives to Chinese mining and processing factories.

For FPV drones and bombers, the West tends to think in terms of ready-made products rather than working with components and raw materials. Western countries should change their approach, taking into account data from this research provided by one of the Ukrainian

manufacturers (Table 10) – this data shows that NATO is not prepared for the current wartime-scale demands in the mass-market area. The reason is the limitations in volume – the West cannot supply enough FPV and bomber drones at a reasonable price because it does not control component manufacturing, while China completely dominates and therefore can supply the mass market very quickly and cheaply.

It is highly important to start competing with China in raw materials segments, such as magnets, lithium processing, and carbon fiber, from which many components (especially for FPV and bombers) are being made.

Moreover, it is essential to build refineries in Western countries because China currently controls the processing, even when the materials are not mined domestically.

Otherwise, the Western market will still be full of «hidden» Chinese-origin products – for example, as the supplier respondent claims, any cluster that includes an engine, a printed circuit board, or batteries cannot be 100% China-free due to Chinese processing. [Appendix A]

Recommendation №2. Identify the main components to focus on.

Based on Tables 3-10 and the information provided by the supplier, for FPV drones and bombers, the West must emphasize manufacturing power batteries, propulsion motors, and propellers. Meanwhile, Ukraine, in particular, should continue expanding its production of flight stacks, flight controllers, electronic speed controllers, and radio systems – the areas where the country is currently showing the most manufacturing progress.

For UGVs, the focus must be on LiFePO_4 (LFP) batteries, as they are considered the final (and the largest) step to avoid dependence on China in this cluster.

For ISR, it is essential to accelerate the production of thermal cameras, gimbals, and large motors.

Table 11. Key components for production scaling in the West and Ukraine

Drone Cluster	Key Components to Scale (West & Ukraine)
FPV drones & Bombers	Power batteries (LiPo, Li-ion) Propulsion motors Propellers Flight stacks (FC+ESC) Flight controllers ESC Radio systems
ISR drones	Thermal cameras Gimbals Large motors
Unmanned Ground Vehicles (UGV)	LiFePO ₄ (LFP) batteries
Cross-cluster (All types)	Raw materials processing (lithium, magnets, carbon fiber)

Source: Data adapted from the expert and supplier respondent, and Ukrainian drone manufacturer [Appendix A] [Appendix B] [Appendix C]

Recommendation №3. Subsidize the cost gap for NATO-compliant components.

As the supplier notes, countries do not shift their supply channels from China to NATO because of the West's restrictions, such as the Blue list; they may do so if China itself imposes its own export limitations. No one will voluntarily shift to more expensive and slower supply chains. [Appendix A]

Therefore, Western countries should develop an economic policy to compensate for cost gaps, at least initially, so that such a shift from China to NATO does not destroy manufacturers' markets. In other words, governments have to make this switch economically acceptable for manufacturers.

There could be:

- direct subsidies to cover the gap difference;

- guaranteed procurement when governments guarantee that they will buy a certain number of drones/components within a certain time period (so the demand grows and the price decreases);
- tax initiatives to lower taxes on manufacturers producing NATO-compliant components.

Recommendation №4. Build integrated drone production clusters.

It is not enough to replace individual parts, the West must change the entire production model by developing manufacturing ecosystems, integrated clusters where all key production would locate at one place.

According to the supplier respondent, those clusters must include manufacturing facilities for components and final products, SMT lines for electronic assembly, automated assembly lines for scaling production, and logistics centers for fast delivery and supply coordination. [Appendix A]

Recommendation №5. Increase supply chain speed and flexibility.

The West must also change its approach to supply chain management, prioritizing client-oriented speed and flexibility. Currently, Western components manufacturing is slow to communicate and adapt to the demands of warfare. It means that simply increasing production is not enough; the West must change the way it works with customers.

The key priorities here are the following:

- Simpler and faster paperwork, fewer documentation procedures;
- Minimal bureaucracy in procurement and approvals;
- Faster communication and order processing;
- Ability to customize without increasing delivery time.

Recommendation №6 (Ukraine). Investment in a stockpile.

Given the longer lead times for NATO-compliant components, the Ukrainian government could invest in a 6-12-month stockpile of critical components and stimulate local manufacturers (through subsidies, procurement guarantees, etc.) to integrate them into drone products. Those stocks could be located in the western part of the country or in neighboring countries like Poland.

Recommendation №7 (Ukraine). Strengthen state-industry coordination

The country should develop its ecosystem of clusters (such as Brave1, Iron Cluster, and Techosystems) to support innovation and start-ups, and help Ukrainian manufacturers secure international funding and investment.

For example, Brave1 in March 2026 organized USA investment demo-shows for selected Ukrainian manufacturers of various military products and later announced demo-shows in Great Britain for June 2026. [22] [23]

CHAPTER 8. EMPIRICAL FINDINGS – STRATEGIC RECOMMENDATIONS FOR UKRAINIAN DRONE MANUFACTURERS

Last but not least, this paper provides recommendations for Ukrainian drone manufacturers, with a specific focus on clusters most dependent on China.

8.1. Strategy plan for Ukrainian ISR drone manufacturers

Given that the industry in this cluster needs to take the final step toward reducing dependence on China, the focus should be on thermal cameras, gimbals, and large motors.

The expert respondent has provided a clear roadmap for this task, with a 12-18-month timeline. Based on his answers, this research prepared an activity plan, KPI, deadlines, potential problems, and a mitigation plan (Table 12). [Appendix B]

The key to this strategy is diversifying suppliers (starting cooperation at the demo-units stage with as many companies as possible), investing in stockpiles after the components are integrated into the system, and having a ready serial-compliance product. [Appendix B]

Table 12. Strategy plan for Ukrainian ISR drone manufacturers

Phase	Time Limit	Activities	Desired KPI	How to Measure	Possible Problems	Solutions
Phase 1: Sourcing & Initial Engagement	0–3 months	Identify and contact suppliers Request specification, pricing, test samples	Established supplier pipeline Established supplier pipeline	Number of signed NDAs Number of suppliers engaged Demo requests submitted	Slow supplier response Refusal to provide demo units	Parallel outreach to multiple suppliers Use local agents in USA/EU/Israel
Phase 2: Testing & Validation	3–9 months	Test gimbal demo units with FLIR (or another thermal camera) integration Field testing of communication systems Validate autopilot alternatives Conduct supplier audits	Established supplier pipeline	Flight test results Integration success rate Performance benchmarks (range, stability)	Integration complexity Limited technical support	Dedicated integration team Standardization (for example, Ethernet + MAVLink 2)
Phase 3: Pre-Production & Certification	9–15 months	Build serial compliance product Apply for NATO-compliant certifications Establish supply contracts Build inventory buffer (3-6 months)	Certified compliant platform Stable supply chain	Certification status 100% NATO compliance Inventory stock for 3-6 months	Certification delays Supply bottlenecks for thermal cameras, gimbals, and large motors	Early application submission Multi-supplier strategy Safety stock creation
Phase 4: Scaling & Market Entry	15–24 months	Launch serial production Enter NATO supply chains Develop domestic gimbal capabilities	NATO contracts secured Production scalability	Number of contracts Production output Lead time reduction	Limited supplier capacity High production costs	Long-term contracts Investment in local gimbals production

Source: Data adapted from the expert respondent [Appendix B]

8.2. Strategy plan for Ukrainian FPV drones and Bombers manufacturers

For FPV drones and multicopter bombers, both the expert and the supplier recommend a hybrid strategy with 2 parallel lines of work: one dependent on China, enabling the Ukrainian

military to supply mass drones quickly and cheaply, and another with NATO-compliant components for future NATO export (so-called «Premium line»). [Appendix A] [Appendix B]

For Premium FPV drones and bombers, the recommended Implementation Map is described in Table 13. The key here is to understand that launching a Premium NATO-compliant line means a separate BOM, system testing, and supplier agreements – it is not the same case as with ISR drones, where you just add some components and integrate them with some adjustments in the supply chain model; here, it is essential to build a separate department and a separate product. [Appendix B]

Table 13. Strategy plan for Ukrainian FPV drones and Bombers manufacturers

Phase	Time Limit	Activities	Desired KPI	How to Measure	Possible Problems	Solutions
Phase 1: Sourcing & Initial Engagement	0–3 months	Create separate BOM for Premium line Identify NATO/UA suppliers Initial outreach Order test batches (20-50 units)	Established Premium supply base ≥2–3 suppliers per key component	Number of validated suppliers 100% BOM completeness	Low supplier interest Limited availability of alternatives (LiPo batteries in particular)	Focus on Ukrainian suppliers Early engagement + advance agreements
Phase 2: Testing & Validation	3–9 months	Field testing of motors Testing compliant radio alternatives Comparing Benchmarking vs Chinese components	Performance parity compared with Chinese components ≥70–80% component replacement validated	Flight test performance Reliability metrics Cost-performance ratio	Performance gaps vs Chinese components Firmware/tooling incompatibility	Parallel testing strategy Allocate R&D resources for firmware adaptation
Phase 3: Premium Line Launch	9–15 months	Launch serial Premium production line Standardize architecture Secure supply contracts	Operational Premium line Stable production capability	Production output Unit cost vs target BOM stability	High production cost (+150–200%) Supply constraints (motors, ESC)	Standardization of components Long-term supply agreements (12-18 months)
Phase 4: NATO Market Entry	15–24 months	Enter NATO supply chains Participate in expos (XPONENTIAL, DSEI, etc.) Build partnerships with NATO customers	NATO contracts secured Export capability established	Number of contracts Export volume Revenue	High competition Market entry barriers	Continuous outreach Positioning as compliant supplier with unique war experience

Source: Data adapted from the expert respondent [Appendix B]

8.3. Recommendations for other clusters

For UGV manufacturers, it is crucial to search for Chinese alternatives to battery manufacturers, particularly for LFP cells. This research highlights the issue and suggests a further in-depth study to identify a potential solution.

For maritime and deep/middle strike drone manufacturers, the situation is the easiest, since they can replace noncritical components (if they are of Chinese origin) with plenty of existing NATO-compliant alternatives.

8.4. Other recommendations

Regardless of the cluster, the following strategic recommendations are practical for all Ukrainian drone manufacturers:

- product diversification: fast and cheap for Ukrainian forces to supply to the military front, and more premium samples to get international funding, attract co-ventures, and be ready for NATO export;
- proactive search and engagement with NATO-compliant component manufacturers, including requesting and testing demo samples. It is important in case China stops supplying some of the components;
- building a stockpile with various key components. It is worth noting that it includes not only NATO-compliant components but also Chinese components if China implements new export regulations;
- investments in their own R&D, especially in electronics (for example, the schematics of in-house printed circuit boards).

