

ПОЛИТИКА

Преступление и платы. Как Россия в обход санкций достает чипы для ракет

Софья Преснякова
18 January 2023

Первый в 2023 году массированный ракетный удар по Украине привел к чудовищной трагедии в городе Днепре, где 45 человек погибли и более 70 пострадали после попадания, предположительно, ракеты X-22 в жилую многоэтажку. Широкий набор санкций, призванных ограничить доступ российских производителей оружия, в том числе высокоточных ракет и беспилотников, к европейской и американской электронике, ввели еще в 2014 году. После открытого вторжения в феврале 2022 года санкционный режим ужесточился вплоть до полного эмбарго, но Россия по-прежнему выпускает вооружения с западной электронной начинкой и использует их в войне против украинцев. Поставки чипов не только сохраняются, но и увеличиваются в объемах благодаря серым схемам и реэкспорту из третьих стран.

2. Рижские «консервы»: какие единороссы, олигархи и российские военные подрядчики затаились в Латвии
[Read this article in English](#)

3. Складоискатели. Новая стратегия Украины – уничтожать арсеналы, и России нечего этому противопоставить

СОДЕРЖАНИЕ

4. «Западная электроника в сердце российской военной машины»: точные итоги

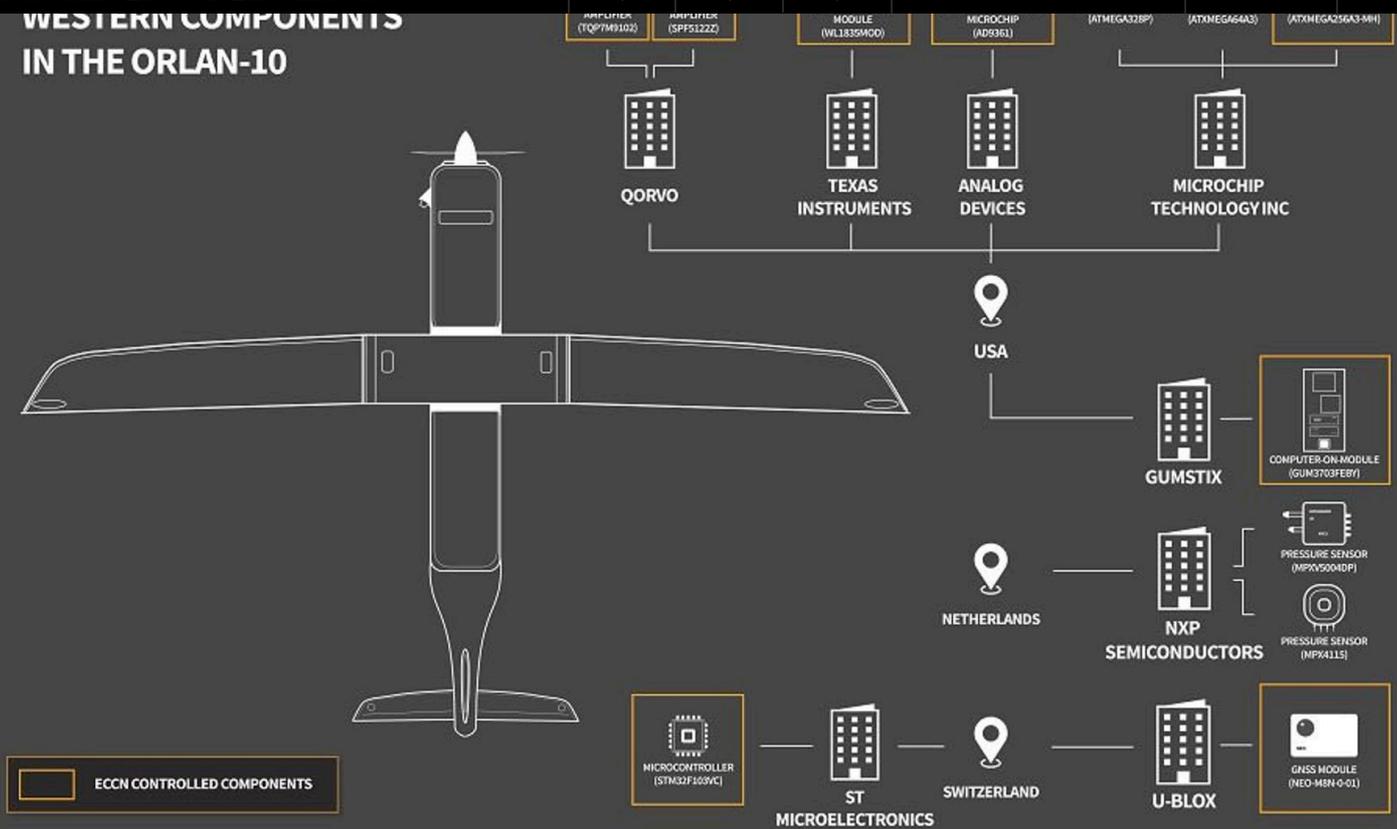
1. «Западная электроника в сердце российской военной»

