

УДК 623.7

DOI: [https://doi.org/1034169/2414-0651.2022.3\(35\)55-67](https://doi.org/1034169/2414-0651.2022.3(35)55-67)

Р. М. ЖИВОТОВСЬКИЙ, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
<https://orcid.org/0000-0002-2717-0603>

О. М. ШИНКАРУК, доктор технічних наук професор
<https://orcid.org/0000-0003-4499-8282>

М. Ю. ЯКОВЛЕВ, доктор технічних наук професор
<https://orcid.org/0000-0002-3009-0719>

А. С. ВАРСЕГОВ
<https://orcid.org/0000-0002-6255-09271>
(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ)

О. В. ДОКУЧАЄВ, кандидат технічних наук
(Управління Служби Безпеки України в Луганській і Донецькій областях, м. Київ)

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ УЛАМКІВ ЗБРОЇ РФ ЗА НОМЕНКЛАТУРОЮ ПОВІТРЯНИХ СИЛ

В статті наведено сутність, основні етапи, особливості та приклади застосування методики дослідження елементної бази уламків зброї РФ за номенклатурою Повітряних сил. Надано хронологію та проведено узагальнення результатів досліджень, встановлено основні країни та фірми виробники цієї елементної бази, її призначення та основні характеристики. Встановлено основні категорії елементної бази зі складу уламків зброї РФ за номенклатурою Повітряних сил.

За результатами досліджень визначено децимальні номери практично для всієї елементної бази уламків досліджуваних зразків зброї РФ за номенклатурою Повітряних сил, що дозволило визначити її виробників, провести ідентифікацію, встановити її технічні характеристики. Показано, що наявність децимальних номерів елементної бази дозволяє визначати схеми кооперації під час її виробництва та знаходити аналоги (для поширення санкційних списків).

Запропоновано шляхи використання отриманих результатів, наведено топологію елементної бази іноземного виробництва досліджуваних уламків озброєння та військової техніки РФ за номенклатурою Повітряних сил.

Ключові слова: елементна база, уламки зброї, війна проти України, методика, децимальні номери, реінжиніринг, Повітряні сили, ідентифікація, санкції, топологія.

ВСТУП

Визнання українським народом демократичних принципів свого подальшого розвитку зумовило обрання Україною Європейського вектору розвитку, прагнення вступу до Європейського союзу та Організації Північноатлантичного альянсу (НАТО). Все це викликало посилення конфронтаційних процесів з боку РФ, яка продовжує вважати Україну «сферою свого впливу», і, як наслідок, повномасштабне вторгнення країни-агресора (РФ) в Україну 24 лютого 2022 року. Війна, яку розв'язала РФ, є проявом загарбницьких планів РФ стосовно України, а також загрозою усьому демократичному світу, найвищим ступенем цинізму та зухвалості, нехтування нормами міжнародних відносин, визнання та безпеки незалежних країн.

Характерною особливістю ведення військової агресії РФ проти України є нанесення масованих повітряних ударів по об'єктах критичної інфраструктури, важливим державним і військовим об'єктам, об'єктах соціально-побутової та житлової інфраструктури, медичних і освітніх закладах, що знаходяться за межами зони ведення активних бойових дій (проведення військових наземних операцій). Для нанесення цих ударів країною-агресором застосовуються, як правило, крилаті ракети повітряного, морського та наземного базування [1], модифіковані ракети ЗРК С-300 до ракет класу «поверхня – поверхня», а також безпілотні літальні апарати (БПЛА) та дрони-камікадзе. Уся ця зброя за ознаками [2] відноситься до класу високоточної зброї, а тому є наочним, що виготовлення її окремих зразків здійснено у кооперації з іноземними виробниками сучасної елементної бази. Тому, одним з завдань протидії нанесенню масованих повітряних ударів по території України вважається дослідження уламків зброї РФ на предмет наявності в ній елементної бази та інших комплектуючих, що виготовлені в інших державах та поставлені до РФ або виготовлені в кооперації. Вирішення цього завдання спрямоване на встановлення корпоративних і логістичних зв'язків РФ з іншими країнами щодо виготовлення високоточної зброї, з метою введення санкцій і, як наслідок, ускладнення або унеможливлення цих зв'язків у подальшому, для поповнення арсеналів відповідної зброї, що обумовлює актуальність даного дослідження [3–6].

РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕНОГО АНАЛІЗУ

З погляду на проведення науково-технічних експертиз (НТЕ) і різноманітного аналізу (за запитами органів безпеки і оборони за відповідною компетенцією) озброєння РФ, яке застосовується для нанесення масованих повітряних ударів по території України, авторами констатується його відмінність за конструктивними особливостями і принципами побудови та бойового застосування (літаки, вертольоти, БПЛА, крилаті ракети різних типів базування, модифіковані засоби ураження), а також станом уламків (вцілілих

елементів, вузлів і агрегатів) з одного боку, і необхідність єдиного підходу щодо проведення НТЕ, з другого боку. Наявність даного протиріччя, в окремих випадках, ускладнює проведення експертиз і різноманітних досліджень цього озброєння. Усунення даного протиріччя пропонується шляхом розробки методики дослідження елементної бази уламків зброї рф за номенклатурою Повітряних сил.

Проведений аналіз публікацій [3–15] свідчить про відсутність єдиних, універсальних підходів щодо проведення комплексної НТЕ зброї, яка різниться за конструктивними особливостями, принципами побудови та бойового застосування і станом вцілілих вузлів і елементної бази.

Отже, **метою статті** є розробка методики дослідження елементної бази уламків зброї рф за номенклатурою Повітряних сил, що утримує універсальний погляд щодо процесу та завдань експертизи, які визначені вище, незалежно від типу цієї зброї.

СУТНІСТЬ ТА ОСНОВНІ ЕТАПИ МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Пошукові дослідження проводилися колективом Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України (ЦНДІ ОВТ ЗСУ) протягом лютого-червня 2022 року, як у складі виїзних дослідницьких груп на всій території України, так і в постійному місці дислокації. В останньому випадку, уламки ОВТ російської федерації (рф) отримано від Головного управління розвідки Міністерства оборони України. Ці уламки зброї рф попередньо оглядали, виявляли місце та час знаходження, фіксували це (з вказівкою, хто передав ці уламки). Всі уламки ОВТ рф фіксувалися фотографічно із зазначенням дат та прив'язок до геокоординат, а також з додаванням додаткових даних від тих, хто передавав ці уламки.