CONCLUSIONS

The Ukrainian drone ecosystem has grown significantly since the full-scale Russian invasion in 2022 and now covers the entire drone market, from mass-market FPV and multirotor bombers to deep- and middle-strike drones. The role of drones in modern warfare has also increased, becoming a key element at the operational, tactical, and strategic levels.

The first value of this paper is the development of a full-scale navigation map of drone clusters and their component bases, including the main manufacturers in China and NATO of concrete components. Ukrainian start-ups, or even large companies that intend to enter new clusters, could use this navigation map to identify all subsystems, components, and major manufacturers globally, including local ones in Ukraine.

The West has a technological advantage over China in deep- and middle-strike and maritime drones, dominating in those clusters not only in terms of ready products but also in components. However, those clusters are not enough to win modern wars.

This paper has demonstrated, with numbers, including those from one of the Ukrainian manufacturers, that the West is not ready for the modern warfare demands for small FPV drones and bombers. Compared to Chinese components, NATO-compliant components transit this cluster from a low-cost, fast-delivery mass-market segment to a premium (in terms of price) segment with a lead time that military forces cannot afford due to the high dynamics of the battlefield. Compared to China, costs with NATO-compliant components increase by 2-5 times (up to 7 times for frames), lead times increase from 3 to 7 weeks, and monthly volume drops by 5 times.

The reason is the outdated approach among Western governments, which tend to think in terms of ready-made products rather than working with components and raw materials. China, on the contrary, due to its government policy over the past 2-3 decades, controls globally

the mining of most raw materials and, more importantly, their processing (even when the materials are not mined in China itself).

The reliance on Chinese components extends not only to the mass market but also to ISR drones and UGVs. For example, nowadays it is impossible to produce China-free UGVs, as Western countries have no alternative to manufacturing LiFePO_4 (LFP) batteries, which account for 40-60% of the total unit cost.

Meanwhile, such dependence on China leaves Ukraine and Western countries highly vulnerable. This research has provided up-to-date information on the component market, highlighting the recent Chinese strict export control system for drone components. The risk of even more severe restrictions being implemented in the future confuses the global market. For example, if China blocks the supply of thermal cameras or gimbals, it will disrupt the entire manufacturing process for an ISR drone, with a total cost of 15 000-40 000 USD per unit.

Therefore, this paper has established strategic recommendations for Western governments (including Ukraine), clearly identifying the main components to focus on, depending on the drone cluster. The Western world should build industrial-scale alternatives to Chinese mining and processing factories, subsidize the cost gap for NATO-compliant components, and build integrated drone production clusters, increase supply chain speed and flexibility. Ukraine, in particular, should invest in a stockpile of NATO-compliant components and strengthen state-industry coordination.

Moreover, this paper has established roadmaps with clear phases, deadlines, activity lists, KPIs, measurement methods, and mitigation plans for Ukrainian manufacturers of ISR drones, FPV drones, and bombers.

Among other strategic recommendations, this paper suggests that Ukrainian manufacturers diversify their production (fast and cheap with Chinese components to supply

the military front, and more premium units to get international funding, attract co-ventures, and be ready for NATO export), build a stockpile with various key components (including Chinese ones), and be proactive in search and engagement with NATO-compliant component manufacturers.

Furthermore, this academic paper could be a starting point for more detailed studies on various topics:

- raw materials bases and opportunities to maximize their mining and processing in the Western world and its allies, especially magnets, lithium processing, and carbon fiber, as they are key for FPV and bombers;
- LiFePO₄ battery supply chain as a standalone study, since it is the key bottleneck for the UGV cluster;
- analysis of alternative manufacturing hubs (Taiwan, Baltic states, European Union, etc.), assessing their real capacities and growth potential;
- practical changes that Western governments can implement to help manufacturers switch from Chinese to NATO-compliant components;
- China's dual-use export policy – a deeper analysis of how China selectively applies restrictions between Russia and Ukraine;
- possibilities for Ukraine to increase stockpiles and the strategy for keeping them;
- analysis of Ukrainian component manufacturing dynamics, recommendations on how to accelerate the production of flight stacks, flight controllers, electronic speed controllers, and radio systems – the areas where the country is currently showing the most manufacturing progress and could become an important part of the NATO supply chain.

APPENDIX A. SUPPLIER INTERVIEW

Semi-structured review with a Ukrainian supplier. The interview was conducted in Ukrainian and was anonymous for safety reasons.

Блок 1. Загальна інформація про діяльність

Розкажіть про діяльність своєї компанії.

Наша компанія виступає посередником між глобальними заводами-виробниками компонентів та локальними конструкторськими бюро, забезпечуючи виробників дронів необхідною компонентною базою для серійного виробництва або розробки нових прототипів.

Наша діяльність як постачальника комплектуючих для БПЛА поєднує міжнародну логістику, глибоку технічну експертизу та стратегічне управління запасами. Основна робота нашого підприємства полягає у формуванні стабільного і безперебійного ланцюга поставок затребуваних на ринку України компонентів.

З якими типами безпілотних систем найчастіше працюють Ваші клієнти?

Переважає більшість клієнтів працює із:

- FPV дрони
- Бомбери
- Дрони-перехоплювачі
- Діп-страйк дрони
- Безпілотні наземні транспортні засоби (UAV)

Але через зрозумілі обставини мало хто розкриває специфічні напрями своєї діяльності, тому основну експертизу щодо точнішої спрямованості підприємства-

виробника безпілотних систем ми можемо зробити лише на основі аналізу його замовлень.

Які комплектуючі Ви постачаєте для кожної з систем?

Повні пакети електроніки: пілотні контролери (FC), регулятори швидкості (ESC), комплекти польотних стеків (FC+ESC), плати розподілу живлення (PDB).

Силові установки: мотори, пропелери.

Системи зв'язку: радіо- відео- передавачі, антени, пульти керування, FPV окуляри, камери (денні / нічні / термальні).

Комплекти карбонових рам різних розмірів або сам карбон (листи і труби) як сировина – для тих клієнтів, які мають потужності для порізки власними ресурсами.

Акумуляторні збірки стандартного виконання або форм-фактори на замовлення клієнта.

Блок 2. Ринок компонентів і джерела постачання

З яких країн походять комплектуючі, які Ви постачаєте?

До середини-кінця 2025 року 80% компонентів імпортувалися з Китаю, але саме з того часу цей показник почав значно зменшуватися через введення більш жорстких заборон і санкцій з боку Китаю щодо експорту компонентної бази, яка використовується під час виробництва безпілотних апаратів.

Наразі цей відсоток може досягати 50% і постійно зменшуватися через поступовий вихід на світові ринки нових виробників / перекваліфікації виробництв з інших сфер / зміни напрямків на інші технологічні рішення.

Не враховуючи китайські товари, можна виділити наступні країни: США, Австралія, Німеччина, Чехія, Польща, Хорватія, Ізраїль.

Список країн-постачальників постійно розширюється та може змінюватися залежно від конкретного запиту. Наразі українські виробники на певних напрямках уже можуть скласти суттєву технічну й цінову конкуренцію як Європейським/Американським, так і, в деяких випадках, китайським компонентам.

У чому полягають заборони та санкції з боку Китаю? Яка причина їх введення зараз?

Китай запровадив систему суворого експортного контролю, яка включає повну заборону або складну процедуру ліцензування. Офіційно Пекін посиляється на питання національної безпеки, але фактичні причини є комплексними.

- Китай офіційно заявляє, що прагне запобігти використанню своєї продукції у війнах (зокрема в російсько-українській). Запровадження обмежень дозволяє Пекіну дистанціюватися від звинувачень у наданні прямої військової допомоги будь-якій зі сторін.
- Це крок у відповідь на американські санкції проти китайських технологічних компаній та обмеження доступу КНР до передових напівпровідників.
- Китай прагне централізувати контроль над стратегічно важливою галуззю. Тепер компанії-експортери зобов'язані отримувати спеціальні ліцензії від Міністерства торгівлі КНР, що дає уряду можливість вибірково дозволяти або блокувати поставки конкретним клієнтам.

Ви сказали, що на певних напрямках українські виробники вже становлять конкуренцію іноземним компаніям. Які це напрямки виробництва?

Переважна частина Українського виробництва це:

- Спеціалізовані друковані плати (стеки, політні контролери, регулятори швидкості).
- Силові установки (мотори, пропелери).
- На мінімальному рівні поки що виробництво карбону

Чи є у Вашій практиці випадки, коли компонент формально є не китайським, але фактично залежить від китайського виробництва?

Переважна більшість світових мікроконтролерів і SMD виробляється в Китаї. Тому всюди, де мають місце ці елементи, існує ризик співучасті китайської промисловості. Тайвань, США та інші країни, які мають технологічну й сировинну базу, поки не можуть покрити обсяги світових потреб і запропонувати конкурентні ціни порівняно з Китаєм.

Магніти, які використовуються у виробництві двигунів, у 100% випадків виробляються у Китаї. Тому будь-який виробник моторів із будь-якої країни на сьогоднішній день не зможе вказати на своєму моторі – 100% free China.

Це стосується будь-якої системи, де є хоч якийсь двигун або хоч якась друкована плата, починаючи від дитячої іграшки на радіокеруванні і закінчуючи дів-страйками.

Сюди ж належать акумулятори, які на рівні Китаю, на жаль, ніхто не виробляє і не має достатньої сировинної бази для цього.

Блок 3. Порівняння китайських та NATO-compliant комплектуючих

Як виглядає різниця між китайськими та NATO-compliant комплектуючими у Вашому досвіді з точки зору:

- собівартості
- lead time

- **обсягів поставок**
- **стабільності та якості поставок?**

Якщо прибрати з рівняння складнощі з китайською логістикою, які склалися за останні місяці, то Китай має перевагу над Європою по всіх фронтах.

Починаючи зі швидкості комунікацій щодо замовлень і закінчуючи відвантаженням продукції, китайці виявляються більш гнучкими й відкритими до діалогу, ніж європейські країни, США тощо.

Ціна у китайців буде переважати на 95%.

Строк виготовлення в більшості випадків не перевищує 2-3 тижні, навіть за особливо великих обсягів. Працюючи із країнами Європи за цей період, не завжди можна отримати навіть комерційну пропозицію, не кажучи вже про наявність компонентів на стоку.

Щодо китайських виробників, то в більшості випадків стабільність поставок зумовлена національними особливостями країни та форс-мажорними обставинами на ринку загалом. Наприклад, дефіцит сировини, введення санкцій щодо певних категорій тощо. У інших випадках загальна можлива затримка поставок, як правило, не буде перевищувати 5-7 днів. Те саме може стосуватися і країн Європи, США і т. д.

Сам логістичний ланцюг уже залежить від вас як від імпортера та ваших супутніх партнерів: експедиційних (логістичних), митних (брокерських) і інших.

