

TECHNOLOGICAL ADAPTATION OF THE RUSSIAN MILITARY AVIATION INDUSTRY UNDER SANCTIONS*

Nataša N. Stanojević¹

Delivered: 15.4.2026.

Language: Serbian

Corrected: 9.5.2026.

Type of paper: Review paper

Accepted: 3.6.2026.

DOI number: 10.5937/vojdelo2602121S

Abstrakt: This paper analyses the technological adaptation of the Russian military aviation industry under sanctions, with particular reference to combat aircraft, helicopters, and unmanned aerial vehicles. The aim of the research is to determine the extent to which sanctions-related restrictions, the disruption of external technological ties, and the demands of a protracted war have affected the development capabilities, production priorities, and operational role of this sector. The methods applied are content analysis, the comparative method, and descriptive-structural analysis of available scholarly and professional literature, sectoral reports, and statistical data. The research results show that sanctions have not led to the paralysis of the Russian aviation industry, but they have significantly constrained its technologically most complex programmes and increased the importance of intermediary procurement of critical components. At the same time, the analysis shows that the sector has developed various mechanisms of adaptation, including import substitution, cooperation with partner states, and the reorganization of production channels. The analysis indicates that adaptation has been selective: in the combat aircraft sector, the emphasis has shifted toward modernization and serial production of proven platforms, while more dynamic results have been achieved in the segment of helicopters and especially unmanned aerial vehicles. The paper concludes that, after 2022, the Russian military aviation industry has not become technologically sovereign, but it has become more operationally resilient, confirming that its adaptation is based more on pragmatic adjustment than on even technological progress.

* The paper is a part of the scientific research project "Serbia and 2026 Challenges in International Affairs", financed by the Ministry of Science, Technological Development and Innovations of the Republic of Serbia, conducted by the Institute of International Politics and Economics in 2026.

¹ Institute of International Politics and Economics, Belgrade, Republic of Serbia, e-mail: natasa.stanojevic@diplomacy.bg.ac.rs, <https://orcid.org/0000-0001-5584-1040>

Keywords: Russian military aviation industry, sanctions, combat aircraft, helicopters, unmanned aerial vehicles, war economy, import substitution, technological adaptation, operational resilience

Introduction

In contemporary armed conflicts, the aviation industry represents one of the technologically most complex and strategically most sensitive segments of defence production. Its significance derives not only from the production of combat and transport aircraft, helicopters, and unmanned aerial vehicles, but also from the fact that this sector directly reflects the level of a state's technological development, industrial integration, and resilience under conditions of external constraints. Therefore, the development of the Russian military aviation industry after 2014, and especially after 2022, represents an important indicator not only of broader changes in the structure of the Russian defence economy, but also of the actual reach of its technological and production adaptation under the conditions of a protracted war.

The research problem of this paper arises from the question of the extent to which the Russian military aviation industry has managed to adapt to sanctions, the disruption of external technological ties, and the demands of a protracted war. For the Russian military-industrial complex, sanctions have represented not only financial and trade pressure, but also a profound technological challenge, since they have limited access to semiconductors, precision devices, electronic components, and other key elements of production, while the termination of cooperation with Ukrainian enterprises, particularly in the segments of engines and aviation components, further affected areas in which inherited post-Soviet interdependence had existed (Connolly, 2018; Boulègue, 2025).

The subject of this paper is the technological adaptation of the Russian military aviation industry under sanctions, with particular reference to combat aircraft, helicopters, and unmanned aerial vehicles. The aim of the paper is to analyse how sanctions, the disruption of external technological ties, and the transition to the logic of a war economy have affected the development capabilities, production priorities, and operational role of this sector. At the centre of the analysis is the question of the extent to which the development of the Russian military aviation industry after 2022 has been able to respond simultaneously to sanctions-related restrictions, technological deficits, and the growing demands of protracted warfare. The paper is based on a qualitative analysis of available professional and scholarly literature, an analysis of secondary statistical and sectoral data, and a comparative examination of development and production trends within different segments of the Russian aviation industry.

The paper is structured into several sections. After the introduction, the second section examines sanctions pressure, the disruption of external ties, and the technological dependence of the Russian aviation industry. The third section analyses the place of this sector within the broader framework of the Russian war economy and the shift in production priorities after 2022. The fourth section examines the development of combat aircraft under the conditions of sanctions and war, while the fifth section

is devoted to helicopters and unmanned aerial vehicles as segments of accelerated adaptation. The conclusion synthesizes the main findings on the scope and limitations of the technological adaptation of the Russian military aviation industry.

Sanctions Pressure and the Technological Dependence of the Russian Aviation Industry

Sanctions targeting the Russian defence sector did not begin in 2022, but after the events of 2014, when Western states began systematically restricting Russia's access to military technologies, finance, and dual-use goods. In a broader theoretical sense, sanctions are most commonly viewed in the literature as an instrument of economic statecraft, that is, as a means by which states seek, through economic pressure, to influence the behaviour of another state, limit its capacities, or increase the cost of certain foreign-policy and security decisions. Their effects, however, depend not only on the scope and consistency of external pressure, but also on the internal structure of the targeted economy, the degree of its dependence, its institutional capacity for adaptation, and its ability to find alternative supply channels. Starting from this understanding of sanctions, this paper does not analyse sanctions as a general phenomenon, but focuses instead on how specific restrictions have affected the technological adaptation of the Russian military aviation industry.

Unlike the energy sector, where the initial measures were directed more toward certain high-technology segments, restrictions in the field of defence were broader in scope. They covered not only finished systems and equipment, but also components, electronics, specialized materials, and production equipment, thereby gradually beginning to affect the technological foundations of the Russian military-industrial complex itself (Connolly, 2018; Connolly & Boulègue, 2018).

Within this framework, the aviation industry occupied a particularly sensitive position. It is one of the technologically most complex segments of defence production, dependent on high-precision machining, complex engines, advanced electronics, navigation and communication systems, as well as stable and deeply integrated supply chains. For this reason, limited access to foreign semiconductors, machinery, and critical components was not merely a procurement problem, but also a constraint on technological progress, the pace of modernization, and the reliability of final platforms (Boulègue, 2025).

An additional burden for this sector was the termination of cooperation with Ukraine. The inherited industrial interconnectedness from the Soviet period meant that, in certain segments, Russia did not possess a fully integrated domestic production cycle. Ukrainian helicopter engines, as well as certain aircraft components and related subsystems, were particularly important. The disruption of these ties showed that the problem facing the Russian aviation industry was not only limited access to Western technologies, but also the breakdown of post-Soviet industrial integration on which certain critical segments of production had relied (Connolly, 2018).

A new and much more severe shock followed after 2022, when the United States and its allies expanded export controls to cover a wide range of critical components required for the production of weapons and military equipment. As the CNA report *Crafting the Russian War Economy* (2024) shows, the Russian defence industry was caught off guard both by the scope of the new restrictions and by the fact that they entered into force at a moment of sharply rising demand for armaments, caused by heavy losses and the need to replenish stocks. Under such conditions, the problem was no longer merely the long-term slowdown of modernization, but the preservation of the very production endurance of sectors dependent on microprocessors, machine tools, and other inputs that are difficult to replace. For the aviation industry, as a sector that combines high technological complexity with direct wartime requirements, this meant entering a new phase of adaptation under significantly more difficult conditions than those that followed 2014.

In response to these pressures, the Russian state had already accelerated its policy of import substitution, production localization, and the search for alternative suppliers after 2014. After 2022, however, this process had to be expanded to include additional compensatory mechanisms. According to CNA (2024), the Russian defence industry relied on three key strategies: import substitution, imports through third countries, and foreign cooperation with friendly states. Under the new sanctions regime, it was no longer sufficient merely to develop domestic substitutes for formerly imported components; it was also necessary to secure alternative supply channels for those subsystems that could not be localized quickly or to an adequate standard. This is precisely why sanctions functioned not only as an external constraint, but also as a test of the Russian industry's internal capacity to translate a political priority into sustainable production capacity.

Although these strategies produced certain results, their effects were not equal across all segments. The literature rightly notes that the Russian defence industry, despite its capacity for adaptation, continues to display limitations in modernization, access to components, and the rapid scaling of its most complex programmes (Boulègue, 2025). By the early 2020s, Russia had succeeded in developing certain mechanisms of resilience, but not in fully eliminating technological weaknesses in the aviation industry. After 2022, it became clear that these mechanisms were sufficient for the partial stabilization and reorganization of production, but not for the complete removal of structural dependencies, which would become most clearly visible in the differing pace of adaptation across individual segments of the aviation industry.

Transformation of the Russian Aviation Industry under the Conditions of a War Economy

The beginning of large-scale military operations in Ukraine in February 2022 marked a turning point for the Russian defence industry, including its aviation segment. The previous model, in which the emphasis had been on gradual modernization, technological improvement, and the preservation of export competitiveness, had to be adapted to the conditions of a protracted war. Instead of development primarily

oriented toward the introduction of new generations of complex platforms, the priorities became continuity of production, replacement of losses, repair and overhaul, accelerated delivery, and the adaptation of existing systems to the immediate operational needs of the front. In this way, the aviation industry also shifted from the logic of peacetime modernization to the logic of a war economy.

This transformation did not mean the complete abandonment of technological ambitions, but it did change their place in the hierarchy of priorities. As Cooper (2024) shows, after 2022 the Russian military-industrial complex significantly expanded production in those segments directly connected with the ongoing war effort, while technologically more demanding and longer-term programmes suffered greater delays and constraints. In the case of the aviation industry, this meant that mature and operationally proven platforms, as well as systems that could be produced, repaired, and introduced into service relatively quickly, gained greater importance, while the most complex programmes retained high symbolic and strategic significance, but with slower dynamics. This shift was not only a consequence of sanctions, but also a rational response to the needs of a war in which quantity, delivery speed, and technical sustainability often took precedence over technological sophistication.

At the institutional level, the transition to a war economy entailed stronger administrative direction of production, the prioritization of military contracts, and more intensive use of existing industrial capacities. Analyses devoted to wartime production, budgetary priorities, and the broader macroeconomic framework show that after 2022 Russia increased budgetary allocations, extended working hours in key production sectors, and accelerated the mobilization of resources in areas connected with wartime production (Cooper, 2024; Luzin & Prokopenko, 2023; Buklemishev, 2024a, 2024b; Cooper, 2025b). Such changes were not limited to the aviation sector, but encompassed the broader industrial framework necessary for the long-term conduct of war.