Перший етап методики передбачає фотографування усіх уламків зброї рф, що не потребують розбирання.

На другому етапі дослідження проводилося розбирання складових частин уламків зброї (рис. 1) з наступним фотографуванням блоків (і, зокрема, елементної бази) в яких знаходяться елементи іноземного виробництва.

Наступним етапом була ідентифікація досліджуваного зразка зброї, як в цілому, так і його складових елементів з метою виявлення таких, що вироблено за межами рф. Для цього використовувався досвід експертів зі складу групи дослідження. Крім того, групи дослідження користувалися також і відомостями та фотографіями із мережі Internet (наприклад, на сайтах виробників цієї зброї, в соціальних мережах тощо), як допоміжною інформацією (тому що часто важко перевірити її достовірність). Також, інформація з відкритих джерел не завжди містить докладний опис об'єкта, особливо зовнішнє та внутрішнє маркування, яке є необхідним для ідентифікації зразку ОВТ та його елементної бази.

Четвертий етап дослідження передбачав визначення фірм та країн виробників, децимальних номерів, основних характеристик і документування отриманих даних. Метою цього етапу було створення топології елементної бази уламків ОВТ рф.

За результатами досліджень було сформульовано основні висновки та рекомендації щодо пошуку аналогів таких елементів та включення їх виробників до

санкційного списку проти рф. Запропоновано шляхи використання отриманих результатів та основних споживачів цієї інформації.

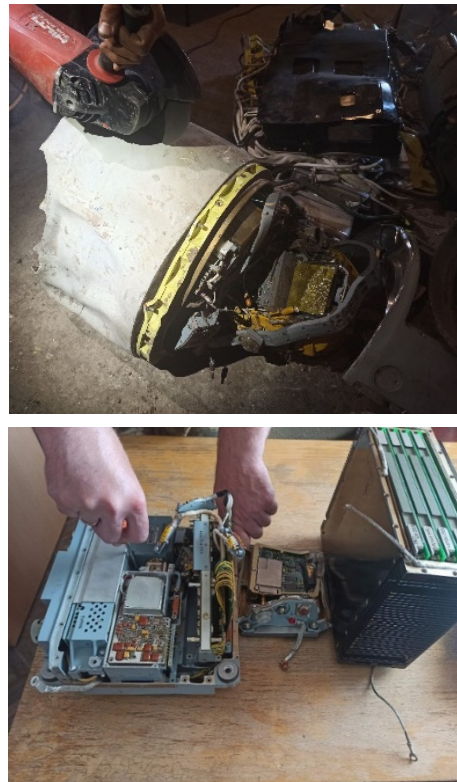


Рис. 1. Приклади розбирання складових частин уламків зразків ОВТ рф

Отже, основними етапами запропонованої авторами методики дослідження елементної бази уламків зброї рф за номенклатурою Повітряних сил слід вважати наступні.

1. Фотографування усіх уламків зброї рф, що не потребують розбирання.
2. Розбирання складових частин уламків зброї рф з наступним фотографуванням блоків, в яких знаходяться елементи іноземного виробництва.
3. Ідентифікація досліджуваного зразка зброї, як в цілому, так і його складових елементів з метою виявлення таких, що вироблено за межами рф.
4. Визначення назв фірм та країн виробників, децимальних номерів, основних характеристик і документування отриманих даних.
5. Побудова топології елементної бази уламків ОВТ рф.
6. Розробка рекомендацій щодо пошуку аналогів таких елементів та включення їх виробників до санкційного списку проти рф.
7. Визначення шляхів використання отриманих результатів та основних споживачів цієї інформації.

ХРОНОЛОГІЯ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Використовуючи вище розглянуту методику в період з кінця лютого по червень 2022 року, дослідницькими групами ЦНДІ ОВТ ЗСУ було проведено комплекс пошукових досліджень уламків наступних зразків зброї рф за номенклатурою Повітряних сил

(ПС): безпілотний літальний апарат «Орлан-10», безпілотний авіаційний комплекс (БпАК) повітряна мішень Е95М, безпілотний літальний апарат Т-23 Е «Елерон», розвідувально-ударний вертоліт Ка-52 «Алігатор», високоточна авіаційна керована ракета класу «повітря – поверхня» типу Х-59МК, стратегічна авіаційна крилата ракета класу «повітря – поверхня» типу Х-101, бойова машина БМ 9А331М зі складу зенітного ракетного комплексу «ТОР-М2».

Відповідно запропонованій методиці були проведені дослідження вище зазначених зразків зброї рф.

Встановлено місця вилучення уламків російської зброї, терміни та установи, від яких отримано ці уламки, наведено на рис. 2. Визначено децимальні номери практично для всієї елементної бази уламків досліджуваних зразків озброєння та військової техніки рф, що дозволило визначити її виробників, провести ідентифікацію, встановити її технічні характеристики. Наявність децимальних номерів елементної бази дозволяє визначати схеми кооперації під час її виробництва та знаходити аналоги цієї елементної бази (для поширення санкційних списків).