Які ще відмінності є?

- швидкість комунікації і обробка замовлень
- гнучкість у оформленні товаросупровідної документації
- можливість кастомізувати замовлення без збільшення строків постачання

- мінімальна бюрократія

Чи є комплектуючі, для яких практично відсутні альтернативи китайському виробництву?

Самим комплектуючим завжди можна знайти альтернативу на світовому ринку, якщо не брати до уваги цінову складову та певні вимоги до якості й продуктивності. Але певні елементи в цих комплектуючих іноді можуть перебувати під монополією Китаю. Наприклад, вказані вище магніти для моторів або акумуляторні елементи.

Які фактори найбільше обмежують можливість заміни китайських компонентів?

Мінерально-сировинна база, внутрішній технологічний розвиток індустрії в цілому, вартість робочої сили, що безпосередньо впливає на формування собівартості.

Як впливають регуляції НАТО на попит на не-китайські комплектуючі?

Наразі цей процес на початковому етапі, і на ринку України поки важко помітити зміни.

А чому на початковому етапі, якщо той же Blue List від США існує з 2021 року?

Так, але Китай почав поступово запроваджувати санкції у 2024 році. І якщо подивитись на чисту статистику – можна побачити колосальне розходження в цифрах – кількості не-китайських виробників в 21-22 і 24-25. Тобто основний бум на не-китайські компоненти створили не США, а сам Китай.

Якщо говорити про ринок України, то Blue List – радше рекомендація з огляду на перспективу. Поки ринок не готовий повністю перейти на non-China дрони, тому що основний вектор цього переходу – це перехід від концепції «купуй найдешевше» до

концепції «купуй у довірених партнерів». Але довірливі партнери не можуть видати 1 млн моторів на місяць і знизити цінову політику на 50-60%, щоб бути конкурентоздатними. І тут постає вибір: купити один «чистий дрон» або два «китайські»?

Попит на не-китайські компоненти наразі не зникає, але поступово збільшується інтерес виробників дронів до компонентів з інших країн для поступової їх імплементації у свої вироби.

Чи бачите Ви зміну поведінки клієнтів у зв'язку з цими обмеженнями?

Періодично надходять запити на альтернативу китайським компонентам, але переважно для аналізу ринку та готовності швидко реагувати на зовнішні обставини, які унеможливають використання китайської продукції. Більшість виробників готова перейти на українські комплектуючі за умови отримання аналогічної якості до китайської та обсягів постачання, які зможуть покрити поточний попит.

А на NATO-compliant комплектуючі клієнти не готові переходити вже зараз?

Ключовий фактор – економіка. Наразі конкуренція виробників безпілотників на ринку України чи не найщільніша у світі. І ця конкуренція наразі не полягає у лейблі «free China» на борту. Тому той, хто не може запропонувати обсяги і ціни, – не буде конкурентоздатним.

У країнах НАТО наразі цей етап розвивається більш активно, тому що Україна наразі вимушена одночасно підтримувати фронт перевіреними масовими засобами й паралельно шукати альтернативи.

Чи здатні постачальники забезпечити необхідні обсяги NATO-compliant комплектуючих?

Наразі не-китайські постачальники не готові закрити необхідні обсяги NATO-compliant комплектуючих. Для цього має збільшитися кількість виробників, які в умовах здорової конкуренції будуть тримати ціни, технологічний розвиток, якість і готовність покривати ринковий попит на необхідному рівні.

Блок 4. Динаміка та перспективи ринку

Чи спостерігаєте Ви тренд на зменшення залежності від китайських комплектуючих в 2026 році?

Так, у 2026 році тренд на free-China ланцюжках постачання стає визначальним фактором розвитку галузі.

Ринок компонентів для дронів поза межами Китаю зараз переживає фазу вибухового зростання та структурної трансформації. Це зумовлено геополітичною напруженістю, торговельними обмеженнями, а також досвідом війни в Україні, де залежність від одного постачальника стала критичним ризиком.

Раніше Китай контролював понад 70% ринку цивільних дронів і компонентів. Сьогодні ситуація змінюється через локалізацію виробництв у різних країнах, а також через глобальне зростання інвестицій у ці виробництва.

- в США та Європі діють обмеження на використання дронів китайського виробництва в державному секторі та критичній інфраструктурі
- програма США з верифікації NDAA компонентів стала глобальним стандартом
- поява альтернативних виробничих хабів зменшує залежність від Китаю та розвиває індустрію у правильному напрямку.

- ключові зміни в архітектурі компонентів розвиває ринок для більш гнучких альтернативних технологічних рішень

А де зараз ключові альтернативні виробничі хаби?

- Тайвань, аерокосмічний кластер
- США, безпечні дрони для держструктур
- ЕС, високотехнологічні VTOL та авіоніка (наприклад, *Quantum Systems*)
- Країни Балтії

У яких сегментах тренд на відмову від китайських комплектуючих найбільш помітний?

Цей тренд більш помітний у сегментах з високою вартістю одиниці та високими вимогами до безпеки каналів зв'язку: мідл- та дп-страйки, морські дрони.

Компоненти з високою вартістю виробники дорогих платформ більш активно готові замінювати, де надійність важливіша за ціну. Переважно вони використовують супутниковий зв'язок (Starlink), західну гідравліку, дизельні або потужні електромотори європейського виробництва.

Як Ви оцінюєте можливість зменшення залежності від китайських компонентів у найближчі 2–3 роки?

Зменшення залежності від китайських компонентів у період 2024-2027 років є реальним, але воно буде нерівномірним. Повна автономія (100% Non-China) у цей термін малоймовірна, проте критична залежність у стратегічних вузлах суттєво знизиться.

Електроніка та ПЗ – за 2–3 роки залежність може впасти з 80% до 20-30%. Перехід на архітектуру з відкритим кодом у пілотних контролерах вже відбувається.

Оптика та двигуни – тут процес триватиме довше через потребу в масштабних капіталовкладеннях.

Акумулятори та сировина – у найближчі 3 роки, а скоріше й більше, Китай залишатиметься лідером у цьому сегменті.

Які основні бар'єри заважають цьому процесу?

Процес зменшення залежності від Китаю можна поділити на економічні, технологічні та логістичні:

- Собівартість – головний чинник, який робить китайські компоненти «незамінними» для масового ринку.
- Сировинна залежність.
- Відсутність цілісної локальної екосистеми. Це створює величезні витрати на логістику та затримки.
- Технологічні та регуляторні бар'єри.

Які зміни на ринку могли б зробити цей перехід більш реалістичним?

Щоб перехід від китайських компонентів став реальністю, ринку потрібно пройти через структурну перебудову. Мова про зміну самої економічної моделі виробництва.

Мають з'явитися цілі хаби/кластери, де в одному місці зосереджено:

- Виробництво
- SMT-лінії
- Автоматизовані лінії збірки
- Логістичний центр

Яку стратегію роботи з компонентною базою для українських виробників Ви вважаєте найбільш ефективною?

Найбільш ефективна стратегія для українських виробників у найближчі роки – це гібридна модель. Повна відмова від Китаю зараз економічно вб'є масове виробництво і спустошить фронт, тому стратегія має базуватися на принципі: дешеве Китайське залізо + власне захищене управління.

FPV-дрони (Камікадзе) – максимальна дешевизна, яку поки що, окрім Китаю, ми не отримаємо за стійкість до РЕБ. Основний акцент у власних розробках робити на модулі зв'язку.

Коптери-бомбери – живучість дорогої платформи, яку на 70% можна створити із західних компонентів. Окрім зв'язку, необхідно звернути увагу на електроніку (контролери, автопілоти) та силову установку (мотори, пропелери, регулятори). Через досить великий цикл життя, порівняно з камікадзе, є сенс звернути увагу на якісніші, захищені, дорогі аналоги, у яких є всі шанси ще більше збільшити цей цикл.

Дрони-перехоплювачі – автономність і швидкість обробки даних. Наразі Китай програє у гонці з використанням AI та машинного зору. Тому тут можна лише посилити західні позиції високошвидкісними й якісними камерами та мізками до них.

Розвідка та Strike (Deep/Middle) – непомітність і величезна дальність. Наразі цей сегмент має найменший відсоток китайських компонентів.

Двигуни внутрішнього згоряння або гібриди – Європа, Японія

Оптика – Ізраїль, США, Європа

Корпусні частини – Україна, Європа

Електроніка - Україна, Європа, США

За основу стратегії для Українських виробників можу виділити:

- Диверсифікація виробників (по країнам)
- R&D в електроніці: найважливіше –схемотехніка власних друкованих плат.
- Склад компонентів: Формування запасу «критичного імпорту» на 6–12 місяців наперед.

APPENDIX B. EXPERT QUESTIONNAIRE

Open-ended questionnaire with a Ukrainian expert in the drone manufacturing market.
The expert is Sergiy Tsiupko, the general director of the UMO Ukraine company.

Блок 1. Загальні рамки

Відповідно до логіки комплектуючих (їхні типи, вартість, складність), зведіть наступні види дронів до кластерів: FPV drones, Multicopter bombers, Interceptor drones, Reconnaissance drones, Middle Strike drones, Deep Strike drones , Unmanned Ground Vehicles, Maritime drones.

Передусім потрібна класифікація відповідно до домену: повітря, земля, вода, підводний домен.

UAV (Unmanned Aerial Vehicle)

- FPV Drones
- Multicopter bombers
- Intreceptor drones
- Recon drones
- Strike drones (middle, deep)
- Cargo drones (cargo delivery, platform for relay equipment)

UGV (Unmanned Ground Vehicles)

- Cargo drones
- Kamikaze drones
- Mine clearance drones (розмінування)

- Self-propelled turrets (самохідні турелі)
- Evac drones (дрони для евакуації поранених)

Unmanned surface vehicles

- Recon and monitoring
- Counter ship
- Counter mine

Unmanned underwater vehicles

- Recon and monitoring
- Counter ship
- Counter mine

Це не є офіційною класифікацією; скоріше це спирається на напрямки розвитку та досвід застосування. Офіційна класифікація створюється для визначених напрямів; наприклад, є детальна класифікація UAV за великою кількістю факторів, як-от за злітною масою, за дальністю, за призначенням, за аеродинамічною схемою тощо.

