

СПАСИТЕЛЬНЫЙ КРЕМНИЙ

ЗАПАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА В СЕРДЦЕ

ДЖЕЙМС БИРН, ГАРИ СОМЕРВИЛЛ, ДЖО БИРН, ДЖЕК
УОТЛИНГ, НИК РЕЙНОЛЬДС И ДЖЕЙН БЭЙКЕР

АВГУСТ 2022 Г.

ПРАВОВАЯ ОГОВОРКА

Королевский объединенный институт оборонных исследований (RUSI) подготовил данный отчет исключительно в информационных целях (далее - «Разрешенная цель»). Несмотря на то, что RUSI принял все разумные меры по обеспечению точности материала, представленного в данном отчете (далее - «Информация»), данный материал, главным образом, получен на месте в Украине и из открытых источников, и RUSI не дает никаких гарантий и заверений в отношении Информации.

Вы не должны использовать, воспроизводить Информацию или полагаться на нее в каких-либо иных целях, кроме Разрешенной цели. Полагаясь на Информацию, вы делаете это на свой страх и риск. Если вы намереваетесь использовать Информацию в каких-либо иных целях (включая, среди прочего, возбуждение судебного разбирательства, принятие мер, отказ от принятия мер или иные действия в отношении любого названного лица или организации), вы должны первым делом провести свое независимое расследование, чтобы проверить Информацию, и полагаться на результаты этого расследования.

В той мере, в какой это разрешено законодательством, RUSI не несет ответственности за какие-либо предсказуемые или непредсказуемые убытки и ущерб иного рода (в том числе, среди прочего, в рамках диффамации), понесенные

в результате или в связи с тем, что вы или любая третья сторона воспроизвели, использовали какую-то Информацию или полагались на нее. Ссылки на RUSI включают в себя его директоров и сотрудников.

Для составления данного отчета его авторы обрабатывали названия и имена компаний, организаций и физических лиц, записанные на русском и китайском языках. В некоторых случаях названия и имена компаний, организаций и физических лиц приходилось переводить или транслитерировать. Были приложены все усилия к тому, чтобы обеспечить точность перевода/ транслитерации, и авторы отказываются от ответственности за любые допущенные непреднамеренные ошибки в этом отношении.

Авторы также обработали большой массив данных о микроэлектронных комплектующих, включая их серийные номера, проверили аутентичность этих компонентов и определяли их производителей, пользуясь открытыми источниками. Тем не менее, небольшое количество изделий оказалось невозможно идентифицировать с помощью веб-страниц производителей или сторонних продавцов. Это может быть связано с тем, что они сняты с производства. Кроме того, на нескольких изделиях было недостаточно информации, чтобы их однозначно идентифицировать.

УКАЗАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ, КОМПАНИЙ И ГОСУДАРСТВ В ДАННОМ ОТЧЕТЕ

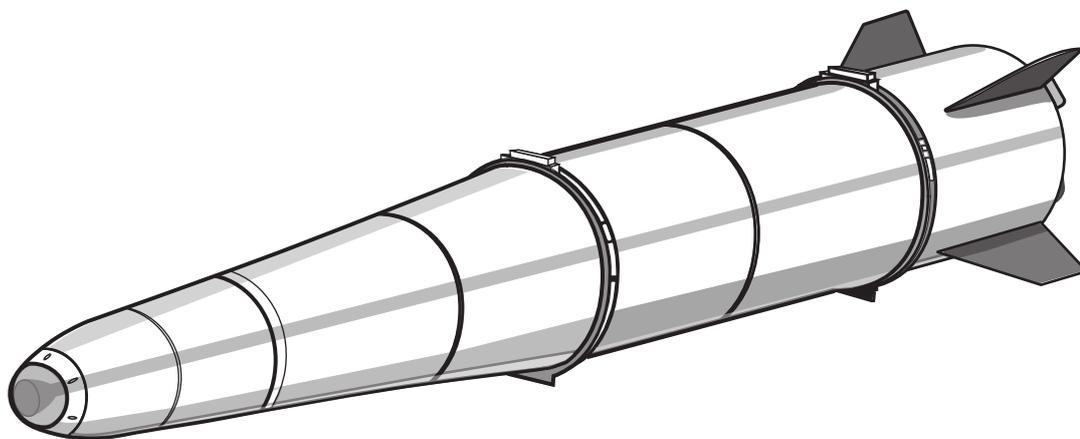
Цель данного отчета состоит в том, чтобы разъяснить и продемонстрировать зависимость российской армии от западных технологий. Для этого в отчете указан ряд физических лиц/компаний/государств, считающихся вовлеченными в разработку и производство комплектующих, которые российская армия приобрела и использует в своей военной технике. Во избежание неверного толкования, если иное ясно не заявлено в данном отчете, RUSI не подразумевает никаких обвинений в неправомерных действиях со стороны этих физических лиц/компаний/государств, не заявляет и не утверждает, что эти физические лица/компании/государства замешаны в обходе санкций, прямо или опосредованно снабжают российскую армию и/или российских военных клиентов, тем самым нарушая какие-либо международные (или свои национальные) законы или регламенты, которые запрещают такие действия.