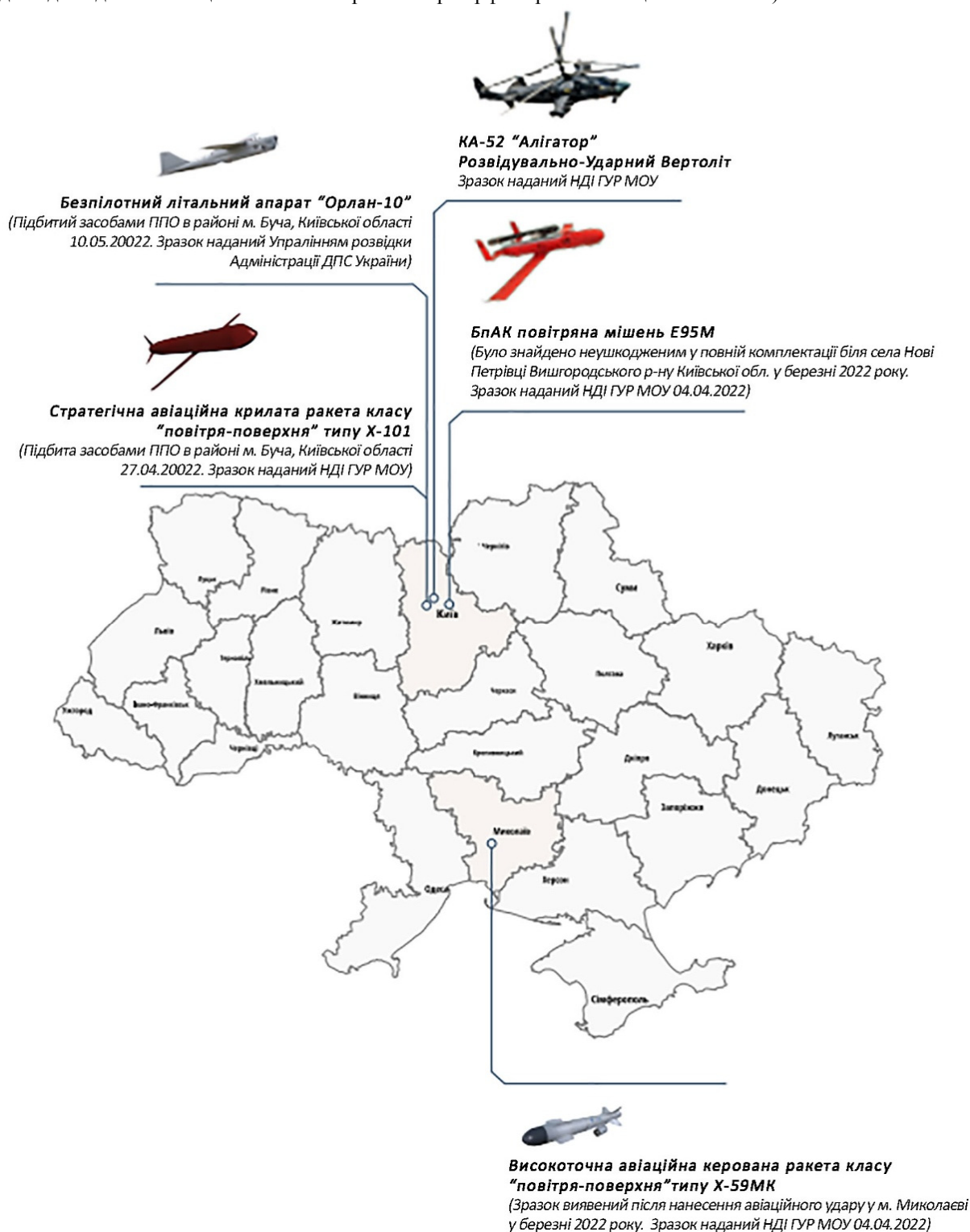


Рис. 2. Місця вилучення уламків ОВТ рф за номенклатурою Повітряних Сил

За результатами досліджень відповідно всіх етапів запропонованої вище методики побудовано топології елементної бази уламків для усіх досліджуваних

зразків зброї рф. На рис. 3, 4(а) та 4(б) наведено приклади такої топології для елементної бази уламків розвідувально-ударного вертоліту КА-52 «Алігатор».



Рис. 3. Досліджувані уламки розвідувально-ударного вертоліту КА-52 «Алігатор»

З рис. 3 видно, що проводилося дослідження 13 блоків розвідувально-ударного вертоліту КА-52 «Алігатор» і відповідне їх розміщення на цьому вертольоті. Крім того, на рис. 3 показано, в яких блоках є елементи іноземного виробництва, наприклад, у бортовій цифровій обчислювальній машині «Багет-53-15» виробниками елементної бази є фірми із Тайваня, США та Китаю.

Структура розглянутої на рис. 4 топології є досить типовою – крайній лівий вузол є головним, далі, зліва направо від нього йдуть вузли, що до нього входять та відповідна елементна база (вказується назва елемента, їх характеристики, держава та фірма виробник). Наприклад, на рис. 4(а) в першому рядку: головним вузлом є бортова цифрова обчислювальна машина «Багет-53-15» (з заводським № 5321252513) до якої належить

плата BT33-205 v4 (виробником є Раменське приладобудівне конструкторське бюро). В цій платі (BT33-205 v4) визначено 8 типів мікросхем іноземного виробництва: 4-мегабітна флеш-пам'ять B15291529LV040CQI-70G 3S343000 (фірма-виробник: Macronix International, Тайвань), інтегральна схема 28CL90K AS760G4 (фірма-виробник: Texas Instruments, США), лінійний драйвер-приймач MAXIM MAX211EEA1 1533 (фірма-виробник: Maxim Integrated Products, США), 16-бітний

буфер та лінійний драйвер PAUAA LVTH162244 (фірма-виробник: Texas Instruments, США), 16-розрядний неінвертуючий 3-становий приймач 4CC32NK G4 LVTH16245A (фірма-виробник: Texas Instruments, США), інтегральна схема CY7C1069DV33-10ZSXI 1525 622721 (фірма-виробник: CSC, США), флеш-пам'ять S29GL256P11TF102 530BB667 B 05 SPANSION (фірма-виробник: SPANSION, США).



а)

Рис. 4. Топологія елементної бази уламків розвідувально-ударного вертоліту КА-52 «Алігатор»



б)

Рис. 4. Топологія елементної бази уламків розвідувально-ударного вертольоту КА-52 «Алігатор»

В результаті побудови топологій, в тому числі і наведеної на рис. 4(а) та 4(б), встановлено, що до основних категорій елементної бази зі складу уламків зброї рф належать: процесори 368 серії, мікрокон-

тролери, вбудовані 64-бітні мікропроцесори, розширені контролери послідовного зв'язку, 32-мегабітні пристрої флеш-пам'яті, інтегральні мікросхеми пам'яті, 8-канальні 12-розрядні аналогово-цифрові пере-

творювачі, регулятори напруги, ізолювані перетворювачі постійного струму, програмовані вентильні матриці, інверторні тригери Шмідта, неінвертуючі 3-позиційні приймачі, осцилятори, трансивери, високопродуктивні статичні оперативні запам'ятовуючі пристрої, 20-бітні перемикачі шини зі зсувом рівня з 10-бітною роздільною здатністю виходу, програмовані логічні інтегральні мікросхеми з вбудованим RAM, мікросхеми керування люмінесцентними панелями, інтегральні мікросхеми мультимедійної обробки, електролітичні конденсатори, резистори з дрітаною обмоткою, датчики тиску, WiFi-модулі, направлені ВЧ-

розгалужувачі, енкодера відеосигналів, дроселі синфазні, лінійні драйвер-приймачі, телекомунікаційні трансформатори тощо.