Приклад таких документів:

Українські ДСТУ

- ДСТУ В 7371:2020 «Техніка авіаційна державної авіації. Апарати літальні безпілотні. Основні терміни та визначення понять. Класифікація». У розділі 5 стандарт встановлює повну систему класифікаційних ознак БпЛА (17 критеріїв): від призначення (ударні, розвідувальні, РЕБ тощо, п. 5.1), рівня застосування й радіуса дії (мікро/міні/малі/оперативні/стратегічні, п. 5.2) до масових класів (Class I: ≤ 150 кг, Class II: 150–600 кг, Class III: > 600 кг,

п. 5.8), висоти, швидкості, тривалості польоту, способів зльоту/посадки, систем керування, типів корисного навантаження та авіаційних засобів ураження (пп. 5.3–5.17). Саме цей чинний ДСТУ є базовим документом для класифікації БпЛА в ОБТ-документах і технічних умовах в Україні (джерело: standards/DSTU/DSTU_7371_2020.pdf, розд. 5.1–5.17).

Стандарти НАТО

- STANAG 4670 / ATP-3.3.8.1 «NATO UAS Training/Classification». Документ ділить UAS на три класи: Class I (до 150 кг, до 5 000 ft AGL, радіус до 50 км LOS), Class II (150–600 кг, до 18 000 ft AGL, ~200 км LOS) та Class III (>600 кг, мають підкласи HALE/MALE/Strike із висотами до 65 000 ft і радіусом без обмежень BLOS). Цю таблицю класифікації НАТО наведено, зокрема, в аналітичному звіті NATO JALLC «UAS – Unmanned Aircraft Systems» (розд. 1.4.3), що прямо посилається на STANAG 4670 як джерело.

Якщо зводити вищеперераховані типи дронів відповідно до логіки застосування типів комплектуючих, доцільно виділити наступні групи:

Розвідувальні дрони (ISR) – потребують гарної оптики, великого endurance (час безперервного застосування – акумулятори великої ємності), можливо, софт для розпізнавання/автономного керування польотом (а це вимагає потужні бортові комп'ютери), зв'язок, що забезпечує великий радіус застосування. Потребують катапульт для запуску та парашути для приземлення.

Ударні дрони FPV (камікадзе) – тактичні малогабаритні ударні дрони, мають спільну компонентну базу: польотні контролери, плати розподілу живлення, плати регуляції обертів моторів, пропелери, мотори і т.д. (це колишні цивільні спортивні дрони).

Бомбери – вирізняються наявністю тепловізійних камер (через свій розмір застосовуються переважно вночі, бо вдень легше збити), більш потужними моторами та більшими рамами (щоб нести більше навантаження), необхідністю стабільнішого зв'язку – це дрон багаторазового застосування, отже має бути повернений, також система скиду (drop system) є унікальною для цього класу. Додатково, ці дрони можуть перевозити вантажі, оскільки широкого застосування вантажні дрони не отримали (це, в минулому, агро-дрони).

FPV та бомбери можна об'єднати в один кластер.

Deep strike/middle strike – теж камікадзе, переважно дрони типу «крило», із застосуванням інерційних систем керування (звичайно, максимально дешевих). Серед інерційних систем можуть бути – мемси (набір датчиків, що обраховують позиціонування та швидкість), одометрія, високоточні GPS-модулі або CRPA-антени, як-от «Комета» (завадостійкі навігаційні супутникові приймачі), магнітомерна навігація (по мапах магнітних полів), Старлінк. Часто не мають відеолінка. Потребують катапульти для запуску.

Наземні безпілотні платформи – двигун, шасі – колісне або гусеничне, важливість підвіски. Зв'язок – переважно Старлінк, оскільки ці платформи мають дуже низький радіогоризонт для віддаленого керування. Широко з'являються UGV з оптоволоконним зв'язком. Можуть нести оптику або турелі. Переважно застосовуються для доставки вантажів. Можуть мати бронекапсули для евакуації поранених.

Морські безпілотні платформи – рушій – ДВЗ або водомет, зв'язок – переважно старлінк (низький радіогоризонт), необхідність суднобудівної компетенції.

Які ключові типи ризиків пов'язані з використанням китайських комплектуючих в цілому в UAV?

Ключовий ризик – блокування товарів на митниці під час експорту або необґрунтована відмова постачальника від договору. Зазвичай жодних санкцій договорами з китайськими постачальниками не передбачено, отже, виробник не має жодних важелів впливу на них. З іншого боку, український виробник, що постачає за державними контрактами, завжди має ризик штрафів (зазвичай 0,1% за кожен день прострочення, додатково 7% за понад 30 днів, 20% від вартості непоставленого товару у разі розірвання договору). Є практика застосування всіх вищеперелічених санкцій разом (отже, це 30% від вартості непоставленого товару), що створює значний ризик для українського виробника.

Особливо це стосується компонентів, виробництво яких потребує певного часу – китайський постачальник може тягнути весь термін, відведений на виробництво замовленої партії, і повідомляти про неможливість поставки вже тоді, коли строки поставки вже прострочені.

Які з них, на Вашу думку, є найбільш критичними?

Найбільш критичною є втрата часу.

Також критичними є фінансові ризики, оскільки зазвичай сума потенційного штрафу переважає суму передоплати, яку виробник отримує за договором.

Для яких із визначених Вами кластерів залежність від китайських компонентів є найбільш проблемною? В чому це проявляється?

Найбільшою є залежність кластера ударних FPV і бомберів. Китайські комплектуючі в цих кластерах значно (100-200%) нижчі, ніж аналоги в EU або US. Наприклад: польотні контролери, регулятори обертів моторів, пропелери, денні камери, антени-передавачі – а це основні складові частини. Ну і варто відзначити, що це масовий продукт – сотні тисяч одиниць виготовляються й замовляються щомісяця.

Приблизно такою ж самою є залежність сегмента UGV.

З іншого боку, найбільш критичною є залежність для кластера ISR-дронів, оскільки проблеми з дороговартісною оптикою можуть повністю блокувати виробництво, навіть якщо решту компонентів виробник виготовляє сам або використовує некитайські.

Для кластера strike-drones залежність є помірною, а також визначається переважно двигунами та базовими ІМП і MEMS-акселерометрами нижнього сегмента.

Для кластера maritime drones ця залежність є, об'єктивно, найменшою: мотори – японські; зв'язок – Старлінк; корпуси – власного виробництва; навігація, як правило, теж не китайська

Враховуючи ці ризики, а також відкриття експорту до НАТО та обмеження щодо китайських комплектуючих із боку Західного світу, як відрізняється актуальність NATO compliance для різних кластерів: де це короткострокова необхідність, де – середньострокова (від 2 років), а де – не є пріоритетом взагалі?

ISR: Короткостроковий пріоритет – compliance відкриває преміальний ринок НАТО вже зараз, а інтеграція західних рішень, як-от тепловізійні камери FLIR, дає нам стартову перевагу, яку треба закріпити заміною гімбла, зв'язку й батарей протягом 12–18 місяців.

Deep/Middle Strike: Короткостроковий пріоритет із найкращим співвідношенням зусиль і результату – борт вже на 60–70% compliant (сервоприводи – EU, ДВЗ – EU/Japan, Автопілоти – AU, UA, CRPA – EU, UA, ICU/MEMS – EU, USA), а ніша бойово-валідованих дальнобійних платформ у НАТО сьогодні практично порожня.

Maritime: Короткостроковий пріоритет як формальність – продукт за своєю природою майже повністю compliant, і виробник заходить на ринок як технологічний лідер без цінового бар'єру.

FPV + бомбери: Середньостроковий пріоритет через дволінійну стратегію – масова китайська база для України сьогодні, окрема преміальна NATO-лінія до 2027–2028, коли європейська елементна база дозріє (опуститься) до прийнятних цін.

UGV: Середньостроковий пріоритет із фокусом на архітектурне планування – європейський ринок ще формується, а заміщення LFP-батареї і моторів стане реалістичним лише після 2027 року.

Блок 2 – Кластер ISR (розвідувальні дрони)

Компонентна база

Які компоненти є ключовими для цього кластера? Спробуйте згрупувати їх за категоріями.

Планер і рушій: рама, мотори великого класу, ESC, пропелери.

Авіоніка: автопілот, GNSS-приймач, IMU, магнітометр.

Зв'язок: MESH/MIMO-лінки (основний і резервний канали), антени.

Оптоелектронна станція: стабілізований підвіс (гімбал), тепловізор, EO-камера.

Живлення: Li-Ion батарейні збірки, BMS.

Запуск/приземлення: катапульта, парашутна система.

Обчислення (опційно): companion-комп'ютер для onboard AI.

Які з цих компонентів найбільш залежать від китайського походження?

Мотори великих мультироторів (T-Motor, MAD Components) – домінуюча частка.

Гімбал-стабілізатор: механіка (hollow-shaft BLDC-моторчики, slip-rings, енкодери) – переважно Китай, навіть у NATO-ready гімбалах.

Тепловізори побутово-промислового сегмента (InfiRay, Hikmicro) – коли використовуються замість FLIR.

Автопілот середнього сегмента (CUAV, частина Holybro).

Li-Ion комірки EVE – частково.

Чи є для цих компонентів реальні NATO-compliant альтернативи?

Автопілот: Cube Orange+ (Австралія), Auterion Skynode (Швейцарія/США, Blue UAS), український Fury – доступні, ціна сумісна.

GNSS: Septentrio (Бельгія), u-blox (Швейцарія), NovAtel (Канада) – повноцінна заміна без цінового стрибка.

Лінки: Doodle Labs, Silvus, Microhard, Radionor, DTC – доступні, 2–4× дорожчі за SIYI, але з принципово кращими характеристиками.

Гімбал: Gremsy (В'єтнам), NextVision (Ізраїль), Octopus ISR (Польща) – доступні, 1.5–3× дорожчі. З'являються Українські виробники низького сегменту

Тепловізор: FLIR Boson/Hadron, Lynred (Франція).

Li-Ion: Molicel P42A/P45B (Тайвань) – доступно, ціна співставна.

Мотори великі: Plettenberg, KDE – 5-6× дорожчі.

Ризики від китайських комплектуючих

Які конкретні ризики пов'язані з використанням китайських компонентів для цього кластера? В чому проявляється їхній вплив?

Каскадний ефект: зрив одного компонента зупиняє збирання всього борту вартістю \$15–40K, оскільки в ISR-дроні 300–500 позицій, і підміна "на льоту" неможлива.

Цикл виробництва тривалістю 2-4 тижні підвищує митні ризики.

Контрактні штрафи в абсолютних цифрах: \$5-12K за одиницю, мільйонні збитки на партії.

Репутаційні ризики з НАТО-замовниками: виявлення китайських компонентів у поставлених бортах може призвести до розірвання контрактів і внесення до «чорних списків».

Ризик санкцій ЄС щодо Китаю – у будь-який момент може з'явитися регулятивне обмеження, яке одноразово виключить компоненти з ланцюга постачання.

Складність переходу на NATO-compliant комплектуючі

Наскільки реалістичним є перехід на NATO-compliant сумісні з НАТО, для цього кластера?