5. Доклад «Надлежащие выводы»: как Венгрия и Тунис избежали санкций и что можно извлечь из опыта Великобритании в августе 2022 года выпустил британский Королевский объединенный институт оборонных исследований (The Royal United Services Institute for Defence and Security Studies, RUSI). В нем эксперты института проанализировали техническое исполнение и устройство 27 видов самых современных российских вооружений, военной и специальной техники (ВВСТ), применяемых с февраля 2022 года в войне с Украиной – крылатых ракет, беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), комплексов радиолокационной электронной борьбы (РЭБ), танков.

Подпишитесь на нашу рассылку

6. Вспомогательная российская электроника: радиационная управляемая ракета X-59МК, крылатая ракета X-101, крылатая ракета 9М727 (P-500) и тактическая ракета 9М723 к комплексам «Искандер», корректируемый реактивный снаряд 9М549 к РСЗО «Торнадо-С», БЛА «Орлан-10», танк Т-72ВМ, цифровой комплекс радиосвязи «Акведук», цифровая радиостанция «Азарт», комплекс РЭБ «Борисоглебск-2». Часть из них попали в руки украинских военных неповрежденными, в остальных случаях речь идет об обломках или сохранившихся в целом виде отдельных узлах или блоках пораженных и выведенных из строя единиц техники или выпущенных по Украине ракет.

WESTERN COMPONENTS IN THE ORLAN-10



EXPORT-CONTROLLED COMPONENTS FOUND IN ORLAN-10s CAPTURED IN UKRAINE



Иностранная микроэлектроника в российском беспилотнике «Орлан-10»

The Royal United Services Institute for Defence and Security Studies

Эксперты RUSI идентифицировали в общей сложности 450 микроэлектронных изделий, произведенных компаниями из США, Европы и Восточной Азии. Подавляющее большинство из них – 317 – американского происхождения. Далее идут компании из Японии (34), Тайваня (30) и Швейцарии (14). Часть из них выпустили еще в конце 1980-х годов, другие датируются 2018 и 2019 годами, то есть периодом уже после того, как в 2014 году против России ввели санкции США и ЕС, касающиеся экспорта чувствительных технологий.

Большую часть западной электроники, обнаруженной внутри российского оружия, выпустили компании из США, такие как Analog Devices Inc., Texas Instruments, Intel, Atmel Corporation. Например, российские крылатые ракеты 9M727 и X-101 содержали в себе три десятка иностранных чипов каждая, в том числе в ключевых компонентах систем вроде бортовых вычислительных машин и модулях наведения. В самом успешном российском серийном беспилотнике, «Орлан-10», исследователи RUSI **нашли** иностранные датчики давления, навигационные модули, микроконтроллеры и прочее оборудование.

Большую часть западной электроники, обнаруженной в российском оружии, выпустили компании из США

микроэлектронной продукции от 144 нероссийских производителей. Многие наименования были выпущены после 2014 года, когда против России уже действовали санкции, некоторые – в 2021 году.

Как утверждает CAR, российская оборонная промышленность работает с типовыми наборами микроэлектронных компонентов для разных систем вооружения (блоки управления и навигации, бортовые цифровые вычислительные машины, антенны), полагаясь на ограниченный набор технологий иностранного происхождения и, очевидно, не рассчитывая, что цепочки поставок из-за рубежа могут быть нарушены. Сотрудник организации Дэмизан Сплитерс [заявил](#) The New York Times: «Передовые российские системы вооружения и связи построены на основе западных чипов», добавив, что компании из России десятилетиями пользовались «неограниченным доступом» к западным технологиям.

Передовые российские системы вооружения и связи построены на основе западных чипов

Американское НКО «Институт Роберта Лансинга» (Robert Lansing Institute, RLI) в [обзоре](#) поставок военной техники и оборудования из стран НАТО в Россию, вышедшем в июне 2022 года, подчеркивает широту и разнообразие номенклатуры западной элементной базы, присутствующей в продукции отечественного ВПК – не только в ракетах и летательных аппаратах, но и в индивидуальном снаряжении вроде биноклей, дальномеров, тепловизоров и экипировке «солдата будущего» «Ратник».