За результатами проведених досліджень узагальнено та наведено в табл. 1 зведений перелік держав та фірм виробників елементної бази досліджуваних уламків ОБТ рф з адресами їх офіційних сайтів, а також показано, в яких зразках ОБТ рф використана елементна база іноземного виробництва.

Зведений перелік держав та фірм виробників елементної бази досліджуваних уламків ОБТ рф

Таблиця 1

№ з/п	Назва фірми	Країна виробник	Сайт	В яких зразках ОБТ рф використана елементна база
1.	Planar Systems	США	www.planar.com	БМ 9А331М
2.	XILINX	США	www.xilinx.com	Х-101, БМ 9А331М, «Орлан-10», Ка-52 «Алігатор»
3.	SPANSION	США	www.infineon.com	Х-101
4.	Linear Technology Corporatio	США	www.analog.com	Х-101, «Орлан-10», Ка-52 «Алігатор»
5.	Integrated Device Technology	США	www.renesas.com	Х-101, «Орлан-10»
6.	Intel Corporation	США	www.intel.com	Х-101, БМ 9А331М, Х-59МК, «Орлан-10», Ка-52 «Алігатор»
7.	Motorola	США	www.motorola.com	Х-101
8.	Vicor	США	www.vicorpower.com	Х-101
9.	MicrochipTechnology	США	www.microchip.com	Х-101, «Орлан-10»
10.	Texas Instruments	США	www.ti.com	Х-101, БпАК Е95М, «Орлан-10», Ка-52 «Алігатор»
11.	Anderson Electronics	США	www.andersonelectronics.com	Х-101
12.	ZILOG	США	www.zilog.com	Х-101
13.	Maxim Integrated Products	США	www.maximintegrated.com	Х-101, Ка-52 «Алігатор»
14.	Cypress Semiconductor	США	www.infineon.com	Х-101, Х-59МК, Ка-52 «Алігатор»
15.	SPANSION	США	www.infineon.com	Х-101
16.	CYPRESS	США	www.cypress.io	Х-101, Х-59МК
17.	Analog Devices Inc.	США	www.analog.com	Х-59МК, БпАК Е95М, «Орлан-10», Т23Е «Елерон»
18.	Silicon Labs	США	www.silabs.com	БпАК Е95М
19.	Freescale Semiconductor	США	www.nxp.com	БпАК Е95М
20.	Semiconductor Components Industries	США	www.onsemi.com	БпАК Е95М
21.	Gumstix	США	www.gumstix.com	«Орлан-10»
22.	Micron	США	www.micron.com	«Орлан-10»
23.	Sirenza Microdevices	США	www.qorvo.com	«Орлан-10»
24.	TTM Technologies, Inc.	США	www.ttm.com	«Орлан-10»
25.	Advanced Digital Inc.	США	www.advanceddigital.com	«Орлан-10»
26.	Alliance Memory Inc	США	www.alliancememory.com	«Орлан-10»
27.	Hextronik	США	www.hextronik.com	«Орлан-10»
28.	SIMCom Wireless Solutions Co.,Ltd	США	www.simcom.com	«Орлан-10»
29.	Lantronix	США	www.lantronix.com	Т23Е «Елерон»
30.	Pulse Electronics Corporation	США	www.pulseelectronics.com	Т23Е «Елерон»
31.	Traco Electronic Company Limited	США	www.tracopower.com	Т23Е «Елерон»
32.	Cortina Systems	США	www.cortina-systems.com	Ка-52 «Алігатор»
33.	Holt Integrated Circuits	США	holtic.com/default.aspx	Ка-52 «Алігатор»
34.	HITACHI Semiconductor Ltd	Японія	www.hitachi.com	БМ 9А331М
35.	Sony Group Corporation	Японія	www.sony.net	«Орлан-10», БПЛА Т23Е «Елерон»

36.	Taiwan Semiconductor Manufacturing Company	Тайвань	www.tsmc.com	БМ 9А331М
37.	Macronix International	Тайвань	www.mxix.com	Ка-52 «Алігатор»
38.	Transcend Information, Inc	Тайвань	us.transcend-info.com	Ка-52 «Алігатор»
39.	VBSEMI	Китай	www.vbsemi.com	Х-101
40.	Pulse Electronics	Китай	www.pulseelectronics.com	«Орлан-10»
41.	Shenzhen Joy Battery Technology Co.	Китай	joybattery.com	«Орлан-10»
42.	Pulse	Китай	www.pulseelectronics.com	Ка-52 «Алігатор»
43.	Golledge Electronics Ltd	Велико-британія	www.golledge.com	БМ 9А331М
44.	ST MICROELECTRONICS	Швейцарія	www.st.com	Х-101, БпАК Е95М, «Орлан-10», Т23Е «Елерон»
45.	TE Connectivity Ltd	Швейцарія	www.te.com/usa-en/home.html	Х-59МК
46.	U-BLOX	Швейцарія	www.u-blox.com	«Орлан-10»
47.	Nexperia	Нідерланди	www.nexperia.com	Х-101
48.	Philips Semiconductors	Нідерланди	www.nxp.com	Х-101
49.	NXP	Нідерланди	www.nxp.com	БпАК Е95М
50.	Infineon Technologies	Німеччина	www.infineon.com	«Орлан-10»
51.	EPCOS AG	Німеччина	www.tdk-electronics.tdk.com	«Орлан-10»

На рис. 5–12 наведено розподіл частоти використання елементної бази іноземного виробництва в досліджуваних уламках ОБТ рф.