Висока реалістичність. ISR – кластер, де поточна compliance вже ~40–50%, а FLIR-інтеграція закриває найскладнішу частину (оптика). Економіка борту (\$15–40K) дозволяє націнку на compliance без втрати ринку – НАТО-замовники готові платити.

Як Ви оцінюєте часові горизонти такого переходу?

Пілотна compliance-версія флагманської платформи: 6-9 місяців.

Серійне виробництво compliance-лінії: 12-18 місяців.

Повна сертифікація (Blue UAS, EDA catalogue, національні переліки НАТО): 18-30 місяців.

Які китайські комплектуючі тут найважче замінити? В чому полягають основні складнощі?

Механіка гімбала (hollow-shaft motors, slip-rings). Навіть NATO-compliant гімбали Gremsy/NextVision мають у своєму складі частину китайської механіки – справжня глибинна деконтамінація тут практично недосяжна без власного розроблення гімбала.

Великі BLDC-мотори для мультикоптерів 10–25 кг. Plettenberg і KDE – це дрібне виробництво з довгими термінами поставки (3–6 місяців) і обмеженою розмірною сіткою.

Li-Ion комірки високої ємності 21700. Molicel (Тайвань) – єдина доступна опція, але одна компанія – одна точка відмови; у разі проблем у Тайвані (політичних чи виробничих) альтернатив майже немає.

Високоякісні карбонові пропелери великого діаметру. Mejlík (Чехія) є, але обсяги обмежені.

Як використання NATO-compliance комплектуючих вплине на обсяги, lead time та собівартість?

Собівартість: +15–25% (борт переходить з \$18K у діапазон \$22–24K – прийнятно для ринку).

Lead time: +4–8 тижнів для критичних позицій (FLIR, Plettenberg, Doodle Labs), плюс 2-3 місяці страхового запасу як політика.

Обсяги: скорочення на 20–40% у короткостроковій перспективі через обмеження постачальників моторів і гімбалів, але з поверненням до поточних обсягів через 12–18 місяців.

План дій для українських компаній

Яку стратегію роботи з компонентною базою для цього кластера Ви вважаєте найбільш ефективною?

Прискорений перехід на full compliance протягом 12–18 місяців через системну роботу із заміщення критичних вузлів, з опорою на поточну FLIR-інтеграцію як стартову compliance-перевагу. Стратегія реалізується через постійний моніторинг ринку гімбалів, лінків, автопілотів, акумуляторів і формування стабільних відносин із ключовими постачальниками.

Які практичні кроки Ви б порадили українським виробникам для реалізації цього підходу?

Зв'язатися з Gremsy (В'єтнам), NextVision (Ізраїль), Octopus ISR (Польща) – для отримання специфікацій, цін, MOQ і тестових зразків.

Замовлення demo-unit кожного гімбала, тестування з FLIR-інтеграцією за 8–12 тижнів.

Паралельне тестування Doodle Labs, Silvus, Microhard, Mobilicom, Radionor – запит на loaner-обладнання для 2–4-тижневих польових тестів.

Кваліфікація Cube Orange+ і Auterion Skynode як альтернатив автопілотних систем на тестовій платформі.

Перехід на Molicel P42A/P45B з резервом у вигляді Samsung 40T.

Виїзний аудит гімбал-виробника у В'єтнамі/Польщі для верифікації якості й потужностей.

Подача на DIU Blue UAS і EDA catalog.

Страховий запас критичних compliant-компонентів на 3–6 місяців виробничих обсягів.

Як ці кроки можна розподілити в часі?

0–3 міс.: sourcing, перші контакти, demo-запити.

3–9 міс.: тестування зразків, польові випробування, виїзні аудити.

9–15 міс.: серійна compliance-платформа, сертифікація.

15–24 міс.: NATO-контракти, розвиток національного гімбал-виробництва.

Які основні складнощі виникатимуть під час реалізації цієї стратегії?

Довгий цикл отримання гімбальних demo-units. NextVision і Octopus ISR відповідають на запити за 2–3 тижні, demo-unit приходить за 10–16 тижнів, інколи з відмовою у наданні (політичні/безпекові причини).

Ізраїльські експортні обмеження. NextVision та IAI-похідні потребують end-user certificate і ізраїльських export licenses, що додає 8–12 тижнів і може закінчитися відмовою.

Складність інтеграції гімбалів з власною авіонікою. Різні протоколи (Ethernet, CAN, MAVLink), різні системи управління, різна документація – кожна інтеграція вимагає 4–8 тижнів інженерної роботи.

Обмежені інтеграційні ресурси постачальників лінків. Doodle Labs і Silvus надають мінімальну технічну підтримку, очікуючи, що інтегратор самостійно вирішує питання RF-дизайну, антен і tuning.

Molice1 як єдина точка відмови. Тайвань – геополітично ризикована локація, і у 2024–2025 роках вже були перебої з постачанням.

Висока вартість тестових платформ. Повноцінне випробування вимагає збирання 3–5 тестових бортів за \$15–25K кожен, що становить серйозну інвестицію без гарантії результату.

Обережність європейських постачальників щодо українського кінцевого використання – особливо щодо компонентів подвійного призначення.

Які рішення або підходи можуть допомогти подолати ці складнощі?

Спеціалізована інтеграційна команда (3–5 інженерів – електроніка, прошивки, механіка) під compliance-трек – без цього цикл інтеграції розтягується на роки.

Рамкові NDA з 3–4 гімбал-виробниками одночасно – прискорюють отримання demo-units завдяки паралельній роботі.

Представник в Ізраїлі/Польщі/ЄС або український агент для особистого супроводу переговорів і аудитів – знижує комунікаційну затримку з тижнів до днів.

Диверсифікація батарейних комірок через одночасну валідацію Molicel + Samsung 40T + LG M50 – 3 поточні пак-дизайни з різними комірками.

Співпраця з європейськими інтеграторськими компаніями (наприклад, польськими або чеськими) для отримання доступу до складніших компонентів через локальні ланцюги постачання.

Стандартизація бортової шини (Ethernet + MAVLink 2) для мінімізації інтеграційного часу з новими гімбалами та лінками.

Довгострокова інвестиція в національне гімбал-виробництво як страховий канал – з горизонтом 3–5 років.

Блок 3 – Кластер Deep/Middle Strike

Компонентна база

Які компоненти є ключовими для цього кластера? Спробуйте згрупувати їх за категоріями.

Планер: композитна конструкція (крило, фюзеляж, кермові поверхні), матеріали.

Рушійна установка: ДВЗ або електричний BLDC, паливна система, стартер, пропелер.

Навігація: автопілот, CRPA-GNSS, тактична IMU, магнітометр, одометрія.

Зв'язок: телеметрія, Starlink (для Deep Strike), опційно відеолінк.

Актuatorи: сервоприводи кермових поверхонь.

Корисне навантаження: БЧ, підривник, механізм ініціювання.

Запуск: катапульта (пневматична/ракетна), опційно шасі.

Які з цих компонентів найбільш залежать від китайського походження?

Загальна частка Китаю – 25–35%, переважно в некритичних або легкозамінних вузлах.

- Сервоприводи кермових поверхонь (бюджетний сегмент).
- Клонові ДВЗ (DLE, NGH – клони німецьких/японських двигунів).
- Побутові MEMS-IMU у дешевих автопілотах.
- Частина компонентів автопілота (плати, кабельна зборка).
- Дрібна електроніка паливної системи (регулятори, датчики).

Чи є для цих компонентів реальні NATO-compliant альтернативи?

Сервоприводи: Volz (Німеччина), Hitec Multiplex (Німеччина), MKS (Тайвань), Savox EU-line – повноцінна альтернатива, 3–5× дорожча.

ДВЗ: 3W (Німеччина – \$1 500–4 500), Limbach (Німеччина – \$4 000–12 000), UAV Engines Ltd (Велика Британія), Hirth (Німеччина) – стандарт галузі, 3–8× дорожчі за клони.

Автопілот: Veronte (Іспанія), UAVOS (Швейцарія), MicroPilot (Канада), Cube Orange+ (Австралія), Auterion (Швейцарія/США), український Fury – широкий вибір за різними ціновими категоріями.

GNSS анти-РЕБ: CRPA "Комета" (Україна), Septentrio AsteRx, NovAtel GAT – оригінальні NATO-компоненти, альтернатива готова.

Тактична IMU: KVH, Honeywell, Sensoror, Analog Devices – повноцінно.

Ризики від китайських комплектуючих

Які конкретні ризики пов'язані з використанням китайських компонентів у цьому кластері? В чому проявляється їхній вплив?

Катастрофічні наслідки відмови клонового ДВЗ у польоті – втрата борту вартістю \$50–150K у глибині ворожої території, невідпрацьована ціль.

Ресурсна непередбачуваність клонів – заявлені 25–50 годин часто скорочуються до 10–15 через якість матеріалів.

Затримки сервоприводів – кермові поверхні критичні, без них борт не літає; зрив одного постачання зупиняє всі лінії одразу.

"Пломби виготовлювача" в платах китайських автопілотів – потенційна кібервразливість, що автоматично блокує вихід на ринок NATO.

Складність переходу на NATO-compliant комплектуючі

Наскільки реалістичним є перехід на NATO-compliant сумісні з NATO, для цього кластера?

Найвища серед усіх кластерів. Стартова позиція вже 60–70% compliance, критичні вузли (CRPA, IMU, Starlink) за природою некитайські, композитне виробництво – власне/європейське.

Як Ви оцінюєте часові горизонти такого переходу?

Перша повноцінна compliance-версія: 6–9 місяців (фактично заміна сервоприводів і переведення на 3W/Limbach).

Серійна compliance-лінія з сертифікаціями: 12–18 місяців.

Повна інтеграція в НАТО-ланцюги постачання і замовлень: 18–24 місяці.

Які китайські комплектуючі тут найважче замінити? В чому полягають основні складнощі?

Серійний доступний ДВЗ 50–100 см³. 3W і Limbach – преміум-сегмент із довгими термінами поставки (3–5 місяців) і дорогими цінами. Це єдиний компонент, у якому китайські клони дають реальний економічний вигаш.

Масові сервоприводи для неодноразових бортів. На strike-дрон витрачається 4–8 сервоприводів; Volz робить бортову вартість помітно вищою.

Побутові MEMS-IMU у бюджетних автопілотах. Перехід на тактичну IMU здорожчує автопілот із \$500 до \$5 000–15 000; це обґрунтовано лише для Deep Strike, не для Middle.

Як використання НАТО-compliance комплектуючих вплине на обсяги, lead time та собівартість?

Собівартість: +10–15% для Middle Strike, +15–20% для Deep Strike. На борту \$80K це +\$8–16K – абсолютно прийнятно для ринку.