Industrial production data confirm this tendency. According to Rosstat data, after 2022 accelerated growth was recorded in several branches that directly or indirectly supported the war effort, including electronics, electrical equipment, and certain segments of the transport industry (Cooper, 2025a; Luzin & Prokopenko, 2023). In this context, the industrial production index in the aviation equipment sector increased from 109.0 in 2022 to 129.5 in 2023 and 134.1 in 2024, with 2018 as the base year, indicating a noticeable expansion of production in this segment after the initial disruption (Cooper, 2025a). Nevertheless, such growth should not be interpreted as evidence of straightforward quantitative expansion, since the aviation industry, unlike less complex branches, also depended on the ability to preserve, under sanctions, the quality, functionality, and operational usability of aircraft and their subsystems.

For this reason, part of the adaptation in the aviation industry was directed not only toward the production of new aircraft, but also toward the expansion of repair, overhaul, and auxiliary capacities, the stabilization of supply, and the simplification of certain technological solutions. It is precisely here that the specificity of this sector under the conditions of a war economy becomes visible: while in some branches growth could be achieved primarily through an increase in production volume, in aviation ad-

aptation required a more complex alignment of technological constraints, production capabilities, and the operational needs of the front.

This is why, within the Russian aviation industry itself, different development logics clearly emerged after 2022. In the field of combat aircraft, the emphasis remained on the production and modernization of existing, proven platforms, with limited progress in the most complex new programmes. By contrast, in the helicopter sector and especially in the segment of unmanned aerial vehicles, adaptation took on a more dynamic form, because these systems were better suited to the requirements of a protracted war, faster serial production, and cost rationalization. In this sense, the transition to a war economy did not produce uniform development in the Russian aviation industry; rather, it intensified the sector's internal differentiation. It is precisely in this distinction between the technologically most complex programmes and the most operationally adaptable segments that the actual scope of Russian industrial adaptation becomes most clearly visible.

Combat Aircraft under the Conditions of Sanctions and War

Combat aircraft represent the technologically most complex segment of the Russian military aviation industry, as they combine demanding requirements in terms of engines, avionics, radar, weapons, navigation, and the integration of multiple subsystems into a single platform. Precisely for this reason, they most clearly reveal the actual scope of Russian industrial adaptation under sanctions. Unlike sectors in which production growth can be achieved more rapidly through the serial expansion of relatively simpler systems, in combat aviation sanctions and technological constraints directly affect the very core of the production process. Thus, after 2022, this segment simultaneously displays production continuity, structural limitations, and a selective capacity for adaptation.

Aggregate data from the Russian Ministry of Defence show that, after 2022, the aviation segment received higher priority within wartime production. In the category of "aircraft and helicopters", delivered units amounted to 143 in 2019, 147 in 2020, and 151 in 2021, while 257 units were planned for 2022 and 237 were delivered in 2023 (Cooper, 2024). Although these data combine different types of aircraft and do not allow for a precise distinction between combat aircraft and helicopters, they nevertheless show that the aviation component gained a more significant place within the Russian war economy after 2022. At the same time, only a more detailed examination of individual programmes reveals the internal unevenness of this sector and the difference between more mature, operationally proven platforms and the technologically most ambitious programmes.

Delivery data for the period 2019–2023 show a gradual increase in combat aircraft production, with a total of 132 new aircraft delivered during that period. The figure rose from 20 aircraft in 2019 to 40 in 2023, with a particularly noticeable trend in the gradual introduction of the fifth-generation Su-57 fighter, from one unit in 2020 to ten

in 2023 (Cooper, 2024). Although this is an important signal of technological progress, its role at the front has remained limited. The loss of a fifth-generation aircraft would represent not only a major financial cost, but also a serious blow to the reputation of Russian armaments. This means that, despite its high symbolic significance, this programme cannot serve as the main vehicle of mass adaptation under the conditions of a protracted war.

The production of proven models, such as the Su-35S and Su-34, continued at a more stable pace. The Su-35S, as the backbone of Russian fighter aviation, recorded continuous deliveries, from 10 units in 2019 to 12 units in 2023. The Su-34 and its modernized variant, the Su-34M, were also in focus: ten Su-34M aircraft were delivered in 2022, and a further eight in 2023 (Cooper, 2024). The Su-30SM2 and MiG-35S/35UB were produced in limited series, while the Yak-130 trainer aircraft continued to represent an important segment for pilot training. These data indicate that, under sanctions, Russian industry placed emphasis on platforms that were already technologically mature, operationally proven, and industrially feasible. Precisely such platforms better correspond to the logic of a war economy, in which it is crucial to ensure continuity of deliveries and combat usability, rather than exclusively pursuing technological sophistication.

Data on the global structure of active combat aviation show that Russian types still occupy a significant place in the world's fleets. According to Flight Global (2025), the Su-27/30/34/35 group accounts for 9% of the global active combat aircraft fleet, while the MiG-29 accounts for a further 5%, and the Su-24 and Su-25 for 3% each. This points to the durability of the Soviet-Russian aviation legacy, but at the same time also to the fact that Russia's position still relies to a large extent on older-generation platforms, while the introduction of more technologically advanced models is considerably slower.

As a long-term symbol of Russia's technological ambitions, the Su-57 remains a key programme. Its first flight took place as early as 2010, but the first unit was delivered only at the end of 2020. This delay points to structural limitations in the industry's ability to scale technologically advanced platforms under conditions of restricted access to global supply chains. In May 2025, the Su-57M, an upgraded version incorporating new technological solutions, was presented to the public, indicating that, despite sanctions and limited production capacities, the Russian aviation industry continues to seek to sustain the development of its most advanced combat platforms (Army Recognition Group, 2025). Nevertheless, the limited scale of production shows that such progress remains overshadowed by the gap between technological ambition and industrial capability.

At the level of the overall aviation fleet, Russia has retained its position as one of the leading powers. At the beginning of 2022, it had the second-largest military aircraft fleet in the world, and it retained that position in 2024 with 4,292 aircraft, including helicopters (Flight Global, 2025). For 2024, it is estimated that between 22 and 28 new aircraft of all types were produced (TCH, 2024), while for 2025 Russian officials announced that new batches of Su-34 and Su-57 aircraft had already been delivered to the battlefield, although their exact number was not disclosed. The overall balance over the three years of war, 2022–2024, amounts to approximately 70–80 new

aircraft, showing that Russia, despite sanctions, has maintained a stable production pace and ensured the supply of its air forces. Nevertheless, this pace does not alter the basic fact that adaptation in the combat aircraft sector relies primarily on the modernization and serial production of already proven platforms, while the most complex programmes are advancing much more cautiously.

In the economic logic of the war industry, the combat aircraft sector therefore illustrates two parallel patterns. On the one hand, the limited production of the Su-57 and its modifications serves as a symbolic demonstration of technological capability and the ambition to retain the status of a high-ranking aviation power. On the other hand, reliance on proven and operationally more important platforms such as the Su-35S and Su-34 makes it possible to meet immediate combat needs. This combination shows that, in the field of combat aircraft, Russian industry has not been paralysed by sanctions, but neither has it fully overcome their consequences. Its adaptation is real, but selective: it is directed more toward preserving and gradually expanding existing capabilities than toward a rapid breakthrough into a new technological generation of systems.

Helicopters and Unmanned Aerial Vehicles as Segments of Accelerated Adaptation

The helicopter and unmanned aerial vehicle sector represents the most striking example of the adaptation of the Russian military aviation industry under the conditions of sanctions and protracted war. Unlike combat aircraft, where technological complexity, high cost, and slower production cycles impose serious constraints, helicopters and especially unmanned aerial vehicles have enabled a more flexible response to the demands of the front. It is precisely in this segment that one can most clearly see how a war economy favours systems that best combine cost rationality, serial production, and the immediate operational usability of produced assets.

In recent years, Russia has achieved significant growth in the production of key combat helicopter models, above all the Ka-52M Alligator and the Mi-28NM Night Hunter. As technically mature and already operationally proven platforms, these two models have enabled relatively faster production adaptation than was the case in the combat aircraft sector. Their advantage lies in reliance on existing platforms, established supply chains, and long-standing production experience, which made it possible under wartime conditions to increase the pace of deliveries without complete dependence on a new generation of technological solutions. This does not mean that the helicopter sector was not affected by sanctions, but rather that the gap between technological constraints and operational requirements was smaller than in the case of the most complex combat aircraft.

Production of the Ka-52/52M was intensified in order to compensate for operational losses and ensure the maintenance of a stable level of air support for ground forces. According to available data, in August 2021 Russia signed a contract for 15 Ka-52/52M helicopters, which were delivered in 2022, and for a further 15 during 2023,

while in the summer of 2022 a new contract was also concluded for an undisclosed number of aircraft. In July 2023, Defence Minister Sergei Shoigu stated that production of the Ka-52 had doubled compared with the previous year, suggesting that the 2023 batch was considerably larger than before (Cooper, 2024). This model acquired particular importance in the war in Ukraine as a platform for close fire support and operations against ground targets, which further increased pressure on the industry to maintain continuity of production and repair.

The Mi-28NM, whose serial production began in 2020, had similar importance (Grishchenko, 2020). According to earlier plans, 98 units of this model were to be procured by 2027, while in July 2023 Shoigu stated that its production had tripled compared with the previous year. The data cited by Levichev (2023) indicate that in 2022 the armed forces received a total of 110 helicopters, against a plan of 71, compared with 48 in 2021, while total deliveries in 2023 may have reached as many as 125 units. Although these estimates should be interpreted with caution, they nevertheless show that, after 2022, the helicopter sector experienced a greater increase in production than the combat aircraft sector, confirming that this segment was better suited to accelerated adaptation under the conditions of a war economy.

Data on the overall fleet are also important for understanding this process. According to Flight Global (2025), the number of active helicopters in the Russian military decreased from 952 in 2022 to 841 in 2024. Nevertheless, the fact that the fleet was maintained at a level above 800 aircraft despite a high rate of losses indicates that production and repair capacities were able, at least partially, to offset operational attrition. This confirms that, under wartime conditions, Russian industry had greater capacity to maintain and expand the production of systems based on mature technical solutions than was the case with the most advanced combat aviation programmes.

An even more pronounced example of adaptation is provided by the unmanned aerial vehicle sector. If helicopters demonstrated the ability of Russian industry to preserve continuity in the production of mature and combat-relevant platforms, then unmanned aerial vehicles demonstrated its ability, under sanctions, to build a new, more dynamic, and more cost-rational segment of military production. Drones, in particular, have become a symbol of the adaptation of the Russian war economy to the requirements of a protracted war, in which importance is attached not only to the technologically most advanced systems, but also to those that can be produced in large numbers, rapidly introduced into service, and relatively easily replaced.