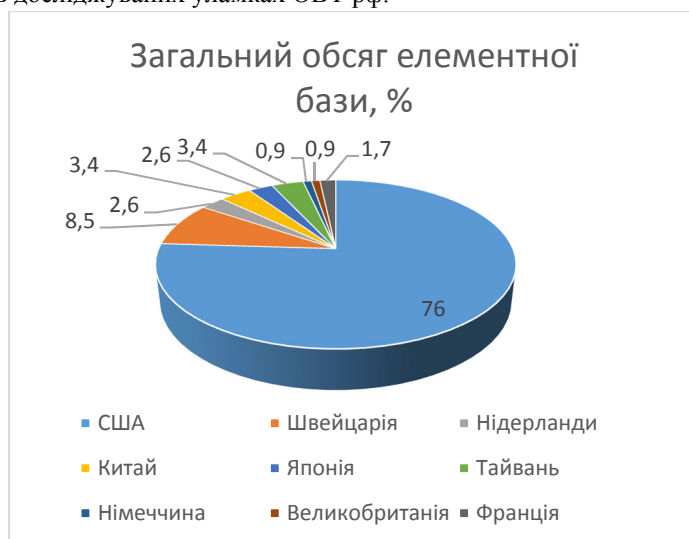


Рис. 5. Загальний розподіл частоти використання елементної бази іноземного виробництва в уламках ОБТ рф за номенклатурою ПС

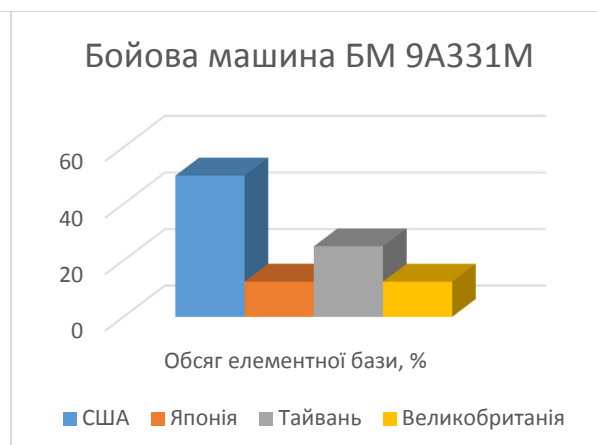


Рис. 6. Розподіл частоти використання елементної бази іноземного виробництва в уламках бойової машини БМ 9А331М



Рис. 7. Розподіл частоти використання елементної бази іноземного виробництва в уламках БПЛА «Орлан-10»



Рис. 8. Розподіл частоти використання елементної бази іноземного виробництва в уламках БпАК повітряна мішень Е95М

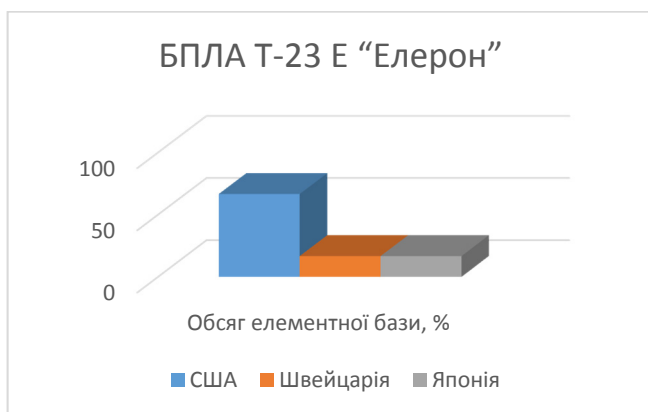


Рис. 9. Розподіл частоти використання елементної бази іноземного виробництва в уламках БПЛА Т-23 Е «Елерон»

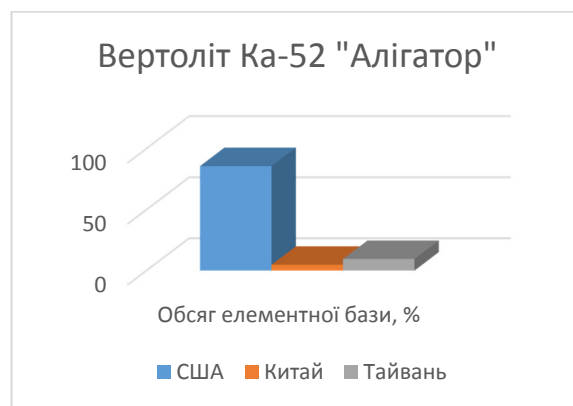


Рис. 10. Розподіл частоти використання елементної бази іноземного виробництва в уламках вертольоту Ка-52 «Алігатор»

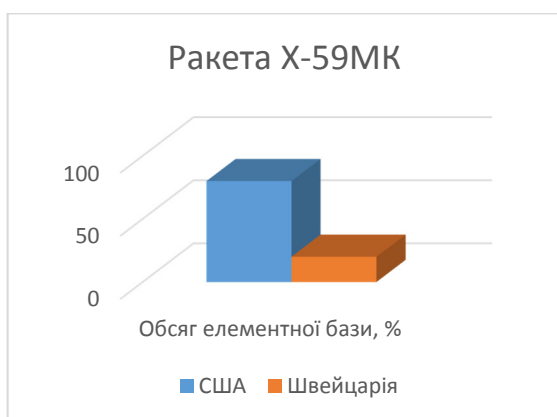


Рис. 11. Розподіл частоти використання елементної бази іноземного виробництва в уламках ракети Х-59МК



Рис. 12. Розподіл частоти використання елементної бази іноземного виробництва в уламках ракети Х-101

Із табл. 1 та рис. 5–12 видно, що постачальниками елементної бази для досліджуваних зразків зброї рф є 8 наступних країн: США, Японія, Тайвань, Китай, Великобританія, Швейцарія, Нідерланди та Німеччина. Причому серед 51 компанії перше місце по кількості елементної бази (76 %) в російській зброї займає США (це 33 компанії). На другому місці – Швейцарія, лише 3 компанії, яким належить 8,5 % елементної бази у складі ОВТ рф. Третє місце ділять Китай та Тайвань з 3,4 % кожна.

Слід відзначити, що такі компанії, як XILINX (США), Intel Corporation (США), Texas Instruments (США) та Analog Devices Inc. (США), є такими, елементна база яких використовується в чотирьох і більше зразках ОВТ рф, уламки яких досліджувалися.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ УЛАМКІВ ЗБРОЇ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ ЗА НОМЕНКЛАТУРОЮ ПОВІТРЯНИХ СИЛ НА ОСНОВІ ЗАПРОПОНОВАНОЇ МЕТОДИКИ

Серед основних установ та організацій, що зацікавлені у результатах наведених у цій статті досліджень, як в Україні, так і за кордоном можна виділити наступні: установи та організації країн, що пов'язані з реалізацією санкцій проти рф (США, Великобританія,

Франція, Німеччина тощо); Рада національної безпеки і оборони України; Головне управління розвідки Міністерства оборони України; Державне бюро розслідувань; Генеральна прокуратура України; засоби масової інформації; вітчизняні виробники ОВТ та тощо.