Lead time: +1–3 місяці через закупівлю ДВЗ 3W/Limbach; критичний момент планування – передзамовлення на 6 місяців.

Обсяги: принципово не обмежуються compliance-переходом, оскільки це не масовий продукт. Лімітація постачальниками ДВЗ (3W випускає ~15–20К двигунів на рік загалом) – єдиний реальний обмежувач для середньовеликих обсягів.

Блок 4 – Кластер Maritime

Компонентна база

Які компоненти є ключовими для цього кластера? Спробуйте згрупувати їх за категоріями.

Корпус і гідродинаміка: склопластиковий/алюмінієвий корпус, ущільнення, антикорозійні системи.

Рушій: підвісний ДВЗ або водомет, паливна система.

Навігація: морський GNSS, гірокомпас, AIS, радар, ехолот, автопілот.

Зв'язок: супутниковий (Starlink, Iridium) як основний, радіолінк у термінальній фазі.

Сенсори: EO/IR гімбал морського виконання, лазерний далекомір.

Живлення: стартерні АКБ, сервісні Li-Ion збірки.

Корисне навантаження: БЧ великого калібру, підричник, механізм ініціювання.

Які з цих компонентів найбільш залежать від китайського походження?

Допоміжна електроніка (камери огляду, некритична телеметрія).

Частина сенсорів середовища (датчики IMU нижнього рівня, дрібні MEMS).

Li-Ion сервісні збірки (комірки можуть бути китайськими).

Деякі компоненти корпусних рішень (ущільнення, кабельна арматура).

Китайська частка в BOM – 10–15%, переважно в некритичних вузлах.

Чи є для цих компонентів реальні NATO-compliant альтернативи?

Усі критичні компоненти вже мають готові NATO-альтернативи і використовуються за замовчуванням:

- Рушії: Yamaha, Mercury, Suzuki, Honda, Tohatsu (Японія/США).
- Водомети: HamiltonJet, Castoldi, Rolls-Royce Kamewa, Doen.
- Навігація: Furuno, Simrad, Raymarine, Garmin, Septentrio, KVN.
- Зв'язок: Starlink, Iridium.
- Оптика: FLIR Maritime – ваша компетенція.
- Електричні рушії: Torqeedo (Німеччина) замість ePropulsion (Китай).

Ризики від китайських комплектуючих

Які конкретні ризики пов'язані з використанням китайських компонентів у цьому кластері? В чому проявляється їхній вплив?

Ризики мінімальні й не є стратегічними. Ключові сценарії:

Затримка поставки допоміжних камер огляду – не блокує виробництво. Можна замінити на FLIR/Axis (Швеція).

Проблеми з сервісними батареями – легко заміщуються Molicel/Samsung.

Складність переходу на NATO-compliant комплектуючі

Наскільки реалістичним є перехід на NATO-compliant сумісні з NATO, для цього кластера?

Реалістичність переходу дуже висока. Ви за природою продукту вже на 90-95% compliant. Питання переведення решти 5-10% – це питання вибору постачальника допоміжних компонентів, а не архітектурної перебудови.

Як Ви оцінюєте часові горизонти такого переходу?

Повна compliance-декларація для поточної платформи: 3–6 місяців (аудит BOM, заміна несуттєвих китайських позицій).

Перший контракт із країною НАТО: реалістично вже 2026 при наявності політичних рамок.

Які китайські комплектуючі тут найважче замінити? В чому полягають основні складнощі?

Немає стратегічно важких для заміни. Єдина умовна складність – деякі спеціалізовані низькобюджетні сенсори (ехолоти нижнього класу, камери огляду 360°), але й тут альтернативи існують у Furuno, Garmin, FLIR.

Як використання NATO-compliance комплектуючих вплине на обсяги, lead time та собівартість?

Собівартість: +3–5% (на борту \$200K це +\$6–10K – статистично незначно).

Lead time: несуттєво, деякі позиції можуть додати 2–4 тижні.

Обсяги: без обмежень; постачальники морської електроніки та рушіїв мають достатню потужність для обслуговування обсягів, необхідних Україні.

Блок 5 – Кластер FPV + бомбери (тактичні малогабаритні)

Компонентна база

Які компоненти є ключовими для цього кластера? Спробуйте згрупувати їх за категоріями.

Політний стек: польотний контролер (FC), ESC, мотори BLDC, пропелери, PDB.

Радіо і управління: приймач ELRS/Crossfire, антени.

Відеоканал: FPV-камера, VTX, (для бомберів) тепловізор.

Живлення: LiPo-акумулятори (FPV), Li-Ion збірки (бомбери, long-range FPV), BMS.

Корпус і механіка: рама, кріплення, (для бомберів) система скиду зі сервоприводами й тримачами.

Корисне навантаження: БЧ, підривник.

Які з цих компонентів найбільш залежать від китайського походження?

Практично всі позиції, крім БЧ. Китайська частка в BOM – 85-95%. Монополізовані сегменти: мотори, ESC, PDB, VTX, FPV-камери, LiPo, рами, сервоприводи. Немонополізовані, але домінуючі: FC, приймачі, тепловізори побутового сегмента.

Чи є для цих компонентів реальні NATO-compliant альтернативи?

Мотори: Scorpion (Німеччина), KDE (США), Plettenberg (Німеччина) – у 5–8× дорожчі. Наразі є альтернатива – Українські мотори в тій же ціновій категорії (G-Motor, Eney)

ESC: Scorpion Tribunus, APD (США), KDE – у 4–6× дорожчі. З’являються українські альтернативи.

Приймачі/радіо: TBS (Чехія), FrSky (Тайвань) – 2–3× дорожчі, але доступні.

Тепловізор: FLIR Boson (США) – 10–20× дорожчі за побутові китайські.

LiPo: практично немає прямих альтернатив у тому ж ціновому сегменті; частково – Tattu EU-assembly.

Сервоприводи скиду: Volz, KST EU (Німеччина) – 4–6× дорожчі.

Висновок: альтернативи існують майже за всіма позиціями, але їхня сумарна економіка руйнує концепцію одноразового дешевого дрона. Разом з тим з'являються дешеві й масові українські аналоги.

Ризики від китайських комплектуючих

Які конкретні ризики пов'язані з використанням китайських компонентів у цьому кластері? В чому проявляється їхній вплив?

Масштаб збитків від зриву постачання – найвищий серед усіх кластерів через великі обсяги (тисячі бортів на місяць).

Митні затримки блокують одразу великі партії, оскільки компоненти є ідентичними для всього ряду моделей.

Штрафи за держконтрактами (до 30% вартості непоставленого) множаться на великі обсяги – разові збитки можуть сягати десятків мільйонів гривень.

Відсутність важелів впливу на постачальника – китайські фабрики працюють з сотнями українських клієнтів, жоден окремий клієнт не є пріоритетним.

Проблема "тихого зриву" – постачальник може тягнути весь термін виробництва, а потім повідомити про неможливість, коли терміни вже прострочені.

Ризик розкриття контрактної інформації – постачальники, пов'язані з КНР, потенційно розглядають специфікації з точки зору розвіддоступу.

Складність переходу на NATO-compliant комплектуючі

Наскільки реалістичним є перехід на NATO-compliant сумісні з НАТО, для цього кластера?

Низька реалістичність для масового сегмента. Продукт зі собівартістю \$400–800 за борт не витримує подорожчання в 2–3 рази без втрати ринку. У сегменті для ЗСУ

compliance сьогодні не є вимогою замовника; у сегменті експорту в НАТО – ніша занадто вузька.

Середня для преміальної лінії (5–15% обсягу), що може існувати паралельно основному виробництву.

Як Ви оцінюєте часові горизонти такого переходу?

Пілот преміальної НАТО-лінії: 6-12 місяців.

Стабільна преміальна лінія з окремим BOM: 12–24 місяців.

Заміщення в масовому сегменті: не раніше 2028–2029, за умови розвитку європейської елементної бази (батареї ACC, мотори Dunker/Plettenberg у сегменті UAV, розвиток українських виробників FC й радіо).

Які китайські комплектуючі тут найважче замінити? В чому полягають основні складнощі?

LiPo-акумулятори 4S–6S 1300–2000 мА·год. Немає альтернатив НАТО в цій категорії за прийнятною ціною. Європейське виробництво LiPo-паків для UAV – мінімальне.

Пропелери. Прес-форми, технологія ливарного виготовлення, масштаби – практична монополія Gemfan/HQProp/Azure.

Міні-мотори 2207–2812 розмірностей. Китайські виробники мають відпрацьовану технологію намотки та збирання, яку важко реплікувати за прийнятною ціною.

Інтегровані цифрові відеосистеми (DJI O3, Walksnail). DJI – заборонена в НАТО-списках, не має китайських цифрових аналогів, HDZero розвивається повільно.

Як використання NATO-compliance комплектуючих вплине на обсяги, lead time та собівартість?

Собівартість: +150–200% (борт переходить з \$500–800 у діапазон \$1 500–2 500).

Lead time: +3–8 тижнів через довші ланцюги постачання з ЄС/США і обмеженість складських запасів.

Обсяги: скорочення у 5–10 разів у compliance-лінії порівняно з масовим виробництвом через обмеження постачальників (Scorpion і KDE фізично не можуть обслужити український FPV-ринок у повному обсязі).

План дій для українських компаній

Яку стратегію роботи з компонентною базою для цього кластера Ви вважаєте найбільш ефективною?

Двохлінійна операційна модель: масова лінія на поточній китайській базі для ЗСУ та non-NATO ринків + преміальна compliance-лінія для NATO-замовників. Постійний моніторинг щодо можливості поступового заміщення позицій Mass-лінії в міру зниження цін на EU/українські аналоги.

Які практичні кроки Ви б порадили українським виробникам для реалізації цього підходу?

Створення окремої BOM-базы для Premium-лінії з ранжуванням за пріоритетністю заміщення.

Пошук українських розробників FC, ESC, радіо (VTN, FT, Kray та інші) та замовлення тестових партій 20–50 одиниць.

Тестування Motor-G, Eney, Scorpion та інших моторів у бойових умовах паралельно з поточними китайськими.

Оцінка FrSky/TBS як compliant-альтернатив радіо.

Регулярна участь у XPONENTIAL, Commercial UAV Expo, DSEI для outreach.

Укладання рамкових угод з Volz/KST-EU на сервоприводи для бомберів.

Як ці кроки можна розподілити в часі?

0–3 міс.: формування бази постачальників, перші запити.

3–9 міс.: тестування зразків у бойових умовах.

9–15 міс.: запуск серійної Premium-лінії.

15–24 міс.: вихід на НАТО-контракти.

Які основні складнощі виникатимуть під час реалізації цієї стратегії?