МЕТОДОЛОГИЯ

Для составления данного отчета Отдел анализа и информации из открытых источников (Open Source Intelligence and Analysis (OSIA)) и Отдел военной науки (Military Sciences) Королевского

объединенного института оборонных исследований (RUSI) пользовались большими объемами информации о комплектующих и микроэлектронике, обнаруженных в разобранных российских вооружениях, которые были захвачены или использованы в Украине, начиная с февраля 2022 г. Результаты технического анализа были объединены в базы данных, стандартизированы и классифицированы с тем, чтобы сделать возможным дальнейший анализ.

Физический осмотр значительной выборки боевых систем и платформ, выполненный представителями RUSI на месте, подтвердил достоверность и точность полученных данных. Эти данные также были сверены с описаниями и серийными номерами изделий, которые публикуют разные производители. Следует отметить, что «серый» и «черный» рынки контрафактных компонентов и микроэлектроники являются всемирной проблемой. Это значит, что безоговорочное подтверждение требует больших усилий. Однако, учитывая рассмотренные здесь факты и долгую историю закупок, которые советская, а затем российская, оборонная промышленность осуществляла в ведущих мировых технологических компаниях и компаниях, производящих микроэлектронику, исследовательская группа в своей работе исходила из того,



Контур ракеты «Искандер». Источник: RUSI.

Спасительный кремний: западная электроника в сердце военной машины России

что большинство этих комплектующих – подлинные. Авторы отчета ознакомились с внутренними оценками российских властей, где подчеркивается критическая степень зависимости от ряда иностранных производителей, и это придает уверенности в подлинности компонентов, которые присутствуют в российских вооружениях. В будущем, для подтверждения подлинности многих из этих комплектующих, можно будет применить и другие методы анализа, в частности рентгенографию. Однако продолжающийся конфликт в Украине осложняет проведение некоторых дополнительных исследований.

С тем, чтобы лучше изучить сети российских закупок и одновременно установить тактический, операционный и стратегический контекст тех или иных вооружений, полученные данные сопоставлялись со сведениями из ряда других источников, таких как информация о торговых операциях на уровне отгрузок, импортные и экспортные декларации, данные учета юридических лиц на русском языке.

БЛАГОДАРНОСТЬ

RUSI хочет поблагодарить нескольких человек и партнеров, которые помогли с подготовкой данного отчета: Профессора Питера Робертса, Доктора Маркуса Шиллера, Доктора Даниэла Солсбери и кавалера Ордена Бани, кавалера Ордена Британской империи Шона Корбетта. RUSI также хочет выразить благодарность компании Altana Technologies. Информационная платформа Altana Atlas этой компании помогла нам понять, каким образом полупроводники и микроэлектроника перемещаются в системе международной торговли и попадают к российским военным конечным пользователям.

АВТОРСКОЕ ПРАВО

© Royal United Services Institute for Defence and Security Studies, 2022



Публикуется по лицензии Creative Commons. С указанием авторства - Некоммерческая - Без производных, версия 4.0. Дополнительную информацию смотрите по адресу <<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>>.

ИСПРАВЛЕНИЕ ОТ 8 АВГУСТА 2022 Г.

Обращаем внимание на то, что в предыдущей редакции данного отчета, американская компания Gumstix была ошибочно названа немецкой. Ошибка исправлена и вся числовая информация обновлена соответствующим образом. Авторы отчета и RUSI приносят свои извинения за недоразумения, которые могли возникнуть в результате этой ошибки. Внесенные изменения не влияют на результаты анализа и на выводы, сделанные в данном отчете.