Выводы RUSI, CAR и RLI о зависимости российских вооружений и техники от западной электроники соотносятся с информацией украинских военных и волонтеров, которые периодически публикуют или передают журналистам данные о комплектации захваченных российских ВВСТ. В частности, иностранные чипы обнаружались в оборудовании связи командно-штабной машины комплекса разведки целей ПВО «Барнаул-Т», пеленгаторе зенитного ракетно-пушечного комплекса «Панцирь», автоматической системе наведения фронтового бомбардировщика Су-24М, системе управления огнем боевой машины десанта БМД-4, разведывательном БЛА «Картограф» и многих других образцах. По [данному](#) украинской инициативе Trar Aggressor, всего достоверно установлено 39 видов российских ВВСТ со 170 наименованиями микроэлектроники или готовых узлов иностранного происхождения от производителей из 69 стран.

Когда электроника убивает

За девять месяцев войны России [нанесла](#) более 16 тысяч ударов по Украине ракетами и артиллерийскими снарядами. Наиболее серьезную опасность несут высокоточные ракеты. Согласно [подсчетам](#) Минобороны Украины, с 23 февраля 2022 года по 3 января 2023 года российские войска выпустили почти 4,5 тысячи ракет, в том числе:

- 1328 зенитных управляемых ракет к комплексам С-300 (их применяют по наземным целям рядом с линией боевого соприкосновения);
- 744 тактические ракеты 9М723;
- 638 авиационных ракет Х-29, Х-31, Х-35, Х-58, Х-59;
- 616 стратегических крылатых ракет Х-101, Х-555, Х-55СМ;
- 591 крылатую ракету морского базирования «Калибр»;
- 208 авиационных ракет Х-22/32;
- 144 противокорабельные ракеты «Оникс»;
- 68 крылатых ракет 9М728/9М729;
- 10 гиперзвуковых ракет «Кинжал».

Значительная часть из перечисленных средств дальнего огневого поражения работает только благодаря иностранным микросхемам в бортовых системах, отвечающих за управление в полете и штатное наведение на заданную цель. Поэтому с момента введения беспрецедентных ограничений на экспорт электроники весной 2022 года официальные лица и эксперты в Украине, США и ЕС неоднократно озвучивали [прогнозы](#) скорого исчерпания запасов высокоточных ракет из-за проблем с доступом к необходимым для их производства комплектующим.



«Кладбище» российских ракет и снарядов, выпущенных по Харькову
Константин и Влада Либеровы

На самом деле экспорт электроники в Россию еще в 2014 году попал под жесткий контроль американского Бюро промышленности и безопасности (Bureau of Industry and Security, BIS) – правительственного агентства, ответственного за выдачу лицензий на экспорт и реэкспорт высокотехнологичных изделий военного и двойного назначения. Вслед за американцами аналогичные ограничения вскоре ввели и в Евросоюзе.

Все это время набор мер и процедур, применяемых BIS и органами ЕС расширялся и ужесточался, равно как и список подсанкционных компаний и организаций. С февраля 2022 года режим ограничений приобрел черты полноценного эмбарго. Тем не менее, по подсчетам RUSI, из 450 микросхемных изделий, найденных в российских вооружениях, 81 компонент классифицируется в США как товар двойного назначения, что требует получения отдельной лицензии.

Агентство Reuters цитировало неназванного украинского чиновника, который предельно лаконично выразил суть проблемы: «Без этих американских чипов российские ракеты и большая часть российского оружия не смогли бы работать».

Без американских чипов российские ракеты и большая часть российского оружия не смогли бы работать

Наиболее востребованные российским ВПК изделия западной радиоэлектронной промышленности представлены микропроцессорами, микроконтроллерами, программируемыми логическими интегральными схемами (Complex Programmable Logic Device, CPLD) и программируемыми пользователями вентиляльными матрицами (Field-Programmable Gate Array, FPGA) – это устройства, позволяющие настраивать работу интегральных микросхем под конкретные задачи.

Также широко используются электронные компоненты сенсоров, навигационных систем, криптографического и оптического оборудования. Даже такие, казалось бы, низкотехнологичные орудия войны, как боевые бронированные машины сильно зависят от западных чипов. Во время трагических событий под Киевом, когда мирные жители пытались покинуть на автомобилях Бучу, российские БМД-4М с невероятной точностью расстреливали их за счет **прицельного комплекса**, оснащенного тепловизором и дальномером от французской компании Thales.