According to CAMTO data, the production of unmanned aerial vehicles in Russia reached more than 20,000 units in 2023, representing one of the most significant changes in the structure of Russian wartime production after 2022. The aim here was not to create, in the short term, the technologically most sophisticated segment of the military industry, but to ensure a large number of inexpensive and operationally usable platforms capable of performing reconnaissance and strike missions, as well as artillery fire correction, at significantly lower cost than classical systems.

The institutional framework of this change is also significant. According to War Wings Daily (2025), Russia allocated around 243 billion roubles to the unmanned aerial vehicle sector for the period 2022–2025, with a plan to direct an additional 112 billion roubles by 2028. Funding outside the regular military budget indicates that the

state treated this sector as a distinct development and production priority. According to the same source, the establishment of 48 research-development and production centres was also planned, with the goal of producing 180,000 units by 2030. This shows that unmanned aerial vehicles were not viewed merely as a temporary solution created under wartime pressure, but as a more lasting element of the new industrial architecture of the war economy.

The development of this sector, however, was not based exclusively on domestic capacities. According to CNA (2024), after 2022 the Russian defence industry sought to mitigate the effects of export controls through three basic strategies: import substitution, parallel imports through third countries, and cooperation with friendly states. It was precisely in the unmanned aerial vehicle sector that the combination of parallel imports and foreign cooperation produced the most visible results. In other words, the success of the drone sector did not stem from the complete overcoming of sanctions, but from the ability to mitigate their effects through more flexible and less formal supply channels.

Cooperation with Iran played a particularly important role in this process. As Avdaliani (2024) notes, Russian-Iranian military cooperation after 2022 was raised to a new level, and the unmanned aerial vehicle sector became one of its most visible fields. The use and further adaptation of drones associated with the Iranian Shahed-136 model, which entered Russian service under the designation Geran-2, shows that Russia sought not only to import ready-made solutions, but also gradually to integrate them into its own production and operational framework. In this sense, cooperation with Iran was significant not only as a temporary means of filling a technological gap, but also as a way to accelerate the expansion of a segment of military production that gained increasing importance under the conditions of a protracted war. At the same time, more recent reports indicate that sanctions were not sufficient to completely sever the channels of Russian-Iranian cooperation in this field, further confirming that Russian adaptation in the unmanned aerial vehicle sector relied on external partners as well as on domestic capacities (Soliday, 2025).

At the operational level, the results of such adaptation became visible relatively quickly. Loitering munitions such as the Lancet-3 enabled precision strikes against targets at tactical and operational depth, at lower cost than the use of more expensive missile systems. FPV drones, such as the Privet-82 model, became an economically rational supplement and, in some cases, even a substitute for traditional artillery and missile systems. Their value did not lie in technological sophistication, but in the relationship between cost, production speed, and the effects of immediate combat use. Nevertheless, this model of adaptation also had obvious weaknesses. Production relied to a significant extent on manual assembly, analogue or semi-professional control systems, and imported components whose supply was not fully stable. This means that the mass production of unmanned aerial vehicles did not necessarily imply full technological self-sufficiency.

For precisely this reason, the unmanned aerial vehicle sector best illustrates the nature of Russian adaptation. On the one hand, it demonstrates the industry's considerable ability to expand production in a short period of time, incorporate new actors, rely on civilian and semi-civilian capacities, and develop a large number of operation-

ally usable systems. On the other hand, this success rests on a compromise resulting from the acceptance of simplified technical and technological solutions, the presence of partial technological dependence, and reliance on external procurement channels. The drone sector is therefore at the same time the most successful example of Russian wartime adaptation and the clearest indicator of its limits.

A particularly illustrative example of this adaptation is the development of a mobile launch system for Geran-2 drones. This system, based on a modified KamAZ-6350 truck, shows that Russian industry has not only increased the number of unmanned aerial vehicles produced, but has also sought to integrate them operationally into more mobile, flexible, and resilient platforms. The linking of kamikaze drones with ground-based launch systems points to the gradual institutionalization of unmanned aerial vehicles and their incorporation into doctrinal norms and principles of use.

The public presentation of the truck-mounted launcher reflects institutional learning from recent conflicts, especially from the war in Ukraine, in which unmanned aerial vehicles have acquired an important role in reconnaissance, precision strikes, and psychological effects. By positioning launch systems closer to the front, Russia seeks to reduce drone flight time, increase response speed, and complicate enemy countermeasures. In this sense, the system represents not merely a technical modification of an existing platform, but also an adaptation of its mode of use to the requirements of more dynamic and flexible warfare.

Strategically, the development of such systems points to several major characteristics of Russian military production after 2022. First, it shows that sanctions have not halted the process of domestic copying, modification, and adaptation of foreign technologies; rather, they have further stimulated it. Second, the integration of kamikaze drones into mobile ground platforms demonstrates an effort to incorporate unmanned systems into a broader operational framework, instead of leaving them as isolated instruments of individual strikes. Third, this development reveals an attempt to increase resilience and autonomy under combat conditions in which fixed launch positions and slow systems are particularly vulnerable.

This innovation therefore shows how the Russian military-industrial complex continues to adapt under conditions of constraint, using existing platforms and simplified unmanned aerial vehicle technologies to create asymmetric capabilities that rationally combine economic efficiency, operational mobility, and strategic effectiveness. This is precisely the broader significance of the Geran-2: not only the aircraft itself, but the fact that it is becoming part of a more mobile, more rapidly adaptable, and more institutionally organized model of warfare.

For this reason, the helicopter and unmanned aerial vehicle sector as a whole provides the clearest confirmation that the Russian military aviation industry did not react uniformly after 2022. While adaptation in the field of combat aircraft was cautious, selective, and conditioned by significant technological constraints, this segment underwent a noticeably more dynamic reorganization. Helicopters made it possible to maintain relatively stable air support on the basis of mature industrial solutions, while unmanned aerial vehicles became the carrier of a new logic of wartime production, based on mass production, lower cost, and a faster adaptation cycle. It can therefore be concluded that, within the Russian aviation industry, the highest degree of opera-

tional and industrial adaptability after 2022 was achieved in systems that were better suited to the economic and technological logic of a protracted war.

Conclusion

The analysis of the technological adaptation of the Russian military aviation industry under sanctions shows that its scope cannot be reduced either to the thesis of industrial collapse or to the thesis of a fully successful replacement of external dependencies. Sanctions, particularly after 2014 and even more markedly after 2022, undoubtedly limited access to critical components, slowed the technologically most complex programmes, and increased the vulnerability of sectors dependent on deeply integrated production chains. Nevertheless, they did not lead to the paralysis of the Russian aviation industry. On the contrary, the war in Ukraine has shown that Russia has managed to preserve production continuity, reorganize priorities, and build adaptation mechanisms which, although incomplete, enable the sector to function under the conditions of a protracted conflict.

The key conclusion is that adaptation was not uniform, but structurally selective. This unevenness is not accidental; rather, it reflects the logic of the war economy, with clearly defined focal points and priorities. Instead of even technological progress, the war and sanctions encouraged the concentration of resources on segments capable of delivering operational results more rapidly, with an acceptable balance between cost, speed, production quality, complexity, and combat usability. For this reason, the most complex programmes, such as advanced new-generation combat aircraft, continued to exist as important symbols of technological ambition and strategic status, but did not become the basis of mass wartime adaptation. By contrast, greater progress was achieved where more stable industrial foundations, shorter production cycles, and lower levels of technological dependence and vulnerability already existed.

In the combat aircraft sector, this means that Russian industry has not lost the ability to produce and modernize aircraft, but that its adaptation has remained constrained by the need to rely on proven platforms and the gradual upgrading of existing systems. In other words, in this segment sanctions have not halted development, but they have changed its character: instead of a rapid technological breakthrough, the emphasis has shifted toward preserving continuity, industrial feasibility, and sustainability under the conditions of a protracted war. This shows that, in the field of combat aviation, Russian adaptation is real but limited; it is capable of sustaining the system, but not of radically overcoming its structural weaknesses in the short term.

The helicopter sector, and especially the unmanned aerial vehicle sector, has displayed a different mode of functioning. It is precisely in these segments that it becomes most evident that the Russian war economy does not operate primarily according to the model of technological superiority, but rather according to the model of selective and pragmatic adaptation. On the one hand, this part of the industry shows an exceptional ability to expand production in a short period of time, incorporate new actors, rely on civilian and semi-civilian capacities, and develop a large number of op-

erationally usable systems. On the other hand, this success rests on a combination of simplified solutions and reliance on external procurement channels due to partial technological dependence. For this reason, the unmanned aerial vehicle sector represents both the most successful example of Russian wartime adaptation and the clearest indicator of its limits. Its effectiveness does not stem from full technological sovereignty, but from the need that arose and from the achieved ability to circumvent and mitigate constraints, while adequately compensating for missing techno-economic capabilities.

This is precisely where the broader significance of this research lies. The Russian example shows that, under the conditions of a protracted war, industrial resilience does not necessarily require the elimination of all dependencies, but rather the ability of the system to remain elastic, adapt rapidly, and preserve production in accordance with combat requirements. However, such adaptation comes at a cost: it often entails postponing more complex development goals, relying on simplified technological models, increasing dependence on external intermediary supply channels, and strengthening the administrative direction of the industrial system. This is why the results of this paper also point to a broader message for the state system: under conditions of increased geopolitical uncertainty and technological disruption, the importance of long-term and coordinated state planning grows. This applies not only to defence planning and the war economy in the narrow sense, but also to the linking of industrial development, the technological base, spatial development, infrastructure, personnel policy, and the organization of supply chains. In this sense, the former concept of social planning, regardless of the fact that it belonged to a different system, recalls the importance of a managerial function capable of preventing the system from entering an undesirable state and, in the event of disruption, enabling faster and more organized recovery.

At the same time, the analysis shows that industrial resilience must not be viewed solely through the ability to produce, but also through its logistical feasibility and long-term sustainability. This means that both defence and civilian industry, as well as their products and services, must be considered across the entire life cycle, from peacetime conditions, through mobilization, to protracted war, while taking into account all actors, spatial constraints, and channels through which resources move. Multi-option supply, reliance on multiple sources, shorter and more resilient delivery channels, and decision-making that is not only technically or strategically desirable but also logistically justified, feasible, and sustainable in the long term are of particular importance in this framework. Therefore, the Russian military aviation industry after 2022 can be understood not as an example of fully restored technological independence, but as an example of an industry that, under strong pressure, has managed to become more robust and operationally resilient, albeit with clearly visible limits to such adaptation.