Содержание

КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ ОТЧЕТА	7
ВВЕДЕНИЕ	9
РАЗДЕЛ 01: СИСТЕМЫ И ЗАПАДНЫЕ КОМПОНЕНТЫ	13
С миру по нитке	16
Чтобы перекрыть поток: санкции и экспортный контроль	17
Разыскиваются в Америке	21
Когда есть Analog	27
Техас работает на нас	29
Токийский порок	32
От каждого по способностям, каждому по потребностям	33
Швейцарский счет	34
Голландская болезнь	35
Лондон зовет	35
Берлинский вокзал	36



РАЗДЕЛ 02: РОССИЙСКИЕ РАКЕТЫ – ВЗГЛЯД ИЗНУТРИ

Ракета «Искандер» 9M727

Вычислительная машина для обработки радиолокационной информации «Заря»

ЭВМ «Багет»

Системы наведения

Разнообразная продукция

Крылатая ракета Х-101

41

42

43

47

50

52

54

РАЗДЕЛ 03: ОТКРЫТЫЙ КОНТУР: ПОТОКИ КОМПЛЕКТУЮЩИХ В РОССИЮ

57

Глобальная цепочка поставок: российский импорт полупроводников

57

В прицеле – поле боя

62

Прослеживание подсанкционных организаций

63

Гонконгские лавки чипов

64

ВЫВОДЫ

69

Об авторах

70

Краткое изложение отчета

Российское вторжение в Украину 24 февраля 2022 г. сразу же пошло не по плану. Оно началось с расчетом на хирургически-точный захват украинских городов, но превратилось в тяжелую войну на истощение, в ходе которой армия РФ быстро слабеет. В данном отчете рассмотрены компоненты и функциональность 27 самых современных систем, стоящих на вооружении российской армии, включая крылатые ракеты, системы связи и комплексы радиоэлектронной борьбы, и делается вывод о том, что сокращение военного потенциала России **можно сделать необратимым**, если принять соответствующие политические меры.

Данный отчет опирается на технический анализ российского военного оборудования, захваченного или использованного в Украине. Он демонстрирует, насколько программа модернизации армии РФ, на которую потрачены десятилетия и миллиарды долларов, зависит от широкого применения микроэлектроники, производимой в США, Японии, Тайване, Южной Корее, Швейцарии, Нидерландах, Великобритании, Франции и Германии. Для того, чтобы получить разрешение на использование иностранных компонентов в военной технике, российские оборонные предприятия обязаны убедить Минобороны РФ в том, что **отечественных аналогов нет**.

В 27 исследованных системах RUSI обнаружил как минимум **450 разных комплектующих иностранного производства**. Большинство из них изготовлены американскими компаниями, которые давно зарекомендовали себя, как разработчики и производители сложной микроэлектроники для армии США. Как минимум **80 разновидностей этих компонентов подпадают под экспортный**

контроль в США. Это свидетельствует о том, что в течение последних десятилетий российский военно-промышленный комплекс с успехом обходил эти ограничения. В отчете приведены примеры шпионской деятельности, продолжающейся с советских времен и до нового вторжения РФ в Украину в 2022 г.

В Украине Россия лишилась огромного количества военной техники и сильно истощила свой арсенал крылатых и баллистических ракет. После введения новых санкций и ужесточения экспортного контроля российские власти пытались скомпенсировать отсутствие доступа к критически важным компонентам **импортозамещением**. Этот подход оказался **нежизнеспособным**. Как результат, в данное время России приходится или конструировать новое и, скорее всего, менее эффективное оружие, или заниматься **обходом санкций**, который стал важнейшим приоритетом для спецслужб страны.

Результаты анализа, выполненного в RUSI, говорят о том, что перевалочные узлы в третьих странах и тайные сети спецслужб РФ сейчас заняты формированием новых маршрутов для обеспечения доступа к западной микроэлектронике. Россия уже несколько лет использует разнообразные сети, чтобы с помощью подставных компаний, мошеннических лицензий на конечного пользователя и других испытанных способов, придуманных еще их советскими предшественниками, нелегально закупать товары в Европе и Северной Америке. В то же время Россия полагается на крупных дистрибьюторов микроэлектроники в таких перевалочных центрах, как Гонконг. В последние годы эти дистрибьюторы продолжали отправлять большие партии изделий в эту страну.

Чтобы уничтожить «кремниевую подпитку» России, правительствам необходимо:

- Пересмотреть и **ужесточить существующие механизмы экспортного контроля** в своих странах и юрисдикциях.
- **В сотрудничестве друг с другом** выявлять и закрывать российские сети теневых закупок.
- **Не допускать**, чтобы микроэлектроника двойного назначения **производилась по лицензии** в странах, которые поддерживают Россию.