КАЛИБРЫ



НЕ ЗАКОНЧАТСЯ НИКОГДА

Оценка эффективности западных санкций в части поставок электроники от Минобороны РФ
Минобороны России

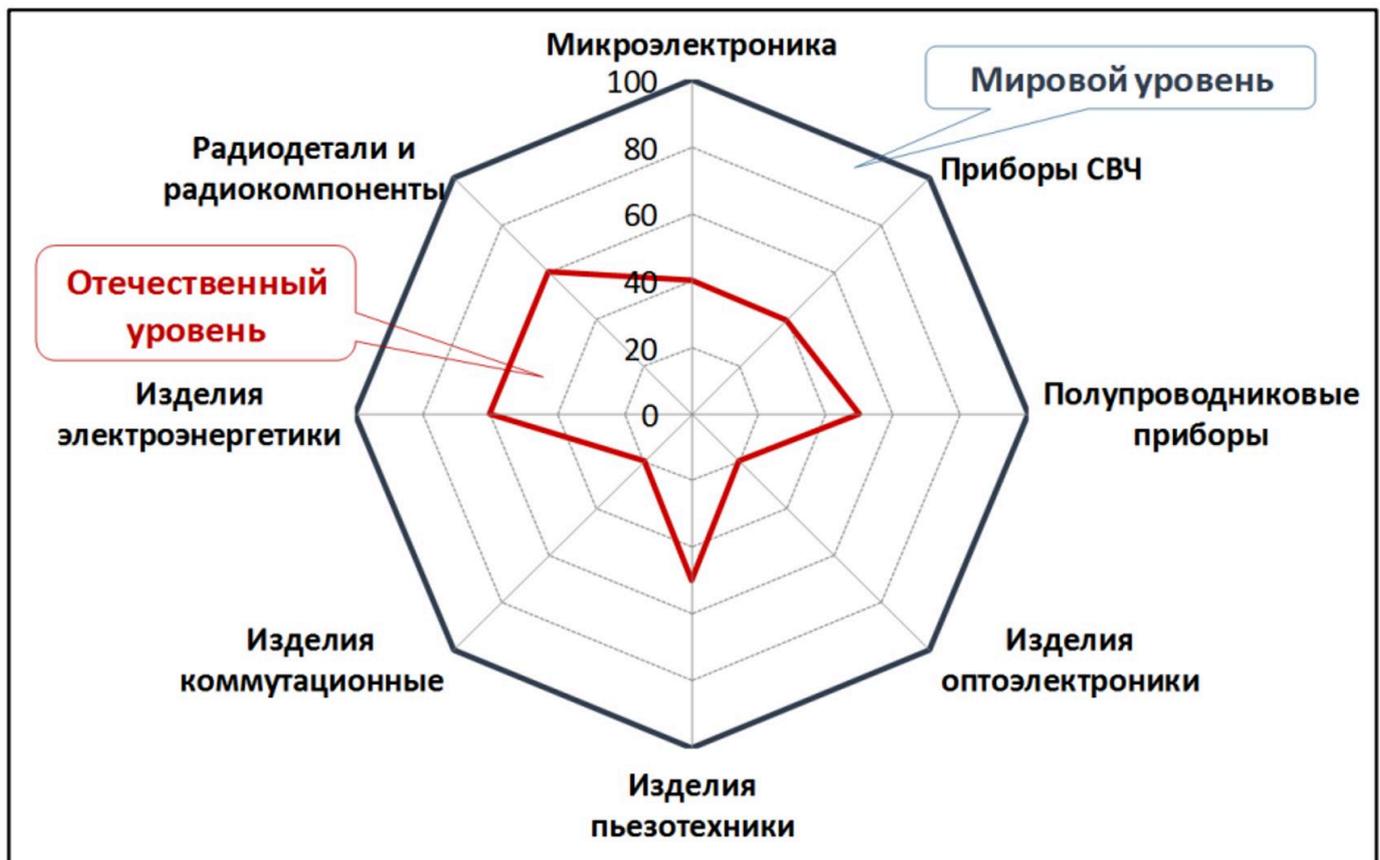
Что касается эффекта санкций, то летом прошлого года действительно наблюдалось некоторое затишье в ракетных обстрелах, однако с 10 октября 2022 года Кремль начал **кампанию** целенаправленного разрушения украинской энергетической инфраструктуры при помощи тех самых высокоточных ракет, надеясь лишить украинцев электричества и отопления в период **зимних холодов** и принудить власти в Киеве к

авиационными ракетами Х-59 привел к трагедии в городе Днепре, где, по **данным** украинских официальных лиц, ракета Х-22, запущенная дальним бомбардировщиком Ту-22М3 из воздушного пространства Курской области, попала в жилой дом. В результате **погибли** 45 человек, в том числе шестеро детей, 79 пострадали. На следующее утро в Telegram-канале Минобороны РФ появилась не менее циничная **картинка** «Заряжаем по полной».