Критичний ціновий розрив. Європейські мотори та ESC роблять собівартість Premium-борту несумісною з масовим FPV-ринком.

Відсутність європейських LiPo-альтернатив. Масові LiPo 4S–6S 1300–2000 мА·год фактично не виробляються поза Китаєм, тестувати нічого.

Низька пріоритетність для преміальних постачальників. Scorpion і KDE не зацікавлені в масових поставках у сегмент одноразових дронів – їхні основні клієнти – промислові й авіамоделльні.

Прошивки й tooling. Європейські ESC вимагають перенастройки Betaflight/AM32, що означає додатковий R&D-час.

Ризик швидкого старіння. FPV-ринок змінюється за 6–9 місяців; компонент, який є кваліфікованим сьогодні, може бути замінений на ринку до виходу в серію.

Які рішення або підходи можуть допомогти подолати ці складнощі?

Окремий інженер, що відповідає за Premium-інтеграцію та постійне оновлення BOM.

Акцент на українських виробниках FC/радіо/рам – коротший цикл комунікації, вища проактивність, нижчі ціни.

Тестування тайванських і корейських LiPo-альтернатив як проміжного рішення.

Рамкові угоди зі Scorpion/KDE з авансовою оплатою 30–50% і горизонтом 12–18 місяців – єдиний спосіб стати пріоритетним клієнтом.

Стандартизація архітектури Premium-борту з мінімальною кількістю унікальних компонентів, щоб спростити інтеграційний цикл.

Блок 6 – Кластер UGV

Компонентна база

Які компоненти є ключовими для цього кластера? Спробуйте згрупувати їх за категоріями.

Шасі: рама/корпус, колеса або гусениці, підвіска, гусеничні стрічки.

Трансмісія: мотори приводу, редуктори, контролери двигунів.

Живлення: LiFePO₄-комірки, BMS, DC-DC перетворювачі.

Зв'язок: радіолінк, Starlink, оптоволоконна система (для ближнього радіусу).

Корисне навантаження: турелі, бойові модулі, евакуаційна капсула, платформа для дистанційного мінування.

Сенсори і обчислення: LiDAR, камери, onboard-комп'ютер.

Актуатори: для маніпуляторів, затворів, платформ.

Які з цих компонентів найбільш залежать від китайського походження?

Призматичні комірки LiFePO₄ 50–280 А·год (EVE, CATL, Gotion, BYD) – фактична монополія KHP.

Hub-мотори для колісних приводів (QS Motor, LEILI).

BLDC-мотори середньої потужності для гусеничних приводів (Leadshine та ін.).

Редуктори середнього сегмента.

Контролери двигунів середнього сегмента (Kelly Controls, no-name).

Компоненти BMS (JK, Daly, ANT).

Китайська частка в BOM – 50–60%, причому зосереджена в найдорожчих вузлах (живлення, привід).

Чи є для цих компонентів реальні NATO-compliant альтернативи?

Контролери двигунів: Sevcon (США), Roboteq (Канада), Curtis (США), Sabertooth (США) – повноцінна заміна, 2–3× дорожча.

BLDC-мотори: Maxon (Швейцарія), Dunker (Німеччина), Schabmüller (Німеччина), Heinzmann (Німеччина) – доступні, але 4–7× дорожчі.

LiFePO₄: найскладніша позиція. A123 (частково), Saft (Франція – lithium-ion, не LFP), Leclanché (Швейцарія), Freyr (Норвегія) – у розвитку, не обслуговують UGV-сегмент у потрібному обсязі.

BMS: Orion (США), Ewert Energy (США), REC BMS (Словенія) – доступні, 3–5× дорожчі.

Ризики від китайських комплектуючих

Які конкретні ризики пов'язані з використанням китайських компонентів у цьому кластері? В чому проявляється їхній вплив?

Стратегічна вразливість у батареях: 40–60% вартості борту припадає на LFP-комірки; будь-яке регулятивне обмеження ЄС на китайські LFP (а такі дискусії ведуться) одномоментно зупинить виробництво.

Концентрація hub-моторів постачальників – у кількох китайських виробників, усі з яких залежать від одного ланцюга постачання рідкоземельних металів.

Довгі lead time на великі комірки – 8–16 тижнів, з високою варіативністю у зв'язку з мобільним попитом у галузі електромобілів.

Якість BMS середнього сегмента – китайські по-name BMS у важких умовах експлуатації дають найвищу частоту відмов.

Складність переходу на NATO-compliant комплектуючі

Наскільки реалістичним є перехід на NATO-compliant сумісні з NATO, для цього кластера?

Середня реалістичність переходу зі значною залежністю від розвитку європейської акумуляторної індустрії. На сьогодні реалістично замінити 60–70% компонентів (мотори, контролери, BMS), але альтернативи на 30–40% (саме LFP-комірки) компонентів у необхідному обсязі відсутні до 2027–2028.

Як Ви оцінюєте часові горизонти такого переходу?

Перехід усіх вузлів, крім акумуляторів: 12–18 місяців.

LFP-акумулятори compliance-рівня в серійних обсягах: 2028–2030, залежно від розгортання ACC, Verkor, Leclanché та японсько-корейських постачальників.

Повна compliance-лінія UGV: реалістично не раніше 2029.

Які китайські комплектуючі тут найважче замінити? В чому полягають основні складнощі?

Призматичні LFP-комірки 100–280 А·год. Це критичний вузол – жоден некитайський виробник сьогодні не випускає такі комірки в обсягах, що могли б забезпечувати українське UGV-виробництво. Японські Eliiy Power і Blue Solutions (Франція) обслуговують автопром за контрактами на роки наперед.

Hub-мотори для колісних приводів. Повністю замінити на Dunker/Schabmüller можна, але вартість колісного модуля зростає з \$800 до \$3 500–5 000.

Гумові гусениці з металевим кордом широких типорозмірів. Camoplast (Канада), Bridgestone (Японія) – дорогі, з тривалими термінами очікування.

Як використання NATO-compliance комплектуючих вплине на обсяги, lead time та собівартість?

Собівартість: +30–45% при форсованому переході (борт зростає з \$12K у діапазон \$17–20K).

Lead time: +3–6 місяців на акумуляторні збірки; контролери і мотори можна отримати за 8–12 тижнів.

Обсяги: скорочення на 50–70% у короткостроковій перспективі через фізичну недоступність compliant LFP-комірок у потрібних обсягах. Ключове обмеження, а не ціна.

Взагалі, повна картина комплектуючих та перелік основних виробників з Китаю та NATO-compliant виглядає наступним чином:

Table B.1. ISR drones components and their main manufacturers (China vs NATO-compliant)

Розвідувальні дрони (ISR)			
Підсистема	Компоненти	Виробники (Китай)	Виробники NATO-compliant (країни)

Планер	Рама/планер (карбон/композит)	MAD Components	Plettenberg (Німеччина), KDE (США), Україна
	ESC (високої потужності)	T-Motor, Hobbywing	APD (США)
Автопілот	Автопілот (системи керування)	CUAV, Holybro	Cube (Австралія), Auterion (США/Швейцарія), Крау (Україна)
Навігація	GNSS-приймач	CUAV	u-blox (Швейцарія), Septentrio (Бельгія), NovAtel (Канада)
	IMU (інерційні сенсори)	—	Analog Devices (США), Bosch (ЄС)
Зв'язок	МІМО-лінки (радіоканал)	SIYI	Doodle Labs (США), Silvus (США), Microhard (Канада), Mobilicom (Ізраїль)
Оптика	ЕО камера (оптичний канал)	—	Sony (Японія)
	Тепловізор	InfiRay, Hikmicro	FLIR (США), Lynred (Франція)
	Гімбал (стабілізація)	Tarot	Gremsy (В'єтнам), NextVision (Ізраїль), Octorus (Польща), Україна
Живлення	Li-Ion батареї	EVE	Molicel (Тайвань), Samsung/LG (Корея)
	BMS (керування батареєю)	JK, Daly	Batrium (Австралія), Україна
Запуск	Парашут	—	Galaxy (Чехія), Skycat (Фінляндія), Україна
Обчислення	Companion computer	Khadas, Radxa	NVIDIA (США), Raspberry Pi (Великобританія)

Table B.2. Deep/Middle Strike drones components and their main manufacturers (China vs NATO-compliant)

Deep/Middle Strike drones			
Підсистема	Компоненти	Китай	NATO-compliant (країни)
Планер	Композитна конструкція (склопластик/карбон)	—	Hexcel (США), Toray (Японія), Gurit (Швейцарія), Україна
Рушій	ДВЗ (двигун внутрішнього згоряння)	DLE, NGH	3W (Німеччина), Limbach (Німеччина), UAV Engines (ББ)
	BLDC мотори	T-Motor	KDE (США), Plettenberg (Німеччина)
Навігація	Автопілот	—	UAVOS (Швейцарія), Veronte (Іспанія), Cube (Австралія)
	GNSS anti-jamming	—	Septentrio (Бельгія), NovAtel (Канада), Комета (Україна)
	IMU (тактичний рівень)	—	KVH (США), Honeywell (США), Sensoror (Норвегія)
Зв'язок	Телеметрія	—	Silvus (США), Microhard (Канада), Doodle Labs (США)
	Starlink (супутниковий зв'язок)	—	SpaceX (США)
Payload	БЧ	—	Україна

Table B.3. Maritime drones components and their main manufacturers (China vs NATO-compliant)

Maritime drones			
Підсистема	Компоненти	Китай	NATO-compliant (країни)
Корпус	Склопластиковий корпус	–	Owens Corning (США), Hexion (США/ЄС), Україна
Рушій	Підвісний ДВЗ	–	Yamaha (Японія), Mercury (США), Honda (Японія)
	Водомет	–	HamiltonJet (НЗ), Rolls-Royce (ВБ), Castoldi (Італія)
Паливо	Баки, фільтри	–	Moeller (США), Racor (США), Separ (Німеччина)
Навігація	GNSS / радар / AIS	–	Furuno (Японія), Garmin (США), Raymarine (ВБ)
Зв'язок	Супутниковий	–	Starlink (США), Iridium (США)
Сенсори	ЕО/ІР	–	FLIR (США)
Живлення	АКБ	–	Optima (США), Varta (ЄС)
Payload	БЧ	–	Україна

Table B.4. FPV drone and Bombers components and their main manufacturers (China vs NATO-compliant)