References

[1] Army Recognition Group. (2025). ALERT: Russia enhances Su-57M1 fighter jet with artificial intelligence and aerodynamic upgrades. <https://armyrecognition.com/>

news/aerospace-news/2025/alert-russia-enhances-su-57m1-fighter-jet-with-artificial-intelligence-and-aerodynamic-upgrades

[2] Avdaliani, E. (2024). Iran and Russia enter a new level of military cooperation. Stimson Center. <https://www.stimson.org/2024/iran-and-russia-enter-a-new-level-of-military-cooperation/>

[3] Boulègue, M. (2025). Russia's struggle to modernize its military industry. Chatham House. <https://www.chathamhouse.org/2025/07/russias-struggle-modernize-its-military-industry>

[4] Buklemishev, O. V. (2024a). Factors of military Keynesianism in modern economic policy in Russia. *Voprosy Ekonomiki*, 11, 5–17. <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2024-11-5-17>

[5] Buklemishev, O. V. (2024b). Russian economic development under forceful defence spending growth. *Russian Journal of Economics*, 10(4), 319–331. <https://doi.org/10.32609/r.je.10.141382>

[6] Center for Naval Analyses. (2024). Crafting the Russian war economy. <https://www.cna.org/reports/2024/10/Crafting-the-Russian-War-Economy.pdf>

[7] Connolly, R. (2018). Russia's response to sanctions: How Western sanctions reshaped political economy in Russia. *Valdai Papers; Russia in Global Affairs*. <https://eng.globalaffairs.ru/articles/russias-response-to-sanctions-how-western-sanctions-reshaped-political-economy-in-russia/>

[8] Connolly, R., & Boulègue, M. (2018). Russia's new state armament programme: Implications for the Russian armed forces and military capabilities to 2027. Chatham House. <https://www.chathamhouse.org/2018/05/russias-new-state-armament-programme>

[9] Cooper, J. (2024). Military production in Russia before and after the start of the war with Ukraine: To what extent has it increased and how has this been achieved? *The RUSI Journal*, 169(4), 10–29. <https://doi.org/10.1080/03071847.2024.2392990>

[10] Cooper, J. (2025a). Military production in Russian official statistics of industrial output (BOFIT Policy Brief No. 6/2025). Bank of Finland Institute for Emerging Economies. <https://nbn-resolving.de/urn:nbn:fi-fe2025031718238>

[11] Cooper, J. (2025b). Preparing for a fourth year of war: Military spending in Russia's budget for 2025 (SIPRI Insights on Peace and Security No. 2025/04). Stockholm International Peace Research Institute.

[12] FlightGlobal. (2025). World air forces 2025.

[13] Grishchenko, N. (2020, September 30). Nachalos' seriinoe proizvodstvo udarnykh vertoletov Mi-28NM [Serial production of Mi-28NM attack helicopters has started]. *RG.ru*. <https://rg.ru/2020/09/30/reg-ufo/nachalos-seriinoe-proizvodstvo-udarnykh-vertoletov-mi-28nm.html>

[14] Levichev, D. (2023, December 30). Skol'ko my vypuskaem boevykh samoletov i vertoletov [How many combat aircraft and helicopters do we produce?]. *Proza.ru*. <https://proza.ru/2023/12/30/99>

[15] Luzin, P., & Prokopenko, A. (2023, October 11). Russia's 2024 budget shows it's planning for a long war in Ukraine. Carnegie Endowment for International Peace. <https://>

carnegieendowment.org/2023/10/11/russia-s-2024-budget-shows-it-s-planning-for-long-war-in-ukraine-pub-90738

[16] Soliday, D. (2025, November 24). Sanctions aren't enough to shut down the Moscow-Tehran black market for war. Center for a New American Security. <https://www.cnas.org/publications/commentary/sanctions-arent-enough-to-shut-down-the-moscow-tehran-black-market-for-war>

[17] TCH. (2024). How much combat aviation Russia has produced in 2024: An expert revealed shocking numbers. <https://tsn.ua/en/ato/how-much-combat-aviation-russia-has-produced-in-2024-an-expert-revealed-shocking-numbers-2626767>

[18] War Wings Daily. (2025). Russia is setting up a massive military drone industry. <https://warwingsdaily.com/russia-is-setting-up-a-massive-military-drone-industry/>

[19] ЦАМТО. (2023, December 21). Генерал армии Валерий Герасимов провел брифинг для иностранных военных атташе. Центр анализа мировой торговли оружием. <https://armstrade.org/includes/periodics/news/2023/1221/140077126/detail.shtml>

S u m m a r y

This paper analyses the technological adaptation of the Russian military aviation industry under sanctions, with a particular focus on three key segments: combat aircraft, helicopters, and unmanned aerial vehicles. The aim of the research is to determine the extent to which sanctions-related restrictions, the disruption of external technological ties, and the demands of a protracted war have affected the development capabilities, production priorities, and operational role of this sector. The analysis is based on available scholarly and professional literature, sectoral reports, and statistical data, using content analysis, the comparative method, and descriptive-structural analysis.

The paper shows that sanctions have not led to the paralysis of the Russian military aviation industry, but they have significantly constrained its technologically most complex programmes. This is particularly evident in the combat aircraft sector, where restrictions on access to advanced electronics, electronic systems, critical components, and internationally connected production chains have most strongly affected the most ambitious programmes. In this context, the Su-57, Su-35S, Su-34M, Su-30SM2, and MiG-35 are analysed, among others. The research shows that the Su-57 programme has retained high symbolic and strategic importance, but that its production remains limited, revealing a gap between technological ambition and industrial capability. By contrast, proven platforms such as the Su-35S and Su-34/Su-34M have gained greater importance, as their serial production has been more realistically adapted to the demands of war. In this segment, adaptation has therefore been real but limited: directed toward preserving production continuity, modernizing existing systems, and gradually expanding capabilities, rather than toward a rapid technological breakthrough.

A different pattern is observed in the helicopter and unmanned aerial vehicle sectors, where adaptation has been more dynamic and more operationally visible. Combat helicopters such as the Ka-52M and Mi-28NM show that Russian industry under sanctions can increase production relatively quickly when it relies on technically mature platforms, established production channels, and already proven solutions. An even more pronounced example is the unmanned aerial vehicle sector, which after 2022 became one of the most dynamic parts of Russian military production. Systems such as the Geran-2, Lancet-3, and various First Person View (FPV) drones are particularly significant, as their value lies in lower cost, a faster production cycle, and broad operational usability. It is precisely in this segment that one can most clearly see how a war economy favours systems capable of rapidly delivering usable results at the front.

At the same time, the paper shows that this progress is not based on full technological sovereignty. On the contrary, adaptation has largely rested on a combination of import substitution, parallel imports through third countries, cooperation with partner states, and reliance on civilian and semi-civilian capacities. In this sense, Russian adaptation has not meant the elimination of dependencies, but rather their partial circumvention, mitigation, and operational adjustment.

The main conclusion of the paper is that the technological adaptation of the Russian military aviation industry after 2022 has been selective rather than uniform. The greatest results have been achieved in segments with shorter production cycles, lower technological thresholds, and a more favourable relationship between cost and combat usability, while the most complex programmes have progressed more slowly and under greater constraints. The paper therefore concludes that the Russian military aviation industry has not become technologically sovereign, but it has become more operationally resilient. Its adaptation rests above all on pragmatic adjustment, selective reorganization, and the preservation of key capabilities under the conditions of a protracted war.

Keywords: *Russian military aviation industry, sanctions, combat aircraft, helicopters, unmanned aerial vehicles, war economy, import substitution, technological adaptation, operational resilience*

© 2026 The Author. Published by Vojno delo (<http://www.vojnodelo.mod.gov.rs>). This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



ТЕХНОЛОШКА АДАПТАЦИЈА РУСКЕ РАТНЕ ВАЗДУХОПЛОВНЕ ИНДУСТРИЈЕ У УСЛОВИМА САНКЦИЈА*

Наташа Н. Станојевић¹

Достављен: 15.4.2026.

Језик рада: Српски

Кориговано: 9.5.2026.

Тип рада: Прегледни рад

Прихваћен: 3.6.2026.

DOI број: 10.5937/vojdela2602121S

Апстракт: У раду се анализира технолошка адаптација руске ратне ваздухопловне индустрије у условима санкција, са посебним освртом на борбене авионе, хеликоптере и беспилотне летелице. Циљ истраживања је да се утврди у којој мери су санкциона ограничења, прекид спољних технолошких веза и захтеви дуготрајног рата утицали на развојне могућности, производне приоритете и оперативну улогу овог сектора. Примењени су метод анализе садржаја, компаративни метод и дескриптивно-структурна анализа доступне научне и стручне литературе, секторских извештаја и статистичких података. Резултати истраживања показују да санкције нису довеле до парализе руске ваздухопловне индустрије, али јесу значајно ограничиле технолошки најсложеније програме и повећале значај посредничке набавке критичних компоненти. Истовремено, анализа показује да је сектор развио различите механизме прилагођавања, укључујући супституцију увоза, сарадњу са партнерским државама и реорганизацију производних канала. Анализа указује да је адаптација била селективна: у сектору борбених авиона тежиште је померено ка модернизацији и серијској производњи проверених платформи, док су у сегменту хеликоптера и нарочито беспилотних летелица постигнути динамичнији резултати. Закључује се да руска ратна ваздухопловна индустрија после 2022. године није постала технолошки суверена, али јесте оперативно издржљивија, што потврђује да се њена адаптација заснива пре на прагматичном прилагођавању него на равномерном технолошком напретку.

Кључне речи: *руска ратна ваздухопловна индустрија, санкције, борбени авиони, хеликоптери, беспилотне летелице, ратна еко-*

* Рад је настао у оквиру научноистраживачког пројекта „Србија и изазови у међународним односима 2026. године”, који финансира Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије, а реализује Институт за међународну политику и привреду током 2026.

¹ Институт за међународну политику и привреду, Београд. Е-mail: natasa.stanojevic@diplomacy.bg.ac.rs, <https://orcid.org/0000-0001-5584-1040>

Увод

У савременим оружаним сукобима ваздухопловна индустрија представља један од технолошки најсложенијих и стратешки најосетљивијих сегмената одбрамбене производње. Њен значај не произлази само из производње борбених и транспортних авиона, хеликоптера и беспилотних летелица већ и из чињенице да овај сектор непосредно одражава степен технолошке развијености, индустријске интегрисаности и отпорности државе у условима спољних ограничења. Стога развој руске ратне ваздухопловне индустрије после 2014, а нарочито после 2022. године, представља важан показатељ не само ширих промена у структури руске одбрамбене економије већ и стварног домета њене технолошке и производне адаптације у условима дуготрајног рата.