Как Кремль выходит из положения

В упомянутом докладе RUSI проводится мысль, что все усилия Кремля с 2014 года по импортозамещению критически важных для оборонного строительства технологий потерпели крах. Не получилось ни разработать собственные аналоги, ни заменить западную электронику похожей из нейтральных и дружественных стран. На первый взгляд, это действительно так.

Несмотря на все усилия по развитию радиоэлектронной отрасли в рамках федеральных целевых программ (даже не с 2014-го, а с 2008 года), накануне вторжения в Украину состояние элементной компонентной базы для радиоэлектронной аппаратуры ВВСТ ни по одной из основных категорий **неотягивало** до мирового уровня. В 2022 году, в разгар войны, правительство за январь–сентябрь всего на 13,9% **профинансировало** госпрограмму «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности».



Состояние технического уровня российской элементной компонентной базы военного назначения

Афанасьев, А. С., & Матюхин, Д. В. (2021). Реалии современного пути развития военной радиоэлектроники. Вооружение и экономика, (3), 35-44.

Агентство Reuters со ссылкой на внутренние документы одного из российских НИИ **сообщило**, что в 2017 году при анализе перспективного вертолетного комплекса радиоэлектронного подавления выяснилось, что для 921 иностранного компонента, необходимого для запуска производства, существует только **242 отечественных аналога**. Даже в стратегической межконтинентальной баллистической ракете «Сармат», которой Владимир Путин и **деятели помельче** пытаются пугать Запад, вероятно, **не обошлось** без иностранной элементной базы.

Агентство Bloomberg **приводило** любопытные данные о ходе импортозамещения в оборонном секторе со ссылкой на закрытый правительственный доклад. Документ констатирует, что программа импортозамещения на период до 2025 года, охватывающая 177 058 деталей, узлов и агрегатов в 258 видах ВВСТ, с треском провалилась. В 2020 году получилось найти замену всего для 3148 компонентов (из запланированных на этот год 18 047) в пяти образцах техники (из запланированных 43).

Издание Politico в сентябре 2022 года **обнародовало** не менее любопытный документ – составленный где-то в недрах российской бюрократической машины список потребностей в зарубежной микроэлектронике, разбитый на три уровня приоритетности. В категории неотложной необходимости значатся 25 чипов американского, японского и немецкого производства, причем некоторые из них пропали с рынка не из-за санкций, а по причине глобального дефицита полупроводников.

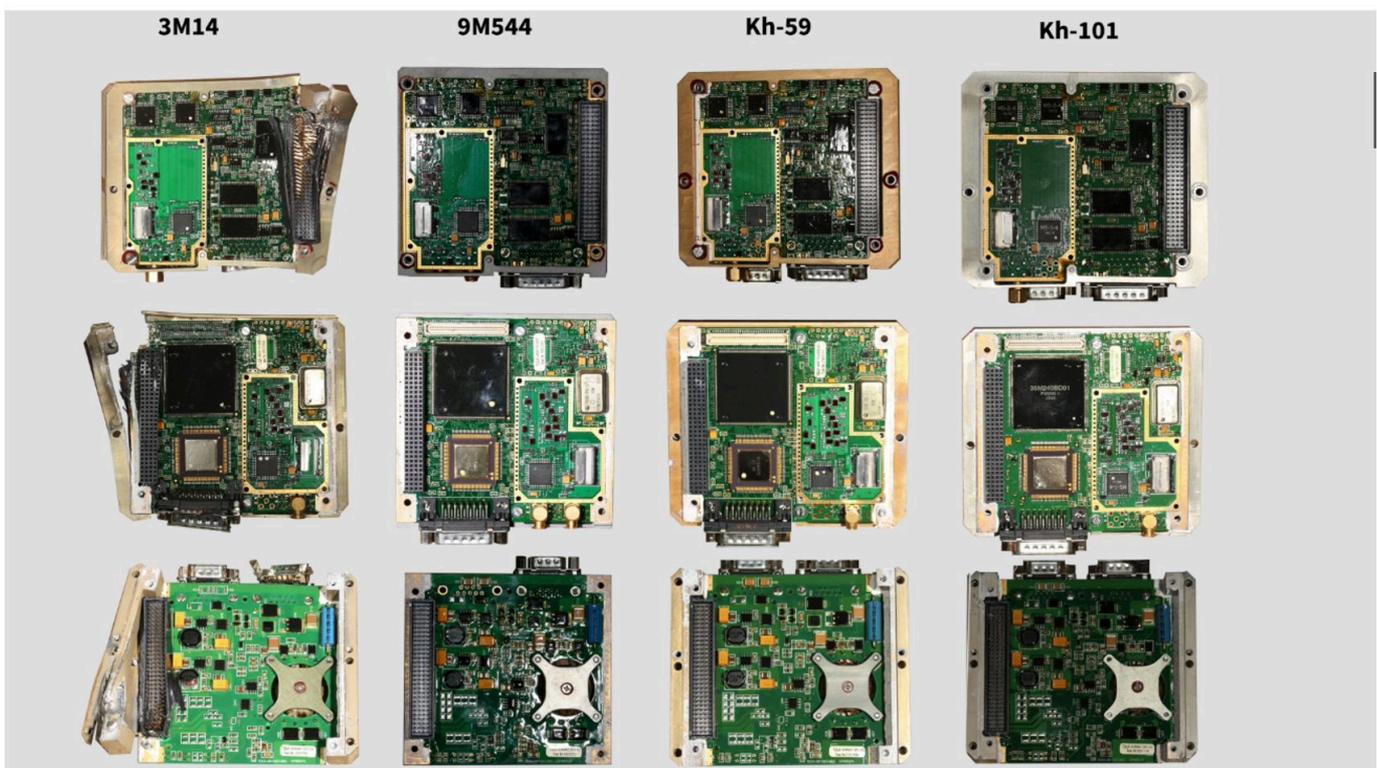
Как бы то ни было, ракетные удары по территории Украины не прекращаются. В последних волнах массированных атак используются крылатые ракеты, **выпущенные** всего лишь несколько месяцев назад. Это можно трактовать как подтверждение сообщений об исчерпании