- Склонять третьи страны и юрисдикции к тому, чтобы те **не способствовали реэкспорту и перевалке** контролируемых товаров в Россию.

Россия в спешке закупает в больших объемах все, что можно, пока не закрылись лазейки. Действовать надо сейчас.

Введение

«Да, конечно, не все удалось сделать за предыдущие годы в области импортозамещения ... Но здесь ничего страшного нет: по ключевым направлениям, которые обеспечивают наш суверенитет, мы сделали самое необходимое».¹

В кадре – широкоугольный вид на украинский город. Центр экрана занимает характерная сетка прицела БПЛА «Орлан-10». Это российский разведывательный беспилотник, предназначенный для корректировки огня артиллерии. Оператор увеличивает группу грузовиков на экране: видно, как вокруг них собираются украинские солдаты.

Видеокамера произведена компанией Sony и смонтирована на сервомоторе, изготовленном американской компанией Hextronik. Камера плавно увеличивает изображение, позволяя надежно идентифицировать цель. Система управления полетом в «Орлане-10» позволяет удерживать БПЛА над целью. Основой ее является микроконтроллер STM32F103VC, произведенный швейцарской компанией STMicroelectronics. БПЛА оснащен двигателем японской компании Saito Seisakusho. Все это делает «Орлан-10» надежным летательным аппаратом с радиусом действия до 120 км. Навигационный чип беспилотника – это ГНСС-модуль Neo-M8 от компании u-blox. Впервые он был обнаружен в БПЛА «Орлан-10»

в 2018 г.2 Координаты БПЛА, скорее всего, передаются оператору посредством радиочастотного приемопередатчика с быстрой перестройкой частоты, который производит компания Analog Devices.

Подтвердив цель визуально, оператор «Орлана-10» рассчитывает координаты цели, чтобы передать точные данные о местоположении в соответствующий пункт управления огнем. Как только установлены координаты, данные о цели сообщаются радиооператору, а тот с помощью УКВ-радиостанции «Акведук» P-168 передает их в командную систему управления артиллерией.

Производимый Сарапульским радиозаводом Зкомплекс радиосвязи «Акведук» P-168 содержит в себе более десяти компонентов, изготовленных западными компаниями. В плату управления встроены микроконтроллер американской компании Analog Devices, а модуль обработки цифрового сигнала сделан компанией Texas Instruments. Плата передатчика, через которую голос оператора кодируется и передается в цепочку поражения цели, тоже напичкана западными комплектующими и включает в себя кремниевый затвор фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ), изготовленный южнокорейской компанией.

1 *«Известия»*. Выступление Владимира Путина на Евразийском экономическом форуме. 26 мая 2022 г. <<https://iz.ru/1340365/video/vystuplenie-vladimira-putina-na-evrazijskom-ekonomicheskom-forume>> (дата обращения: 18 июля 2022 г.) «Да, конечно, не все удалось сделать за предыдущие годы в области импортозамещения ...

Но здесь ничего страшного нет: по ключевым направлениям, которые обеспечивают наш суверенитет, мы сделали самое необходимое». Это было сказано в рамках выступления на Евразийском экономическом форуме. Речь шла об усилиях, предпринимаемых российской промышленностью для того, чтобы адаптироваться к западным санкциям. В данном контексте слово «суверенитет», скорее всего, относится к экономической независимости России, а не к ее территориальному суверенитету.