Основними напрямками використання запропонованих в цій статті результатів дослідження (що отримані на основі запропонованої методики) можуть бути: поширення санкційних заходів проти рф; визначення слабких та сильних місць цієї зброї і способів протидії; використання сучасних технічних рішень для удосконалення та створення сучасної вітчизняної зброї (реінжиніринг [16–21]).

Серед вітчизняних виробників ОВТ, на нашу думку, найбільш зацікавленими у представлених результатах дослідження є: ДП «КБ «Південне»», ДП «Івченко-Прогрес», КП НВК «Іскра», ТОВ «Українська бронетехніка», ДП ВО «Павлоградський машинобудівний завод», ДП ВО «Павлоградський хімічний завод», НВП «Хартрон-Аркас ЛТД», НДІ «Оріон», ДП «Державний НДІ хімічних продуктів», ДП «ДержККБ «Луч»», ТОВ «РАДІОНІКС», ДП «ЗДАРЗ», «МіГремонт», ДАХК «АРТЕМ», ТОВ «Телекарт-Прилад», ТОВ «НВП «Електронприлад»», ДП «ЗАО НДІРВ», ПАТ «МОТОР СІЧ», ДП «АНТОНОВ», ДП «Оризон-Навігація», ТЦЦ «Авіа-Радіосервіс», ВАТ «НТК «Електронприлад»»,

«УкрНДІРА», ТОВ НВП «Адрон», ОКБ «Текон-Електрон», КП СПБ «Арсенал», ДП «ЛДАРЗ», НДІ РВ, ТТЦ «Авіа-радіо сервіс», АТ ЗТ «УкрНДІРА», ДП «Новатор», ТОВ «Арс-Авіа», ОКБ «Текон-Електрон», ВАТ «Авіаконтроль», НВК «Авіаприлад», ТОВ «Терія», ДП «ХМЗ “ФЕД”», ДП «Комунар», НВП «Спаринг-Віст Центр», НВО «Хартрон-Акос ЛТД», ТОВ «Завод Репід», АО «Елемент», КП СПБ «Арсенал», ПрАТ «Рамзай», ДП «ВІАЗ», АТ «ХК “Укрспецтехніка”», ТОВ «НВП “Аеротехніка-МЛТ”», ТОВ «Скайнет LTD».

ВИСНОВКИ

1. Запропоновані в статті методика дослідження елементної бази уламків зброї рф за номенклатурою ПС та результати її застосування, одержані колективом ЦНДІ ОБТ ЗСУ протягом лютого-червня 2022 року. Уламки ОБТ рф отримано від Головного управління розвідки Міністерства оборони України.

2. В статті представлено результати пошукових досліджень елементної бази іноземного виробництва уламків зброї рф, що застосовується у війні проти України. Сформульовано основні висновки за результатами досліджень, викладено сутність та основні етапи методики проведення досліджень. Надано хронологію та проведено узагальнення результатів досліджень, встановлено основні країни та фірми виробники цієї елементної бази, її призначення та основні характеристики. Запропоновано шляхи використання отриманих результатів, наведено топологію елементної бази іноземного виробництва досліджуваних уламків ОБТ рф.

3. Визначено децимальні номери практично для всієї елементної бази уламків досліджуваних зразків озброєння та військової техніки рф, що дозволило визначити її виробників, провести ідентифікацію, встановити її технічні характеристики. Наявність децимальних номерів елементної бази дозволяє визначати схеми кооперації під час її виробництва та знайти аналоги (для поширення санкційних списків).

4. Встановлено, що постачальниками елементної бази для досліджуваних зразків зброї рф є 8 наступних країн: США, Японія, Тайвань, Китай, Великобританія, Швейцарія, Нідерланди та Німеччина. Причому серед 51 компанії перше місце по кількості елементної бази (76 %) в російській зброї займає США (це 33 компанії). На другому місці – Швейцарія, лише 3 компанії, яким належить 8,5 % елементної бази у складі ОБТ рф. Третє місце ділять Китай та Тайвань з 3,4 % кожна.

5. Слід відзначити, що такі компанії, як XILINX (США), Intel Corporation (США), Texas Instruments (США) та Analog Devices Inc. (США), є такими, елементна база яких використовується в чотирьох і більше зразках ОБТ рф, уламки яких досліджувалися.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Животовський Р.М., Шинкарук О.М., Яковлев М.Ю., Варсегов А.С. Аналіз крилатих ракет повітряного базування рф у війні проти України 2022 року. *Системи озброєння та військової техніки*. 2022. №1. С. 83–92. [https://doi.org/1034169/2414-0651.2022.1\(33\).83-92](https://doi.org/1034169/2414-0651.2022.1(33).83-92).

2. Калугін Д.С., Півнів Д.А. Вибір показника ефективності боротьби з високоточною зброєю ЗРК, що є на озброєнні. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2010. Вип. 2(4). С. 88–90.
3. Що робити з трофеями, які здобувають українські захисники на полі бою. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://savelife.in.ua/materials/analytics/shcho-robyty-z-trofeyamy-yaki-zdobuvayut/>.
4. Яку російську техніку захопила українська армія у росіян. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.bbc.com/ukrainian/news-60639339>.
5. ЗСУ захопили вже більше тисячі одиниць техніки рф – дослідники. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://1zahid.com/news/zsu-zahopyly-vzhe-bilshe-tysyachi-odynyts-tehniky-rf-doslidnyky/>.
6. Українські захисники захопили російську техніку з Північної Осетії. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://1zahid.com/news/ukrayinski-zahysnyky-zahopyly-rosijsku-tehinku-z-pivnichnoyi-osetiyi/>.
7. Оружие войны в Украине. Результаты трехлетнего расследования поставок оружия в Донецкую и Луганскую области. Conflict Armament Research Ltd. London. 2021. 234 с.
8. Frontline perspective. Islamic state's weaponised drones. Conflict Armament Research Ltd. London. 2016. 3 p.
9. Dispatch from the field. Evolution of UAVs employed by houthi forces in Yemen. Conflict Armament Research Ltd. London. 2020. 36 p.
10. Warsaw pact-calibre ammunition quantity tables. Field guide № 1. Conflict Armament Research Ltd. London. 2014. 2 p.
11. Russian manpads technology. Field guide № 2. Conflict Armament Research Ltd. London. 2014. 2 p.
12. Warsaw pact-calibre ammunition box marking. Field guide № 3. Conflict Armament Research Ltd. London. 2014. 8 p.
13. Identifying marks on Kalashnikov-pattern weapon. Field guide № 4. Conflict Armament Research Ltd. London. 2014. 6 p.
14. Глобальне дослідження незаконного обігу вогнепальної зброї. Вступ, короткий виклад інформації, висновки та політичний підтекст і регіональний огляд. Організація об'єднаних націй. Нью Йорк. 2020. 44 с.
15. Шишацький А.В., Рансевич Р.І., Шкнай О.В., Житніков Б.В., Крижановський А.О. Аналіз основних варіантів комплектації безпілотної літальної апарату оперативно-тактичного рівня «Орлан-10». *The XXVI Intern. Scient. and Pract. Conf. «Problems of science and practice, tasks and ways to solve them»*. July 05 – 08. 2022. Helsinki. Finland. Pp. 429–437.
16. Gibson I., Rosen D., Stucker B. Additive Manufacturing Technologies. *Springer New York*. 2015. 498 p.
17. Реверс-инжиниринг: как 3D-сканирование и моделирование помогает украинской промышленности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ain.ua/2020/02/21/revers-inzhiniring/>.