Судя по всему, российские импортеры успешно обходят все ограничения за счет разных схем и уловок: посредников, использования бытовой электроники в военных изделиях, замещения иностранных микросхем безнадежно устаревшей, но работоспособной советской элементной базой, сознательного отказа от более совершенных зарубежных образцов в пользу менее продвинутых, промышленного шпионажа, реэкспорта через третьи страны.

Российские импортеры электроники успешно обходят все ограничения за счет разных схем и уловок

Специалисты **отмечают**, что многие выявленные в российских вооружениях иностранные чипы – стандартные элементы электронных систем общего назначения. Зачастую одни и те же интегральные схемы применяются и в бытовой технике, и в гаджетах, и в оружии. В мае 2022 года министр торговли США Джина Раймондо **рассказывала** со ссылкой на украинских чиновников о найденных в российских танках полупроводниках из посудомоечных машин и холодильников.

Украинские эксперты **утверждают**, что российские производители нашли способ интегрировать бытовые чипы даже в такие сложные устройства, как бортовые вычислительные комплексы высокоточных ракет. Скажем, в блоке наведения корректируемого реактивного снаряда 9М544 для РСЗО «Торнадо-С» эксперты **нашли** микросхемы и микроконтроллеры, доступные для заказа на китайской торговой онлайн-площадке AliExpress.



Электронная начинка некоторых типов российских ракет и корректируемых снарядов

Conflict Armament Research

Парадоксальным образом современное российское оружие вроде крылатых ракет Х-101 одновременно с западными компонентами **содержит** советские микросхемы родом из 1960-х и 1970-х годов. Похоже, что это один из способов снизить зависимость от иностранной электроники (некоторые эксперты **полагают**, что Х-101 можно производить вовсе без нее), но в таком случае приходится мириться с существенным снижением точности и надежности работы.

Еще одно объяснение сохранения выпуска сложной военной продукции вопреки санкциям – сделанные до начала войны запасы электроники. Известная оборонная аналитическая компания Janes подготовила для The New York Times **отчет** о вероятной продуманной политике накопления критически важных комплектующих в период после 2014 года. Поскольку часть из них относится к гражданским изделиям, поставки можно было организовать и совершенно легально или с помощью третьих стран. Кроме того, какую-то долю электронных компонентов российские оборонные предприятия, видимо, добывали через агентурную сеть СВР и ГРУ.

Наконец, самый главный источник поступления электроники для отечественного ВПК – это обычный импорт. Федеральная таможенная служба РФ прекратила публиковать подробную статистику об импорте и экспорте в апреле 2022 года, в том числе для того, чтобы затруднить оценку эффективности наложенных Западом санкций на поставки высокотехнологичных товаров и электронных компонентов. Тем не менее агентству Reuters удалось получить доступ к отчетности российской таможни с 24 февраля по конец мая и **выяснить**, что за это время произошло более 15 тысяч транзакций с импортом в Россию западной электроники от AMD, Analog Devices, Infineon, Intel, Texas Instruments и других производителей.