Истраживачки проблем овог рада произлази из питања у којој мери је руска ратна ваздухопловна индустрија успела да се прилагоди санкцијама, прекиду спољних технолошких веза и захтевима дуготрајног рата. За руски војноиндустријски комплекс санкције нису представљале само финансијски и трговински притисак већ и дубок технолошки изазов, јер су ограничиле приступ полупроводницима, прецизним уређајима, електронским компонентама и другим кључним елементима производње, док је прекид сарадње са украјинским предузећима, нарочито у сегментима мотора и ваздухопловних компоненти, додатно погодио области у којима је постојала наслеђена постсовјетска међузависност (Connolly, 2018; Boulègue, 2025).

Предмет рада је технолошка адаптација руске ратне ваздухопловне индустрије у условима санкција, са посебним освртом на борбене авионе, хеликоптере и беспилотне летелице. Циљ рада је да се анализира на који су начин санкције, прекид спољних технолошких веза и прелазак на логику ратне економије утицали на развојне могућности, производне приоритете и оперативну улогу овог сектора. У средишту се налази питање у којој мери развој руске ратне ваздухопловне индустрије после 2022. године успева да одговори истовремено на санкциона ограничења, технолошке дефиците и растуће потребе дуготрајног ратовања. Рад се заснива на квалитативној анализи доступне стручне и научне литературе, анализи секундарних статистичких и секторских података, као и на компаративном сагледавању развојних и производних трендова унутар различитих сегмената руске ваздухопловне индустрије.

Рад је структуриран у неколико целина. Након увода, у другом делу разматрају се санкциони притисак, прекид спољних веза и технолошка зависност руске ваздухопловне индустрије. У трећем делу анализира се место овог сектора у ширем оквиру руске ратне економије и промена производних приоритета после 2022. године. У четвртном делу разматра се развој борбених авиона у условима санкција и рата, док је пети део посвећен хеликоптерима и беспилотним летелицама као сегментима убрзане адаптације. У закључку се синтетизују главни налази о дOMETИМА и ограничењима технолошке адаптације руске ратне ваздухопловне индустрије.

Санкциони притисак и технолошка зависност руске ваздухопловне индустрије

Санкције усмерене на руски одбрамбени сектор нису започеле 2022. године, већ након догађаја из 2014, када су западне државе почеле систематски да ограничавају приступ Русије војним технологијама, финансијама и роби двоструке намене. У ширем теоријском смислу, санкције се у литератури најчешће посматрају као инструмент економског државништва, односно као средство којим државе настоје да путем економског притиска утичу на понашање друге државе, ограниче њене капацитете или повећају цену одређених спољнополитичких и безбедносних одлука. Њихови ефекти, међутим, не зависе само од обима и доследности спољног притиска већ и од унутрашње структуре циљане економије, степена њене зависности, институционалне способности за прилагођавање и могућности проналажења алтернативних канала снабдевања. Полазећи од таквог разумевања санкција, овај рад не анализира санкције као општи феномен већ се усмерава на питање како су се конкретна ограничења одразила на технолошку адаптацију руске ратне ваздухопловне индустрије.

За разлику од енергетског сектора, где су првобитне мере биле више усмерене на поједине високо технолошке сегменте, у области одбране ограничења су имала шири обим. Она су обухватила не само готове системе и опрему већ и компоненте, електронику, специјализоване материјале и производну опрему, чиме су постепено почела да погађају саму технолошку основу руског војноиндустријског комплекса (Connolly, 2018; Connolly & Boulègue, 2018).

У таквом оквиру ваздухопловна индустрија заузимала је посебно осетљиво место. Реч је о једном од технолошки најсложенијих сегмената одбрамбене производње, који зависи од високо прецизне машинске обраде, сложених мотора, напредне електронике, навигационих и комуникационих система, као и од стабилних и дубоко интегрисаних ланаца снабдевања. Зато ограничен приступ страним полупроводницима, машинама и критичним компонентама није представљао само проблем набавке већ и ограничење за технолошки напредак, темпо модернизације и поузданост коначних платформи (Boulègue, 2025).

Додатно оптерећење за овај сектор представљао је прекид сарадње са Украјином. Наслеђена индустријска повезаност из совјетског периода значила је да Русија у појединим сегментима није имала потпуно заокружен домаћи производни циклус. Посебно су били важни украјински мотори за хеликоптере, као и одређене авионске компоненте и пратећи подсистеми. Прекид тих веза показао је да проблем руске ваздухопловне индустрије није био само у ограниченом приступу западним технологијама већ и у нарушавању постсовјетске индустријске интеграције на којој су почивали поједини критични сегменти производње (Connolly, 2018).

Нови, много оштрији удар уследио је после 2022. године, када су Сједињене Америчке Државе и њихови савезници проширили извозне контроле на широк круг критичних компоненти потребних за производњу наоружања и војне опреме. Како показује извештај CNA Crafting the Russian War Economy (2024), руска од-

брамбена индустрија била је затечена и обимом нових ограничења и чињеницом да су она ступила на снагу у тренутку наглог раста тражње за наоружањем услед великих губитака и потребе за попуном залиха. У таквим условима проблем више није био само у дугорочном успоравању модернизације већ у очувању саме производне издржљивости сектора који су зависили од микропроцесора, машинских алата и других тешко заменљивих инпута. За ваздухопловну индустрију, као сектор који спаја високу технолошку сложеност са директним ратним захтевима, то је значило улазак у нову фазу адаптације, под знатно тежим условима него после 2014. године.

Као одговор на те притиске руска држава је већ после 2014. године убрзала политику супституције увоза, локализације производње и тражења алтернативних добављача. Међутим, после 2022. овај процес је морао бити проширен и на друге компензационе механизме. Према CNA (2024), руска одбрамбена индустрија ослањала се на три кључне стратегије: супституцију увоза, увоз преко трећих земаља и инострану сарадњу са пријатељским државама. У оквиру новог санкционог режима више није било довољно само развијати домаће замене за раније увозне компоненте већ и обезбедити алтернативне канале снабдевања за оне подсистеме који се нису могли брзо и квалитетно локализовати. Управо зато санкције нису деловале само као спољно ограничење већ и као тест унутрашње способности руске индустрије да политички приоритет претвори у одржив производни капацитет.

Иако су ове стратегије донеле одређене резултате, њихови домети нису били једнаки у свим сегментима. У литератури се с разлогом указује да руска одбрамбена индустрија, упркос способности адаптације, и даље показује ограничења у модернизацији, приступу компонентама и брзом скалирању најсложенијих програма (Boulègue, 2025). До почетка двадесетих година овог века Русија је успела да изгради одређене механизме отпорности, али не и да у потпуности отклони технолошке слабости у ваздухопловној индустрији. После 2022. године показало се да су ти механизми били довољни за делимичну стабилизацију и реорганизацију производње, али не и за потпуно уклањање структурних зависности, што ће се најјасније испољити у различитом темпу адаптације појединих сегмената ваздухопловне индустрије.

Трансформација руске ваздухопловне индустрије у условима ратне економије

Почетак масовних војних операција у Украјини у фебруару 2022. године означио је преломан тренутак за руску одбрамбену индустрију, па тако и за њен ваздухопловни сегмент. Дотадашњи модел, у којем је тежиште било на постепеној модернизацији, технолошком унапређивању и очувању извозне конкурентности, морао је да буде прилагођен условима дуготрајног рата. Уместо развоја који је био усмерен пре свега на увођење нових генерација сложених платформи, у први план су дошли континуитет производње, надокнада губитака, ремонт, убрзана испорука и прилагођавање постојећих система непосредним оперативним

потребама фронта. На тај начин је и у ваздухопловној индустрији дошло до преласка са логике мирнодопске модернизације на логику ратне економије.

Ова трансформација није значила потпуно напуштање технолошких амбиција, али јесте променила њихово место у хијерархији приоритета. Како показује Соопер (2024), руски војноиндустријски комплекс после 2022. године значајно је проширио производњу у оним сегментима који су били непосредно повезани са текућим ратним напорима, док су технолошки захтевнији и дугорочнији програми трпели већа кашњења и ограничења. У случају ваздухопловне индустрије то је подразумевало да су већи значај добиле зреле и оперативно проверене платформе, као и системи који су могли релативно брзо да се производе, ремонтују и уводе у употребу, док су најсложенији програми задржали висок симболички и стратешки значај, али уз спорију динамику. Та промена није била само последица санкција већ и рационалан одговор на потребе рата у којем су масовност, брзина испоруке и техничка одрживост често имале предност над технолошким максимумом.

На институционалном нивоу, прелазак на ратну економију подразумевао је јаче административно усмеравање производње, приоритет војних уговора и интензивније коришћење постојећих индустријских капацитета. Анализе посвећене ратној производњи, буџетским приоритетима и ширем макроекономском оквиру показују да је Русија после 2022. године повећала буџетска издвајања, продужила рад у кључним производним секторима и убрзала мобилизацију ресурса у областима повезаним са ратном производњом (Соопер, 2024; Luzin & Prokopenko, 2023; Buklemishev, 2024a, 2024b; Соопер, 2025b). Такве промене нису биле ограничене само на ваздухопловни сектор већ су обухватиле шири индустријски оквир неопходан за дуготрајно вођење рата.

Подаци о индустријској производњи потврђују такву тенденцију. Према подацима Ростата, после 2022. године убрзан раст забележен је у више грана које су непосредно или посредно подржавале ратне напоре, укључујући електронику, електричну опрему и поједине сегменте транспортне индустрије (Соопер, 2025a; Luzin & Prokopenko, 2023). У том контексту индекс индустријске производње у сектору ваздухопловне опреме порастао је са 109,0 у 2022. години на 129,5 у 2023. и 134,1 у 2024, што, уз базну 2018. годину, указује на осетно ширење производње у овом сегменту после почетног поремећаја (Соопер, 2025a). Ипак, такав раст не треба тумачити као показатељ једноставне квантитативне експанзије, јер је ваздухопловна индустрија, за разлику од мање сложених грана, зависила и од способности да под санкцијама очува квалитет, функционалност и оперативну употребљивост летелица и њихових подсистема.