18. Что такое обратный инжиниринг [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://multiphysics.ru/stati/blog/chto-takoe-obratnyi-inzhiniring.htm>.
 19. Werghi, N., Fisher, R., Robertson, C. & Ashbrook, A. (1999). Object reconstruction by incorporating geometric constraints in reverse engineering, CAD Computer Aided Design. № 31. Pp. 363–399. [https://doi.org/10.1016/S0010-4485\(99\)00038-X](https://doi.org/10.1016/S0010-4485(99)00038-X).
 20. Son, H., Kim, C. & Kim, C. (2015). 3D reconstruction of asbuilt industrial instrumentation models from laser-scan data and a 3D CAD database based on prior knowledge. *Automation in Construction*. № 49. Pp. 193–200. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.08.007>.
 21. Ali, S., Durupt, A., Adragna, P.-A. & Bosch-Mauchand, M. (2014). A Reverse Engineering for Manufacturing approach. *Computer-Aided Design and Applications*. № 11. Pp. 694–703. <https://doi.org/10.1080/16864360.2014.914387>.
- ### REFERENCES
1. Zhivotovskiy, R.M., Shinkaruk, O.M., Yakovlev, M.Yu. & Varsegov, A.S. (2022). “Analiz krylatykh raket povitriannogo bazuvannia rf u viini proty Ukrainy 2022 roku” [Analysis of air-based cruise missiles of the russian federation in the war against Ukraine in 2022], Armament systems and military equipment. No. 1. Pp. 83–92. [https://doi.org/1034169/2414-0651.2022.1\(33\).83-92](https://doi.org/1034169/2414-0651.2022.1(33).83-92).
 2. Kalugin, D.S., & Pivnev, D.A. (2010). “Vybir pokaznyka efektyvnosti borotby z vysokotochnoiu zbroieiu ZRK, shcho ie na ozbroienni” [Selection of an indicator of the effectiveness of combating high-precision anti-aircraft weapons that are in service], Science and technology of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine. Iss. 2(4). Pp. 88–90.
 3. “Shcho robyty z trofeiamy, yaki zdobuvaiut ukrainski zakhysnyky na poli boiu” [What to do with trophies won by Ukrainian defenders on the battlefield]. Available at: <https://savelife.in.ua/materials/analytics/shcho-robyty-z-trofeiamy-yaki-zdobuvayut/>.
 4. “Yaku rosiisku tekhniku zakhopyla ukrainska armiia u rosiian” [What russian equipment did the Ukrainian army seize from the russians]. Available at: <https://www.bbc.com/ukrainian/news-60639339>.
 5. “ZSU zakhopyly vzhe bilshe tysiachi odynts tekhniky rf – doslidnyky” [The Armed Forces of Ukraine have already seized more than a thousand units of russian equipment – researchers]. Available at: <https://1zahid.com/news/zsu-zahopyly-vzhebilshe-tysyachi-odynts-tehniky-rf-doslidnyky/>.
 6. “Ukrainski zakhysnyky zakhopyly rosiisku tekhniku z Pivnichnoi Osetii” [Ukrainian defenders seized russian equipment from North Ossetia]. Available at: <https://1zahid.com/news/ukrayinski-zahysnyky-zahopyly-rosiisku-tehinku-z-pivnichnoyi-osetiyi/>.
 7. “Oruzhie voyny v Ukraine. Rezultaty trekhletnego rassledovaniia postavok oruzhiia v Donetskuu i Luganskuu oblasti” [Weapons of war in Ukraine. Results of a three-year investigation of arms supplies to the Donetsk and Luhansk regions], Conflict Armament Research Ltd. London. 2021. 234 p.
 8. Frontline perspective. Islamic state's weaponised drones. Conflict Armament Research Ltd. London. 2016. 3 p.
 9. Dispatch from the field. Evolution of UAVs employed by houthi forces in Yemen. Conflict Armament Research Ltd. London. 2020. 36 p.
 10. Warsaw pact-calibre ammunition quantity tables. Field guide № 1. Conflict Armament Research Ltd. London. 2014. 2 p.
 11. Russian manpads technology. Field guide № 2. Conflict Armament Research Ltd. London. 2014. 2 p.
 12. Warsaw pact-calibre ammunition box marking. Field guide № 3. Conflict Armament Research Ltd. London. 2014. 8 p.
 13. Identifying marks on Kalashnikov-pattern weapon. Field guide № 4. Conflict Armament Research Ltd. London. 2014. 6 p.
 14. “Globalne doslidzhennia nezakonnogo obigu vognepalnoi zbroi. Vstup, korotkyi vyklad informatsii, vysnovku ta politychnyi pidtekst i regionalnyi ogliuad” [Global Firearms Illicit Trafficking Study. Introduction, summary of information, conclusions and policy context and regional overview]. United Nations. New York. 2020. 44 p.
 15. Shishatsky, A.V., Ransevich, R.I., Shknai, O.V., Zhitnikov, B.V. & Kryzhanovskiy, A.O. “Analiz osnovnykh variantiv komplektatsii bezpilotnogo litalnogo aparatu operativno-taktychnogo ravnia «Orlan-10»” [Analysis of the main configuration options for the «Orlan-10» operational-tactical unmanned aerial vehicle]. The XXVI Intern. Scientist. and Pract. Conf. «Problems of science and practice, tasks and ways to solve them». July 05 – 08. 2022. Helsinki. Finland. Pp. 429–437.
 16. Gibson, I., Rosen, D., & Stucker, B. Additive Manufacturing Technologies. *Springer New York*. 2015. 498 p.
 17. “Revers-inzhiniring: kak 3D-skanirovanie i modelirovanie pomogaet ukrainskoi promyshlennosti” [Reverse engineering: how 3D scanning and modeling helps Ukrainian industry]. Available at: <https://ain.ua/2020/02/21/revers-inzhiniring/>.
 18. “Chto takoe obratnyi inzhiniring” [What is reverse engineering]. Available at: <https://multiphysics.ru/stati/blog/chto-takoe-obratnyi-inzhiniring.htm>.
 19. Werghi, N., Fisher, R., Robertson, C. & Ashbrook, A. (1999). Object reconstruction by incorporating geometric constraints in reverse engineering, CAD Computer Aided Design. № 31. Pp. 363–399. [https://doi.org/10.1016/S0010-4485\(99\)00038-X](https://doi.org/10.1016/S0010-4485(99)00038-X).
 20. Son, H., Kim, C. & Kim, C. (2015). 3D reconstruction of asbuilt industrial instrumentation models from laser-scan data and a 3D CAD database based on prior knowledge. *Automation in Construction*. № 49. Pp. 193–200. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.08.007>.
 21. Ali, S., Durupt, A., Adragna, P.-A. & Bosch-Mauchand, M. (2014). A Reverse Engineering for Manufacturing approach. *Computer-Aided Design and Applications*. № 11. P. 694–703. <https://doi.org/10.1080/16864360.2014.914387>.