FPV + бомбери (тактичні малогабаритні)			
Підсистема	Компоненти	Виробники (Китай)	Виробники NATO-compliant (країни)
Політний стек	Польотний контролер (FC, STM32/H7-плати)	SpeedyBee, Mamba, Matek, iFlight, Holybro	mRo (США), CUAV EU (ЄС), Gray (Україна)
	ESC (регулятори обертів)	T-Motor, Hobbywing, Flycolor, Mamba	Scorpion (Німеччина), KDE (США)
	PDB (плата розподілу живлення)	Переважно китайські	–
Рушій	BLDC мотори (безщіткові двигуни)	T-Motor, EMAX, BrotherHobby, SunnySky	Scorpion (Німеччина), KDE (США), Plettenberg (Німеччина)
	Пропелери	Gemfan, HQProp, Dalprop	Обмежені
Радіо	Приймач RC	HappyModel, BetaFPV, RadioMaster	TBS (Чехія), FrSky (Тайвань), UA ELRS
Відео	FPV-камера (CMOS сенсор)	RunCam, Foxeer, Caddx	–
	VTX (відеопередавач)	Rush, Foxeer, DJI, Walksnail	IRC Tramp (Австралія)
	Тепловізор (для бомберів)	InfiRay, Hikmicro, Topdon	FLIR (США)
Живлення	LiPo акумулятори	CNHL, GNB, Tattu	–
	Li-Ion (збірки 21700)	EVE	Molicel (Тайвань), Samsung/LG (Корея)

Механіка	Рама FPV (карбонові плити)	iFlight, Foxeer	Україна
	Рама бомбера	Tarot	Україна
	Система скиду (сервоприводи)	KST, Emax	Volz (Німеччина)
Payload	БЧ (бойова частина)	–	Україна

Table B.5. Unmanned Ground Vehicles (UGV) components and their main manufacturers (China vs NATO-compliant)

Unmanned Ground Vehicle			
Підсистема	Компоненти	Китай	NATO-compliant (країни)
Шасі	Рама (зварна конструкція)	–	Україна
Рушій	Мотори (BLDC / hub motors)	QS Motor, LEILI	Maxon (Швейцарія), Heinzmann (Німеччина)
	Редуктори	Китайські аналоги	Nidec (Японія), SEW (Німеччина)
	Підвіска	–	Україна / ЄС
	Гусениці	Китай	Camoplast (Канада), Bridgestone (Японія)
Контролери	Motor controllers	Kelly	Roboteq (Канада), Curtis (США), Sevcon (США)
Живлення	LiFePO4 (акумулятори)	CATL, BYD, EVE	A123 (США)
	BMS	Daly, JK	Orion (США)
Зв'язок	Радіо	SIYI	Doodle Labs, Silvus, Microhard
Обчислення	Комп'ютер	Khadas	NVIDIA (США), Intel (США)
Сенсори	LiDAR	Hesai, Livox	Ouster, Velodyne (США)

Також, щодо плану дій для українських компаній наступні моменти є актуальними для всіх кластерів:

Головною стратегією має бути постійний моніторинг ринку Європи та України для пошуку достойних аналогів китайським компонентам – включаючи замовлення та тестування зразків, актуалізацію наявності та погодження графіків виробництва з постачальниками аналогів.

Створення бази, соурсінг, комунікація з постачальниками, замовлення тестових зразків, польові тести в умовах, наближених до бойових, актуалізація графіків виробництва та постачання.

Це постійний процес, яким має займатися R&D відділ – для одної такої ітерації з компонентом одного класу може піти від 2 до 9 місяців.

Основними складнощами на шляху реалізації стратегії будуть: повільність комунікації, відсутність проактивності з боку постачальника, складність інтеграції, а в деяких випадках – необхідність отримання експортних ліцензій.

Подолати ці складнощі дозволять: комплексний підхід до закупівельного процесу – вибудовування комунікації і відносин з постачальником, збір та аналіз технічної документації, завчасне планування закупівлі тестових зразків, проведення виїзних тестів у країні постачальника, співпраця з перевіреними українськими агентами західних постачальників.

APPENDIX C. DATA FROM UKRAINIAN DRONE MANUFACTURERS

The data was provided by the Ukrainian manufacturer company, anonymously, for safety reasons.

Table C.1. Comparison of costs, lead times, and volumes of Chinese and NATO-compliant components by a Ukrainian manufacturer

Drone type	Component	China cost (\$)	NATO cost (\$)	China lead time (weeks)	NATO lead time (weeks)	China max volume/month	NATO max volume/month
FPV	Stack (FC+ESC)	48	110	1–2	3	>10,000	2,000–3,000
FPV	Motor	24	14	1–2	4	>10,000	2,000–3,000
FPV	Carbon frame	10	50	1–2	4	>10,000	1,000–2,000
FPV	Propellers	1.1	8	1–2	4	>100,000	20,000
Multicopter bombers	Carbon frame	150	600	2–3	5–7	5,000	500–1,000
Multicopter bombers	Motor + Prop	250	520	2–3	5–7	5,000	500–1,000
Multicopter bombers	Autopilots	150–200	400	2–3	3–4	>10,000	3,000–4,000
Multicopter bombers	Compass	23	70	2	4	>5,000	2,000
All types	Joystick	70–150	300–500	2	4–5	3,000	1,000

REFERENCES

- [1] Rieznik, Volodymyr; Sydorov, Serhii; Tatarenko, Kateryna (2025). Usage of unmanned aerial vehicles on the basis of experience of the Russian-Ukrainian war (2022–2025). Przegląd Strategiczny, 18. Retrieved from <https://pressto.amu.edu.pl/index.php/ps/article/view/51458>
- [2] Bilousova, Olena; Mylovanov, Tymofiy (2024, October 4). Ukraine's drones industry: investments and product innovations. Retrieved from <https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/10/241004-Bravel-report-v.1.pdf>
- [3] Ministry of Defence of Ukraine (2025). Sergiy Boyev at OfDef conference: Air defense, drones and extended-range munitions among Ukraine's top priorities for 2026. Retrieved from <https://mod.gov.ua/en/news/sergiy-boyev-at-ofdef-conference-air-defense-drones-and-extended-range-munitions-among-ukraine-s-top-priorities-for-2026>
- [4] Kyiv School of Economics Institute (2025). Harnessing Ukraine's drone innovations to advance. Retrieved from https://kse.ua/wp-content/uploads/2025/11/KSE_Institute_Report_Harnessing_Ukraines_Drone_Innovations_to_Advance.pdf
- [5] Bloomberg (2025, November 11). Ukraine drone industry targets NATO markets. Retrieved from <https://www.bloomberg.com/news/features/2025-11-11/ukraine-drone-industry-targets-nato-markets>
- [6] Rabobank (2025). European drone investments: Mapping the value chain. Retrieved from <https://www.rabobank.com/knowledge/d011511599-european-drone-investments-mapping-the-value-chain>

[7] Ma, Yilin; Lv, Hong; Zhu, Limin (2026). Characteristics analysis and trade security evaluation of the global unmanned aerial vehicle trade network. International Journal of Modern Physics C. Retrieved from <https://www.worldscientific.com/doi/10.1142/S0129183126420015>

[8] Center for Strategic and International Studies (2025). Drone supply chain war: Identifying chokepoints in making drones. Retrieved from <https://www.csis.org/analysis/drone-supply-chain-war-identifying-chokepoints-making-drone>

[9] Eastern Circles (2025, September 6). Guerre en Ukraine: Quels défis pour la stratégie européenne de défense (full version). Retrieved from <https://www.easterncircles.com/6-09-2025-fabrique-de-la-diplomatie-guerre-en-ukraine-quels-defis-pour-la-strategie-europeenne-de-defense-full-version/>

[10] Royal United Services Institute (2025, November). Drone supply chains and China. Retrieved from https://static.rusi.org/rp-drone-supply-chains-china-nov-2025_0.pdf

[11] Khudov, H. V., Kivshar, O. A., Hridasov, I. Yu., Drol, O. Yu., Salnyk, O. V., Samoilenko, O. M., Samoilenko, Yu. V., & Lishchenko, V. M. (2025). Analysis of tactical and technical characteristics and features of tactics for the use of foreign deep strike unmanned aerial vehicles. Systems of Arms and Military Equipment, 2(82). Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/396217774_ANALIZ_TAKTIKO-TEHNICNIH_HARAKTERIK_TAKTIKI_ZASTOSUVANNA_INOZEMNIH_DEEP_STRIKE_BEZPILOTNIH_LITALNIH_APARATIV

[12] Ukrainska Pravda (2023, October 24). Chinese manufacturer of Mavic drones denies statement by Ukraine's Prime Minister about selling drones to Ukraine. Retrieved from <https://www.pravda.com.ua/eng/news/2023/10/24/7425545/>

[13] Horbal, N.I.; Karachkov, V.S. International Institute for Strategic Studies (2025, September). Tracking the components of missiles and UAVs used by Russia in Ukraine. Retrieved from <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2024/may/34556/240386maket-3-12.pdf>

[14] International Institute for Strategic Studies (2025). Tracking the components of missiles and UAVs used by Russia in Ukraine. Retrieved from <https://www.iiss.org/globalassets/media-library---content--migration/files/research-papers/2025/09/pub25-094-tracking-the-components-of-missiles-and-uavs-used-by-russia-in-ukraine.pdf>

[15] Niederkofler, M. (2025). Drones win battles, components win wars. Royal United Service Institute. Retrieved from <https://www.rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/drones-win-battles-components-win-wars>

[16] The Kyiv Independent (2025). Little by little away from China: Ukraine's new mass production of drone parts. Retrieved from <https://kyivindependent.com/little-by-little-away-from-china-ukraines-new-mass-production-of-drone-parts/>

[17] Center for Strategic and International Studies (2024). Why China's UAV supply chain restrictions weaken Ukraine's negotiating power. Retrieved from <https://www.csis.org/analysis/why-chinas-uav-supply-chain-restrictions-weaken-ukraines-negotiating-power>

[18] Suspilne Media (2025). Дронів не буде? Що відбувається з постачанням запчастин до безпілотників Retrieved from <https://suspilne.media/cherkasy/961439-droniv-ne-bude-so-vidbuvaetsa-z-postacannam-zapcastin-do-bezpilotnikiv/>

[19] Defense Contract Management Agency (2026). Retrieved from <https://bluelist.appsplatformportals.us/>

[20] Council of the European Union (2025). Document ST-16389-2025, Article 8. Retrieved from <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-16389-2025-INIT/en/pdf>

[21] Atlantic Council (2025). Mapping China's strategy for rare earths dominance. Retrieved from <https://www.atlanticcouncil.org/wp-content/uploads/2025/06/Mapping-Chinas-strategy-for-rare-earths-dominance.pdf>

[22] Ukrainian Venture Capital and Private Equity Association (2026). USA investment roadshow from Brave1. Retrieved from <https://www.uvca.eu/events/usa-investment-roadshow-from-brave1>

[23] Luma (2026). WTT8LONR event page. Retrieved from <https://luma.com/wtt8lonr>