Зато је део адаптације у ваздухопловној индустрији био усмерен не само на производњу нових летелица већ и на ширење ремонтних и пратећих капацитета, стабилизацију снабдевања и поједностављивање појединих технолошких решења. Управо се у томе види специфичност овог сектора у условима ратне економије: док је у неким гранама раст било могуће постићи пре свега кроз повећање обима производње, у ваздухопловству је адаптација подразумевала сложеније усклађивање технолошких ограничења, производних могућности и оперативних потреба фронта.

Зато се унутар саме руске ваздухопловне индустрије после 2022. године јасно издвајају различите развојне логике. У домену борбених авиона задржан је нагласак на производњи и модернизацији постојећих, доказаних платформи, уз ограничено напредовање најсложенијих нових програма. Насупрот томе, у сектору хеликоптера и нарочито беспилотних летелица адаптација је добила динамичнији облик, јер су управо ти системи боље одговарали захтевима дуготрајног рата, брже серијске производње и трошковне рационализације. У том смислу прелазак на ратну економију није у руској ваздухопловној индустрији произвео једнообразан развој, већ је појачао унутрашњу диференцијацију сектора. Управо се у тој разлици између технолошки најсложенијих програма и оперативно најприлагодљивијих сегмената најбоље види стварни домет руске индустријске адаптације.

Борбени авиони у условима санкција и рата

Борбени авиони представљају технолошки најсложенији сегмент руске ратне ваздухопловне индустрије, јер обједињују високе захтеве у погледу мотора, авионике, радара, наоружања, навигације и интеграције више подсистема у јединствену платформу. Управо због тога они најбоље показују стварни домет руске индустријске адаптације у условима санкција. За разлику од сектора у којима се раст производње може брже постићи серијском експанзијом релативно једноставнијих система, у области борбене авијације санкције и технолошка ограничења директно погађају саму срж производног процеса. Зато се у овом сегменту после 2022. године истовремено виде и континуитет производње, и структурна ограничења, и селективна способност адаптације.

Агрегатни подаци Министарства одбране Русије показују да је ваздухопловни сегмент после 2022. године добио виши приоритет у оквиру ратне производње. У категорији „авиони и хеликоптери” реализоване испоруке износиле су 143 јединице 2019, 147 у 2020. и 151 у 2021. години, док је за 2022. планирано 257 јединица, а у 2023. реализовано 237 (Cooper, 2024). Иако ови подаци обједињују различите типове летелица и не омогућавају прецизно раздвајање борбених авиона од хеликоптера, они ипак показују да је ваздухопловна компонента после 2022. године добила значајније место у оквиру руске ратне економије. Истовремено, тек детаљнији увид у поједине програме открива унутрашњу неуједначеност овог сектора и разлику између зрелијих, оперативно проверених платформи и технолошки најамбициознијих програма.

Подаци о испорукама за период 2019–2023. показују постепено повећање производње борбених авиона, са укупно 132 нова примерка у том периоду. Бројка је расла са 20 авиона у 2019. на 40 у 2023. години, при чему је посебно уочљив тренд постепеног увођења ловца пете генерације Су-57, од једног примерка 2020. до десет у 2023. години (Cooper, 2024). Иако је ово важан сигнал технолошког напретка, његова улога на фронту остала је ограничена. Губитак авиона пете генерације представљао би не само велики финансијски трошак већ и снажан ударац репутацији руског наоружања. То значи да овај програм, и

поред свог високог симболичког значаја, не може бити носилац масовне адаптације у условима дуготрајног рата.

Производња проверених модела, попут Су-35С и Су-34, настављена је стабилнијим темпом. Су-35С, као кичма руске ловачке авијације, бележио је континуирану испоруку, од 10 јединица 2019. до 12 јединица 2023. године. Су-34 и његова модернизована варијанта Су-34М такође су били у фокусу: десет примерака Су-34М испоручено је 2022, а још осам у 2023. години (Cooper, 2024). Су-30СМ2 и МиГ-35С/35УБ производили су се у ограниченим серијама, док су тренажни авиони Јак-130 и даље представљали важан сегмент за обуку пилота. Ови подаци упућују на то да је руска индустрија у условима санкција тежиште ставила на платформе које су већ технолошки зреле, оперативно проверене и индустријски изводљиве. Управо такве платформе боље одговарају логици ратне економије, у којој је кључно обезбедити континуитет испорука и борбену употребљивост, а не искључиво технолошки максимум.

Подаци о глобалној структури активне борбене авијације показују да руски типови и даље заузимају значајно место у светским флотама. Према подацима Flight Global (2025), групација Су-27/30/34/35 учествује са 9% у светској активnoj флоти борбених авиона, док МиГ-29 чини још 5%, а Су-24 и Су-25 по 3%. То указује на трајност совјетско-руског ваздухопловног наслеђа, али истовремено и на чињеницу да се руска позиција у великој мери и даље ослања на платформе старијих генерација, док је увођење технолошки напреднијих модела знатно спорије.

Као дугорочни симбол технолошких амбиција Русије, Су-57 остаје кључан програм. Први лет одржан је још 2010. године, али је тек крајем 2020. испоручена прва јединица. Ово кашњење показује структурна ограничења у способности индустрије да скалира технолошки напредне платформе у условима ограниченог приступа глобалним ланцима снабдевања. У мају 2025. јавности је представљен Су-57М, унапређена верзија са новим технолошким решењима, што указује на то да, упркос санкцијама и ограниченим производним капацитетима, руска ваздухопловна индустрија и даље настоји да одржи развој најнапреднијих борбених платформи (Army Recognition Group, 2025). Ипак, ограничен обим производње показује да овакав напредак остаје у сенци јаза између технолошких амбиција и индустријских могућности.

На нивоу укупне авијацијске флоте, Русија је задржала позицију једне од водећих сила. Почетком 2022. имала је другу највећу флоту војних авиона на свету, а ту позицију задржала је и 2024. године са 4.292 летелице, укључујући хеликоптере (Flight Global, 2025). За 2024. годину процењује се да је произведено између 22 и 28 нових авиона свих типова (ТСН, 2024), док су за 2025. руски званичници саопштили да су нове серије Су-34 и Су-57 већ испоручене на ратиште, иако њихов тачан број није објављен. Укупан биланс у три године рата, 2022–2024, износи приближно 70–80 нових авиона, што показује да Русија, упркос санкцијама, одржава стабилан производни темпо и обезбеђује снабдевање својих ваздухопловних снага. Ипак, тај темпо не мења основну чињеницу да се адаптација у сектору борбених авиона пре свега ослања на модернизацију и серијску произ-

водњу већ проверених платформи, док најсложенији програми напредују знатно опрезније.

У економској логици ратне индустрије сектор борбених авиона зато илуструје два паралелна обрасца. С једне стране, ограничена производња Су-57 и његових модификација служи као симболичка демонстрација технолошке способности и амбиције да се задржи статус ваздухопловне силе високог ранга. С друге стране, ослањање на проверене и оперативни важније платформе као што су Су-35С и Су-34 омогућава задовољавање непосредних борбених потреба. Ова комбинација сведочи да руска индустрија у домену борбених авиона није била паралисана санкцијама, али ни да је у потпуности превазишла њихове последице. Њена адаптација је стварна, али селективна: усмерена више на очување и постепено ширење постојећих способности него на брз пробој ка новој технолошкој генерацији средстава.

Хеликоптери и беспилотне летелице као сегменти убрзане адаптације

Сектор хеликоптера и беспилотних летелица представља најупечатљивији пример адаптације руске ратне ваздухопловне индустрије у условима санкција и дуготрајног рата. За разлику од борбених авиона, где технолошка сложеност, висока цена и спорији производни циклуси намећу озбиљна ограничења, хеликоптери и посебно беспилотне летелице омогућили су флексибилнији одговор на захтеве фронта. Управо зато се у овом сегменту најјасније види како ратна економија фаворизује системе који најбоље повезују трошковну рационалност, серијску производњу и непосредну оперативну употребљивост произведених средстава.

Русија је у последњим годинама остварила значајан раст у производњи кључних модела борбених хеликоптера, пре свега Ка-52М *алигатор* и Ми-28НМ *ноћни ловац*. Као технички зреле и већ оперативни проверене платформе, ова два модела омогућила су релативно бржу производну адаптацију него што је то био случај у сектору борбених авиона. Њихова предност лежи у ослањању на постојећа платформа, уходане ланце снабдевања и дугогодишње искуство производње, па је у условима рата било могуће повећати темпо испорука без потпуног ослањања на нову генерацију технолошких решења. То не значи да хеликоптерски сектор није био погођен санкцијама, већ да је у њему раскорак између технолошких ограничења и оперативних захтева био мањи него код најсложенијих борбених авиона.

Производња Ка-52/52М интензивирана је како би се надокнадили оперативни губици и обезбедило одржавање стабилног нивоа ваздушне подршке копненим снагама. Према доступним подацима, Русија је у августу 2021. потписала уговор за 15 хеликоптера Ка-52/52М, који су испоручени 2022. године, а још 15 током 2023. године, док је у лето 2022. закључен и нови уговор за неоткривен број летелица. Министар одбране Сергеј Шојгу изјавио је у јулу 2023. да је производња Ка-52 удвостручена у односу на претходну годину, што упућује на закључак да је

серија у 2023. години била осетно већа него раније (Cooper, 2024). Овај модел стекао је посебан значај у рату у Украјини као средство блиске ватрене подршке и дејства против копнених циљева, што је додатно повећало притисак на индустрију да очува континуитет производње и ремонта.

Сличан значај имао је и Ми-28НМ, чија је серијска производња започета 2020. године (Grishchenko, 2020). Према ранијим плановима, до 2027. године требало је да буде набављено 98 јединица овог модела, док је у јулу 2023. Шојгу навео да је његова производња утростручена у односу на претходну годину. Подаци које наводи Levichev (2023) указују да су оружане снаге 2022. добиле укупно 110 хеликоптера, према плану од 71, у односу на 48 у 2021. години, док је укупна испорука у 2023. могла достићи и до 125 јединица. Иако ове процене треба тумачити опрезно, оне ипак показују да је у сектору хеликоптера после 2022. године дошло до већег повећања производње него у сектору борбених авиона, што потврђује да је овај сегмент био погоднији за убрзану адаптацију у условима ратне економије.

Подаци о укупној флоти такође су значајни за разумевање овог процеса. Према Flight Global (2025), број активних хеликоптера у руској војсци смањен је са 952 у 2022. на 841 у 2024. години. Ипак, чињеница да је флота одржана на нивоу изнад 800 летелица упркос високој стопи губитака указује да су производни и ремонтни капацитети успевали да бар делимично надоместе оперативно трошење. То потврђује да је у условима рата руска индустрија имала веће могућности да одржи и прошири производњу система заснованих на зрелим техничким решењима него што је то био случај код најнапреднијих програма борбене авијације.