**Zhivotovsky R., Shincaruk O., Yakovlev M.,
Varsegov A., Dokuchaiev O.**

**RESEARCH METHODOLOGY OF THE
ELEMENTARY BASE OF WEAPONS
FRAGMENTS OF THE RF ACCORDING
TO THE AIR FORCE NOMENCLATURE**

Article provides the essence, main stages, features and examples of the application of the methodology of the research of the elemental base of russian federation weapon fragments according to the nomenclature of the Air Force. A chronology was provided and research results were summarized, the main countries and companies producing this elemental base, its purpose and main characteristics were established. The main categories of the elemental base from the composition of russian federation weapon fragments according to the nomenclature of the Air Force have been established. The results of research presented in the article were conducted by the team of the Central Research Institute of Armaments and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine during February – June 2022.

Based on the results of the research, decimal numbers were determined for almost the entire elemental database of fragments of the investigated samples of weapons of the russian federation according to the nomenclature of the Air Force, which made it possible to determine their manufacturers, carry out identification, and establish their technical characteristics. It is shown that the presence of decimal numbers of the elemental base allows determining cooperation schemes during its production and finding analogs (for distribution of sanction lists).

It has been established that the following 8 countries are the suppliers of the element base for the researched weapons of the russian federation: the USA, Japan, Taiwan, China, Great Britain, Switzerland, the Netherlands and Germany. Moreover, among 51 companies, the first place in terms of the number of element bases (76 %) in russian weapons is occupied by the USA (33 companies). In second place is Switzerland, with only 3 companies owning 8.5 % of the elemental base in the composition of weapons and military equipment of the russian federation. The third place is shared by China and Taiwan with 3.4 % each.

Companies such as XILINX (USA), Intel Corporation (USA), Texas Instruments (USA) and Analog Devices Inc. (USA) are such that the element base of which is used in four or more samples of weapons and military equipment of the russian federation, the fragments of which were studied.

Ways of using the obtained results are proposed, the topology of the elemental base of the foreign production of the researched fragments of weapons and military equipment of the russian federation according to the nomenclature of the Air Force are given.

Key words: *elemental base, weapon debris, war against Ukraine, methodology, decimal numbers, reengineering, Air Force, identification, sanctions, topology.*

Відомості про авторів:

Животовський Руслан Миколайович

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, начальник науково-дослідного управління розвитку озброєння та військової техніки Повітряних Сил Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України

м. Київ, Україна

<https://orcid.org/0000-0002-2717-0603>

e-mail: ruslan_zvivotov@ukr.net

Шинкарук Олег Миколайович

доктор технічних наук, професор, начальник науково-дослідного відділу розвитку авіаційно-космічних систем (комплексів) науково-дослідного управління розвитку озброєння та військової техніки Повітряних Сил Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України

м. Київ, Україна

<https://orcid.org/0000-0003-4499-8282>

Яковлев Максим Юрійович

доктор технічних наук, професор, провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу розвитку авіаційно-космічних систем (комплексів) науково-дослідного управління розвитку озброєння та військової техніки Повітряних Сил Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України

м. Київ, Україна

<https://orcid.org/0000-0002-3009-0719>

e-mail: myyg2015@gmail.com

Варсегов Андрій Сергійович

старший науковий співробітник науково-дослідного відділу розвитку авіаційно-космічних систем (комплексів) науково-дослідного управління розвитку озброєння та військової техніки Повітряних Сил Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України

м. Київ, Україна

<https://orcid.org/0000-0002-6255-0927>

e-mail: varsegov@gmail.com

Докучаєв Олег Володимирович

кандидат технічних наук

Управління Служби Безпеки України в Луганській і Донецькій областях

м. Київ, Україна

Information about the authors:

Ruslan Zhivotovsky

Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher
Head of the research department of the development of armament and military equipment of the air force of the Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0002-2717-0603>

e-mail: ruslan_zvivotov@ukr.net

Oleh Shincaruk

Doctor of Technical Sciences, Professor
Head of the research department of the development of aerospace systems (complexes) of the research department of the development of armament and military equipment of the Air Force of the Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-4662-4559>

Maksym Yakovlev

Doctor of Technical Sciences, Professor
Leading research fellow of the research department of development of aerospace systems (complexes) of the research department of the development of armament and military equipment of the Air Force of the Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-3009-0719>
e-mail: myyg2015@gmail.com

Andriy Varsegov

Senior researcher of the research department of the development of aerospace systems (complexes) of the research department of development of armaments and military equipment of the Air Force of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-6255-0927>
e-mail: varsegov@gmail.com

Oleg Dokuchaiev

Candidate of Technical Sciences
Department of Security Service of Ukraine in Luhansk and Donetsk regions
Kyiv, Ukraine