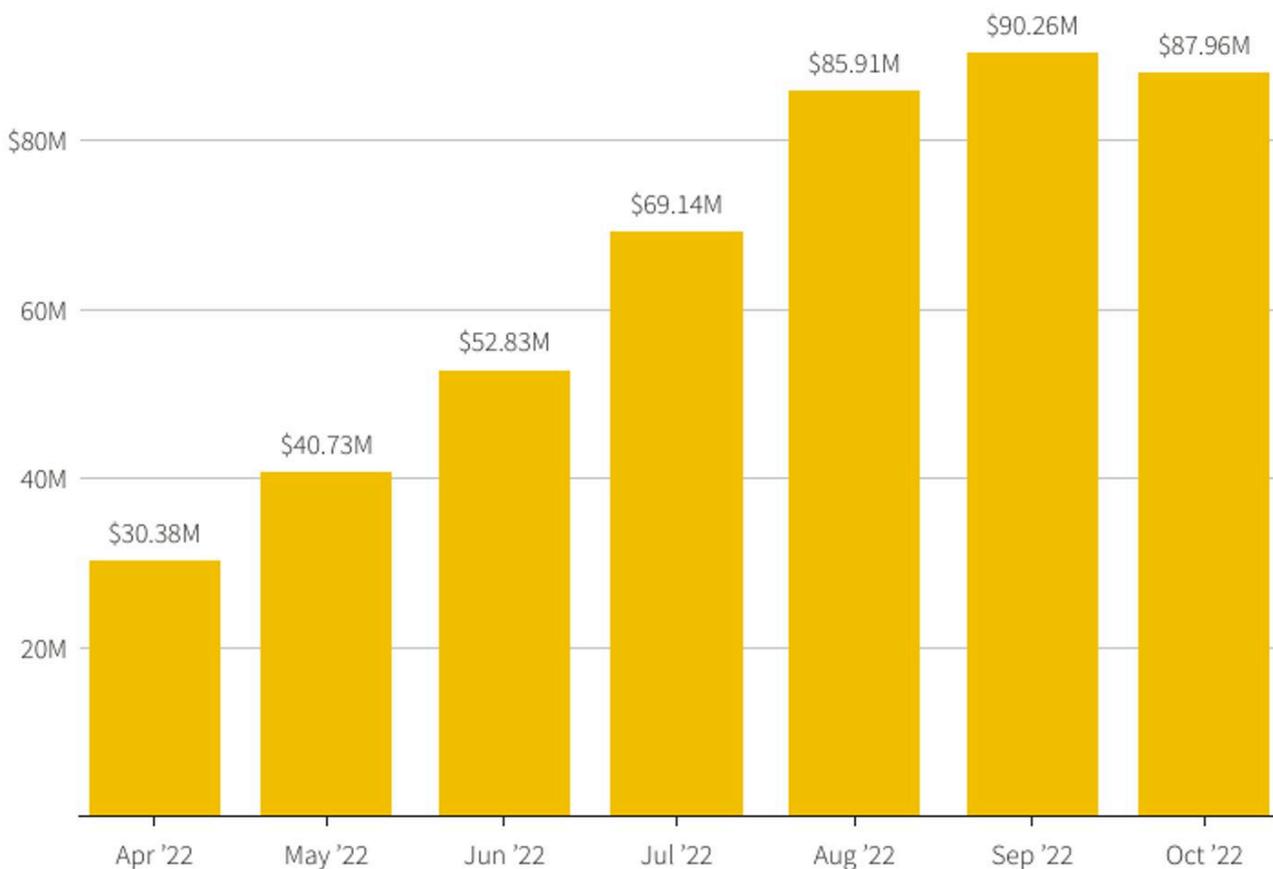
Главный источник поступления электроники для отечественного ВПК – это обычный импорт

2022 года не только довольно быстро восстановился до среднемесячных значений предыдущего года, но и превзошел их. В сентябре 2022 года в России ввезли полупроводников на сумму \$277 млн – это более чем в полтора раза превосходит показатель сентября 2021 года (\$173 млн). При этом характерным образом изменились страны-поставщики: резко сократились (хотя и не исчезли полностью) объемы импорта из ЕС и США, доля Китая достигла 80%, полупроводники неожиданно стали поступать из Турции и стран СНГ.