Још израженији пример адаптације представља сектор беспилотних летелица. Ако су хеликоптери показали способност руске индустрије да очува континуитет у производњи зрелих и борбено важних платформи, онда су беспилотне летелице показале њену способност да у условима санкција изгради нови, динамичнији и трошковно рационалнији сегмент војне производње. Управо су дронови постали симбол прилагођавања руске ратне економије захтевима дуготрајног рата, у којем значај немају само технолошки најсавршенији системи већ и они који могу бити произведени у великом броју, брзо уведени у употребу и релативно лако замењени.

Према подацима ЦАМТО, производња беспилотних летелица у Русији достигла је више од 20.000 јединица у 2023. години, што представља једну од најзначајнијих промена у структури руске ратне производње после 2022. године. Овде није био циљ да се у кратком року створи технолошки најсофистициранији сегмент војне индустрије, већ да се обезбеди велики број јефтиних и оперативно употребљивих платформи које могу обављати извиђачке и ударне задатке, као и коректуру артиљеријске ватре уз знатно ниже трошкове од класичних система.

Институционални оквир ове промене такође је значајан. Према подацима War Wings Daily (2025), Русија је за период 2022–2025. издвојила око 243 милијарде рубаља за сектор беспилотних летелица, уз план да додатних 112 милијарди буде усмерено до 2028. године. Финансирање изван редовног војног буџета указује да је држава овај сектор третирала као посебан развојни и произ-

водни приоритет. Према истом извору, планирано је и формирање 48 истраживачко-развојних и производних центара, уз циљ производње 180.000 јединица до 2030. године. То показује да беспилотне летелице нису посматране само као привремено решење настало под притиском рата, већ као трајнији елемент нове индустријске архитектуре ратне економије.

Развој овог сектора, међутим, није био заснован искључиво на домаћим капацитетима. Према CNA (2024), руска одбрамбена индустрија је после 2022. године настојала да ублажи ефекте извозних контрола кроз три основне стратегије: супституцију увоза, паралелни увоз преко трећих земаља и сарадњу са пријатељским државама. Управо у сектору беспилотних летелица комбинација паралелног увоза и стране сарадње дала је највидљивије резултате. Другим речима, успех дронског сектора није проистекао из потпуног превазилажења санкција, већ из способности да се њихови ефекти ублаже флексибилнијим и мање формалним каналима снабдевања.

Посебно важну улогу у том процесу имала је сарадња са Ираном. Како указује Avdaliani (2024), руско-иранска војна сарадња после 2022. године подигнута је на нови ниво, а сектор беспилотних летелица постао је једно од њених највидљивијих поља. Употреба и даља адаптација дронова повезаних са иранским моделом *шахед-136*, који су у руској употреби добили ознаку *геран-2*, показује да је Русија настојала не само да увози готова решења већ и да их постепено уклапа у сопствени производни и оперативни оквир. У том смислу иранска сарадња није имала значај само као привремено попуњавање технолошког дефицита већ и као средство за брже ширење једног сегмента војне производње који је у условима дуготрајног рата добијао све већи значај. Истовремено, новији извештаји указују да санкције нису биле довољне да у потпуности прекину канале руско-иранске сарадње у овој области, што додатно потврђује да је руска адаптација у сектору беспилотних летелица била ослоњена и на спољне partnere, а не само на домаће капацитете (Soliday, 2025).

На оперативном нивоу резултати такве адаптације постали су видљиви релативно брзо. Лутајућа муниција као што је *ланцет-3* омогућила је прецизне ударе по циљевима на тактичкој и оперативној дубини, уз мање трошкове него код употребе скупљих ракетних система. FPV дронови, попут модела *привет-82*, постали су економски рационална допуна, а у неким случајевима и замена за традиционалне артиљеријске и ракетне системе. Њихова вредност није била у технолошкој савршености већ у односу цене, брзине производње и ефеката непосредне борбене примене. Ипак, овај модел адаптације имао је и очигледне слабости. Производња се у значајној мери ослањала на ручну монтажу, аналогне или полупрофесионалне системе управљања и увоз компоненти чије снабдевање није било у потпуности стабилно. То значи да масовност производње беспилотних летелица није нужно значила и пуну технолошку самодовољност.

Управо зато треба имати у виду да сектор беспилотних летелица најбоље илуструје природу руске адаптације. С једне стране, он показује изузетну способност индустрије да у кратком року прошири производњу, укључи нове актере, ослони се на цивилне и полувивилне капацитете и развије велики број оперативних употребљивих система. С друге стране, тај успех почива на компромису

насталом као резултат уважавања поједностављивања техничко-технолошких решења присутне делимичне технолошке зависности и ослањања на спољне канале набавке. Због тога је сектор дронова истовремено и најуспешнији пример руске ратне адаптације и најјаснији показатељ њених граница.

Посебно илустративан пример ове адаптације представља развој мобилног система за лансирање дронова *геран-2*. Овај систем, заснован на модификованом камиону КамАЗ-6350, показује да руска индустрија није повећавала само број произведених беспилотних летелица већ је настојала и да их оперативно интегрише у мобилније, флексибилније и отпорније платформе. Повезивање дронова-камиказа са копненим лансирним системима упућује на постепену институционализацију и увођење беспилотних летелица у доктринарне норме и дефинисање начела њихове употребе.

Јавно представљање камионског лансера одражава институционално учење из недавних сукоба, а посебно из рата у Украјини, у којем су беспилотне летелице добиле важну улогу у извиђању, прецизним ударима и психолошком дејству. Постављањем система за лансирање ближе фронту Русија настоји да смањи време лета дронова, повећа брзину реаговања и отежа противмере противника. У том смислу овај систем не представља само техничку модификацију постојеће платформе већ и прилагођавање начина њене употребе захтевима динамичнијег и флексибилнијег ратовања.

Стратешки посматрано, развој оваквих система указује на неколико главних карактеристика руске војне производње након 2022. године. Прво, он показује да санкције нису зауставиле процес домаћег копирања, модификације и прилагођавања страних технологија, већ су га додатно подстакле. Друго, интеграција „дренова-камиказа“ у мобилне копнене платформе сведочи о настојању да се беспилотни системи уклопе у шири оперативни оквир, уместо да остану изоловано средство појединачних удара. Треће, овакав развој открива покушај да се повећа отпорност и аутономија у условима борбе у којој су фиксне лансирне позиције и спори системи посебно рањиви.

Ова иновација стога показује како се руски војноиндустријски комплекс представља прилагођавати у условима ограничења, користећи постојеће платформе и поједностављене технологије беспилотних летелица ради стварања асиметричних капацитета који рационално спајају економску ефикасност, оперативну покретљивост и стратешку делотворност. Управо је у томе шири значај *герана-2*: не само у самој летелици већ у чињеници да она постаје део мобилнијег, брже прилагодљивог и институционално организованијег модела ратовања.

Зато сектор хеликоптера и беспилотних летелица у целини представља најјаснију потврду да руска ратна ваздухопловна индустрија после 2022. године није реаговала једнообразно. Док је у домену борбених авиона адаптација била опрезна, селективна и условљена високим технолошким ограничењима, у овом сегменту дошло је до осетно динамичније реорганизације. Хеликоптери су омогућили релативно стабилно одржавање ваздушне подршке на основу зрелих индустријских решења, док су беспилотне летелице постале носилац нове логике ратне производње, засноване на масовности, нижој цени и бржем циклусу адаптације. Управо зато се може закључити да је унутар руске ваздухопловне

индустрије највећи степен оперативне и индустријске прилагодљивости после 2022. године постигнут у системима који су боље одговарали економској и технолошкој логици дуготрајног рата.

Закључак

Анализа технолошке адаптације руске ратне ваздухопловне индустрије у условима санкција показује да се њени домети не могу свести ни на тезу о индустријском слому, ни на тезу о потпуно успешној замени спољних зависности. Санкције, посебно након 2014. године, а још израженије после 2022, несумњиво су ограничиле приступ критичним компонентама, успориле технолошки најсложеније програме и појачале рањивост сектора који зависе од дубоко интегрисаних производних ланаца. Ипак, оне нису довеле до парализе руске ваздухопловне индустрије. Напротив, рат у Украјини показао је да је Русија успела да очува континуитет производње, реорганизује приоритете и изгради механизме адаптације који, иако непотпуни, омогућавају функционисање сектора у условима дуготрајног сукоба.

Кључни закључак јесте да адаптација није била равномерна, већ структурно селективна. Управо та неуједначеност није знак случајности, већ одраз логике ратне економије, јасних тежишта и приоритета. Уместо равномерног технолошког напретка, рат и санкције подстакли су концентрацију ресурса на сегменте који могу брже да дају оперативни резултат, уз прихватљив однос између цене, брзине и квалитета производње, сложености и борбене употребљивости. Зато су најсложенији програми, попут напредних борбених авиона нове генерације, наставили да постоје као важан симбол технолошке амбиције и стратешког статуса, али нису постали основа масовне ратне адаптације. Насупрот томе, већи домет постигнут је тамо где су постојале стабилније индустријске основе, краћи циклуси производње и мања технолошка зависност и осетљивост.

У сектору борбених авиона то значи да руска индустрија није изгубила способност производње и модернизације, али је њена адаптација остала ограничена потребом да се ослони на проверене платформе и постепено унапређивање постојећих система. Другим речима, у овом сегменту санкције нису зауставиле развој, али су промениле његов карактер: уместо брзог технолошког пробоја, тежиште је померено ка очувању континуитета, индустријској изводљивости и одрживости у условима дуготрајног рата. То показује да је у области борбене авијације руска адаптација стварна, али ограничена, односно способна да одржи систем, али не и да у кратком року радикално превазиђе његове структурне слабости.

Сектор хеликоптера и нарочито беспилотних летелица испољио је другачији начин функционисања. Управо у тим сегментима најбоље се види да руска ратна економија не функционише пре свега по моделу технолошке супериорности, већ по моделу селективне и прагматичне адаптације. С једне стране, овај део индустрије показује изузетну способност да у кратком року прошири производњу, укључи нове актере, ослони се на цивилне и полувивилне капацитете и развије

велики број оперативно употребљивих система. С друге стране, тај успех почива на комбинацији поједностављених решења и ослањања на спољне канале набавке услед делимичне технолошке зависности. Због тога сектор беспилотних летелица представља истовремено и најуспешнији пример руске ратне адаптације и најјаснији показатељ њених граница. Његова ефикасност не проистиче из потпуног технолошког суверенитета, већ из настале потребе и достигнуте способности да се ограничења заобиђу и ублаже, а недостајуће техноекономске способности адекватно надоместе.

Управо у томе лежи и шири значај овог истраживања. Руски пример показује да у условима дуготрајног рата индустријска отпорност не подразумева нужно отклањање свих зависности, већ способност система да остане еластичан, да се брзо прилагођава и да очува производњу у складу са борбеним захтевима. Међутим, таква адаптација има цену: она често подразумева одлагање сложенијих развојних циљева, ослањање на поједностављене технолошке моделе, већу зависност од спољних посредних канала снабдевања и јаче административно усмеравање индустријског система. Управо зато резултати овог рада упућују и на ширу поруку државном систему: у условима повећане геополитичке неизвесности и технолошких прекида расте значај дугорочног и усклађеног државног планирања. То се односи не само на планирање одбране и ратне економије у ужем смислу већ и на повезивање индустријског развоја, технолошке базе, просторног развоја, инфраструктуре, кадровске политике и организације ланца снабдевања. У том смислу некадашњи концепт друштвеног планирања, без обзира на то што је припадао другачијем систему, подсећа на значај управљачке функције која треба да предупреди улазак система у нежељено стање и да, у случају поремећаја, омогући бржи и организованији опоравак.

Истовремено, анализа показује да се отпорност индустрије не сме посматрати само кроз способност производње већ и кроз њену логистичку изводљивост и дугорочну одрживост. То значи да се и одбрамбена и цивилна индустрија, као и њихови производи и услуге, морају сагледавати кроз читав животни циклус, од мирнодопских услова, преко мобилизације, до дуготрајног рата, уз уважавање свих актера, просторних ограничења и канала кретања ресурса. Посебан значај у том оквиру има вишеопционо снабдевање, ослањање на више извора, краће и отпорније канале допремања, као и доношење одлука које нису само технички или стратешки пожељне већ и логистички оправдане, изводљиве и одрживе у дужем року. Зато се руска ратна ваздухопловна индустрија после 2022. године може разумети не као пример потпуно обновљене технолошке самосталности, већ као пример индустрије која је под снажним притиском успела да постане жилавија и оперативно издржљивија, али уз јасно видљиве границе такве адаптације.

Литература

[1] Army Recognition Group. (2025). ALERT: Russia enhances Su-57M1 fighter jet with artificial intelligence and aerodynamic upgrades. <https://armyrecognition.com/>

news/aerospace-news/2025/alert-russia-enhances-su-57m1-fighter-jet-with-artificial-intelligence-and-aerodynamic-upgrades

[2] Avdaliani, E. (2024). Iran and Russia enter a new level of military cooperation. Stimson Center. <https://www.stimson.org/2024/iran-and-russia-enter-a-new-level-of-military-cooperation/>

[3] Boulègue, M. (2025). Russia's struggle to modernize its military industry. Chatham House. <https://www.chathamhouse.org/2025/07/russias-struggle-modernize-its-military-industry>

[4] Buklemishev, O. V. (2024a). Factors of military Keynesianism in modern economic policy in Russia. *Voprosy Ekonomiki*, 11, 5–17. <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2024-11-5-17>

[5] Buklemishev, O. V. (2024b). Russian economic development under forceful defence spending growth. *Russian Journal of Economics*, 10(4), 319–331. <https://doi.org/10.32609/r.je.10.141382>

[6] CNA (2024). Crafting the Russian War Economy, <https://www.cna.org/reports/2024/10/Crafting-the-Russian-War-Economy.pdf>

[7] Connolly, R. (2018). Russia's response to sanctions: How Western sanctions reshaped political economy in Russia. *Valdai Papers, Russia in Global Affairs*. <https://eng.globalaffairs.ru/articles/russias-response-to-sanctions-how-western-sanctions-reshaped-political-economy-in-russia/>

[8] Connolly, R., & Boulègue, M. (2018). *Russia's new state armament programme: Implications for the Russian armed forces and military capabilities to 2027*. Chatham House. <https://www.chathamhouse.org/2018/05/russias-new-state-armament-programme>

[9] Cooper, J. (2024). Military production in Russia before and after the start of the war with Ukraine: To what extent has it increased and how has this been achieved? *The RUSI Journal*, 169(4), 10–29. <https://doi.org/10.1080/03071847.2024.2392990>

[10] Cooper, J. (2025a). Military production in Russian official statistics of industrial output. *BOFIT Policy Brief*, No. 6/2025, Bank of Finland, Bank of Finland Institute for Emerging Economies (BOFIT), Helsinki. <https://nbn-resolving.de/urn:nbn:fi-fe2025031718238>

[11] Cooper, J. (2025b). Preparing for a fourth year of war: Military spending in Russia's budget for 2025. *SIPRI Insights on Peace and Security*, No. 2025/04. Stockholm International Peace Research Institute.

[12] Flight Global (2025). *World Air Forces 2025*.

[13] Grishchenko, N. (2020, September 30). Nachalos' seriinoe proizvodstvo udarnykh vertoletov Mi-28NM [Serial production of Mi-28NM attack helicopters has started]. RG.ru. <https://rg.ru/2020/09/30/reg-ufo/nachalos-serijnoe-proizvodstvo-udarnyh-vertoletov-mi-28nm.html>

[14] Levichev, D. (2023, December 30). Skol'ko my vypuskaem boevykh samoletov i vertoletov [How many combat aircraft and helicopters do we produce?]. Proza.ru. <https://proza.ru/2023/12/30/99>

[15] Luzin, P., & Prokopenko, A. (2023, October 11). Russia's 2024 budget shows it's planning for a long war in Ukraine. *Carnegie Endowment for International Peace*. <https://carnegieendowment.org/2023/10/11/russia-s-2024-budget-shows-it-s-planning-for-long-war-in-ukraine-pub-90738>

[16] Soliday, D. (2025, November 24). Sanctions aren't enough to shut down the Moscow-Tehran black market for war. Center for a New American Security. <https://www.cnas.org/publications/commentary/sanctions-arent-enough-to-shut-down-the-moscow-tehran-black-market-for-war>

[17] TCH. (2024). *How much combat aviation Russia has produced in 2024: An expert revealed shocking numbers*. TCH. <https://tsn.ua/en/ato/how-much-combat-aviation-russia-has-produced-in-2024-an-expert-revealed-shocking-numbers-2626767>

[18] War Wings Daily. (2025). Russia is setting up a massive military drone industry. War Wings Daily. <https://warwingsdaily.com/russia-is-setting-up-a-massive-military-drone-industry/>

[19] ЦАМТО. (2023, 21. децембар). Генерал армии Валерий Герасимов провел брифинг для иностранных военных атташе. Центр анализа мировой торговли оружием. <https://armstrade.org/includes/periodics/news/2023/1221/140077126/detail.shtml>

Резиме

У раду се анализира технолошка адаптација руске ратне ваздухопловне индустрије у условима санкција, са посебним фокусом на три кључна сегмента: борбене авионе, хеликоптере и беспилотне летелице. Циљ истраживања је да се утврди у којој мери су санкциона ограничења, прекид спољних технолошких веза и захтеви дуготрајног рата утицали на развојне могућности, производне приоритете и оперативну улогу овог сектора. Анализа је заснована на доступној научној и стручној литератури, секторским извештајима и статистичким подацима, уз примену анализе садржаја, компаративног метода и дескриптивно-структурне анализе.

У раду се показује да санкције нису довеле до парализе руске ратне ваздухопловне индустрије, али јесу значајно ограничиле њене технолошки најсложеније програме. То се нарочито види у сектору борбених авиона, где су ограничења у приступу напредној електроници, електронским системима, критичним компонентама и међународно повезаним производним ланцима највише погодила најамбициозније програме. У том контексту анализирани су, између осталог, Су-57, Су-35С, Су-34М, Су-30СМ2 и МиГ-35. Истраживање показује да је програм Су-57 задржао висок симболички и стратешки значај, али да његова производња остаје ограничена, што открива јаз између технолошких амбиција и индустријских могућности. Насупрот томе, већи значај добиле су проверене платформе као што су Су-35С и Су-34/Су-34М, чија је серијска производња била реалније прилагођена захтевима рата. У том сегменту адаптација је зато била

стварна, али ограничена: усмерена ка очувању континуитета производње, модернизацији постојећих система и постепеном ширењу способности, а не ка брзом технолошком пробоју.

Другачији образац уочава се у сектору хеликоптера и беспилотних летелица, где је адаптација била динамичнија и оперативно видљивија. Борбени хеликоптери Ка-52М и Ми-28НМ показују да руска индустрија у условима санкција може релативно брже да повећа производњу када се ослања на технички зреле платформе, уходане производне канале и већ проверена решења. Још израженији пример представља сектор беспилотних летелица, који је после 2022. године постао један од најдинамичнијих делова руске војне производње. Посебно су значајни системи као што су *геран-2*, *ланцет-3* и различити First Person View (FPV) дронови, чија је вредност у нижој цени, бржем циклусу производње и широкој оперативној употребљивости. Управо у овом сегменту најјасније се види како ратна економија фаворизује системе који могу брзо да обезбеде употребљив резултат на фронту.

Истовремено, рад показује да овај напредак није заснован на потпуном технолошком суверенитету. Напротив, адаптација је у великој мери почивала на комбинацији супституције увоза, паралелног увоза преко трећих земаља, сарадње са партнерским државама и ослањања на цивилне и полуцивилне капацитете. У том смислу руска адаптација није значила отклањање зависности, већ њихово делимично заобилажење, ублажавање и оперативно прилагођавање.

Основни закључак рада јесте да је технолошка адаптација руске ратне ваздухопловне индустрије после 2022. године била селективна, а не равномерна. Највећи резултати постигнути су у сегментима са краћим производним циклусима, нижим технолошким прагом и повољнијим односом цене и борбене употребљивости, док су најсложенији програми напредовали спорије и под већим ограничењима. Зато се закључује да руска ратна ваздухопловна индустрија није постала технолошки суверена, али јесте постала оперативно издржљивија. Њена адаптација почива пре свега на прагматичном прилагођавању, селективној реорганизацији и очувању кључних способности у условима дуготрајног рата.

Кључне речи: *руска ратна ваздухопловна индустрија, санкције, борбени авиони, хеликоптери, беспилотне летелице, ратна економија, супституција увоза, технолошка адаптација, оперативна издржљивост*