Совместное [расследование](#) Reuters и RUSI, выпущенное в декабре 2022 года, говорит о прекрасно работающей, несмотря на все санкции, глобальной сети поставщиков западной электроники в Россию. Операции идут через посредников в Турции, Гонконге и даже Эстонии (член ЕС и НАТО) и, вероятно, закрывают основные нужды российских потребителей. Со ссылкой на полученные данные ФТС агентство пишет об удивительной ситуации с американским гигантом Intel: компания 3 марта 2022 года объявила об остановке работы с российскими клиентами. Тем не менее с 1 апреля по 31 октября 2022 года в Россию каким-то образом завезли продукции Intel на \$457 млн. Всего за этот период в страну поступило компонентов компьютерной техники и электроники на сумму \$2,6 млрд, из них \$777 млн приходится на американские Intel, AMD, Texas Instruments, Analog Devices Inc. и немецкую Infineon AG.

Exports of Intel products to Russia

On March 3, 2022, U.S. semiconductor maker Intel Corp said it had suspended all shipments to customers in Russia. Reuters found at least \$457 million worth of Intel products arrived in Russia between April 1 and Oct. 31, 2022.



Source: Russian Customs Records

Импорт продукции Intel в Россию с апреля по октябрь 2022 года
Reuters

То, что режим западных санкций не работает так, как надо, показывает не только российское оружие. Организация CAR [проанализировала](#) попавшие в руки украинцев дроны-камикадзе «Герань-1» и «Герань-2». Эксперты не только подтвердили, что эти дроны (под оригинальными названиями Shahed 131 и Shahed 136) разработаны в Иране, а не в России, но и выявили огромное количество западной электроники. По сути, все основные узлы и системы дронов сделаны на базе иностранных компонентов, причем больше всего из них имеют американское происхождение. Украинский проект «Схемы» [изучил](#) другой иранский БЛА, применяемый российскими силами в Украине, – разведывательно-ударный Mohajer-6, и в нем точно также нашли микросхемы от производителей из США.

Если находящийся под санкциями разной степени жесткости уже много десятилетий Иран ухитряется на регулярной основе получать западную электронику для производства оружия, то что говорить о России, до сих пор гораздо глубже включенной в мировой рынок, не испытывающей (пока) проблем с финансами и располагающей неформальными сетями влияния на политиков и бизнес за рубежом. Похоже,

Несамодостаточная российская электроника

Иен Уильямс, научный сотрудник Центра стратегических и международных исследований (США)

Новые российские ракеты, похоже, содержат много компонентов западного производства. Многие из них находятся в свободном доступе на рынке, поскольку у них невоенное применение – например, в сфере гражданской электроники и бытовой техники. Однако очевидна низкая надежность этих новых ракет. Это может быть связано с плохой системной интеграцией и плохим контролем качества конечного продукта. Есть и подтвержденные случаи присутствия компонентов двойного назначения в российском оружии. Это не обязательно плохо – дело не только в качестве комплектующих, но и в интеграции этих деталей с элементами российского производства, качестве сборки, мерах контроля качества и т. д. Что касается дефицита электронных компонентов, я думаю, что Китай был бы единственным значительным источником для России. Иран, вероятно, готов продавать только целые системы, такие как Shahed 136. Однако эта страна сама зависит от иностранной электроники.

У России сейчас нет промышленных мощностей для производства высокотехнологичного оружия, такого как крылатые ракеты, такими темпами, как это необходимо. Ужесточение импортных ограничений заставит Кремль искать электронные компоненты в других местах. Даже если Россия сможет получить новые источники микросхем, могут возникнуть проблемы с интеграцией и несоответствие между деталями и исходным дизайном, что, вероятно, приведет к снижению качества и надежности. Вся эта ситуация довольно неожиданна, поскольку до сих пор считалось, что российская радиоэлектронная промышленность развилась непосредственно из советской радиоэлектронной промышленности, которая была вполне самодостаточной.

Материал подготовлен совместно с Вячеславом Епуряну

[Read this article in English](#)

СТАТЬИ ПО ТЕМЕ



Воздушная перемога. Чем и как можно защитить украинские города от российских ракет



«Генерал Мороз» на службе ВСУ. Кремль пугает Украину холодной зимой, но опасаться скорее стоит российским солдатам



Убийцы на удаленке. Кто и как наводит управляемые ракеты на украинские гражданские объекты



Прощай, оружие! К концу года Россия останется почти без снарядов, артиллерии и бронетехники

Нам очень нужна ваша помощь

[ПОДПИШИТЕСЬ НА РЕГУЛЯРНЫЕ ПОЖЕРТВОВАНИЯ](#)