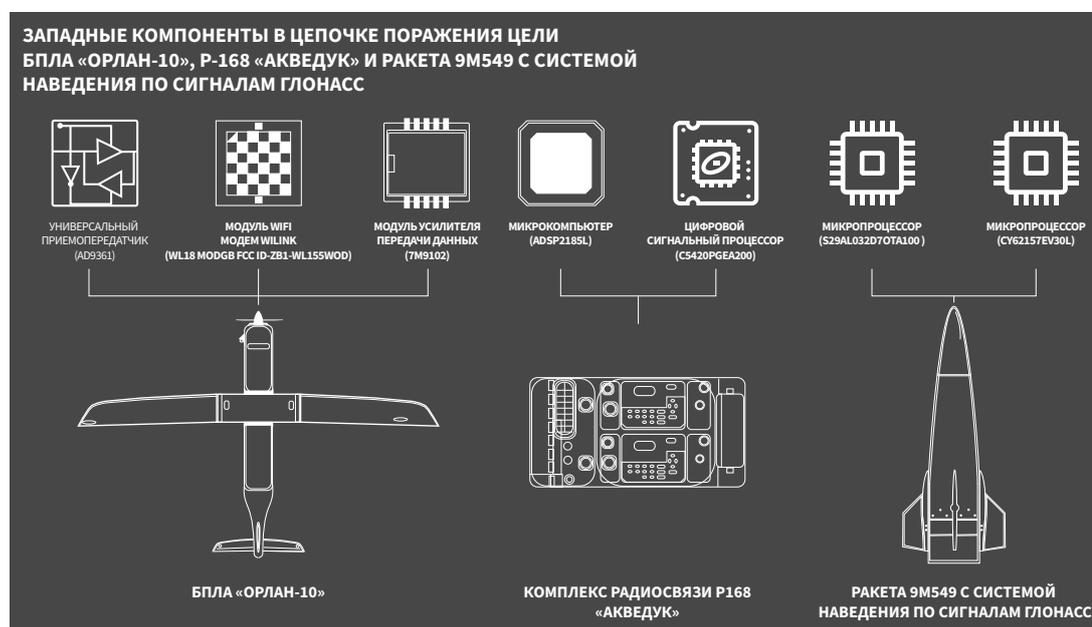
2 Inform Napalm [Информ Напалм]. 'Russian Drone Orlan-10 Consists of Parts Produced in the USA and Other Countries - Photo Evidence' [Российский БПЛА «Орлан-10» состоит из деталей производства США и других стран (фотоотчет)], 2 июня 2018 г. <<https://informnapalm.org/en/russian-drone-orlan-10-consists-of-parts-produced-in-the-usa-and-other-countries-photo-evidence/>> (дата обращения: 18 июля 2022 г.)

3 Army Guide. 'SARAPUL RADIOPLANT OJSC' [АО «САРАПУЛЬСКИЙ РАДИОЗАВОД»], <<http://www.army-guide.com/eng/firm1087.html>> (дата обращения: 18 июля 2022 г.)

Огневая задача передается в батарею РСЗО «Торнадо-С». Это относительно новая система, оснащенная спутниковой навигацией ГЛОНАСС.⁴ Для выполнения огневой задачи будет использована управляемая 300-мм ракета 9М549 с системой наведения по сигналам ГЛОНАСС. Сообщается, что дальность ракеты составляет 120 км, а круговое вероятное отклонение равно 7-15 м.⁵ На борту 300-мм ракеты имеется высокотехнологичное вычислительное устройство, а также

трехосный оптоволоконный гироскоп и блок обработки спутниковых сигналов, что позволяет корректировать траекторию полета и точнее поражать единичные цели малого размера на больших расстояниях. В гироскопе установлена программируемая пользователем вентильная матрица (ППВМ) производства Altera Corporation, а блоки вычисления и обработки спутниковых сигналов работают на модулях статической оперативной памяти (SRAM), изготовленных в Cypress Semiconductor.

Рис. 1: Разработанные и изготовленные на Западе детали, присутствующие в российской цепочке поражения цели



Источник: RUSI.

- 4 Tracy Cozzens [Трейси Коззенс]. 'Russia Tests New GLONASS-Guided Missile' [Россия испытала новую управляемую ракету с системой навигации ГЛОНАСС]. *GPS World* [Мир GPS]. 22 сентября 2020 г. <<https://www.gpsworld.com/russia-tests-new-glonass-guided-missile/>> (дата обращения: 18 июля 2022 г.)
- 5 N R Jenzen-Jones and Charlie Randall [Н Р Дженсен-Джонс и Чарли Рэндэлл]. 'Russian 9M54-Series Cargo Missile Documented in Ukraine (2022)' [Российская кассетная ракета серии 9М54 зафиксирована в Украине (2022 г.)]. Armament Research Services. 6 марта 2022 г. <<https://armamentresearch.com/russian-9m54-series-cargo-missile-documented-in-ukraine-2022/>> (дата обращения: 18 июля 2022 г.)

Спасительный кремний: западная электроника в сердце военной машины России

После запуска ракеты беспилотник «Орлан-10» продолжит визуально следить за целью и информировать батарею о любом изменении местоположения. Данные корректировки будут передаваться по цепочке поражения цели и, в конце концов, поступят в вычислительный блок летящей ракеты, чтобы обеспечить максимальный смертоносный эффект. В данном случае оператор «Орлана-10» видит момент удара ракеты на экране: как минимум два грузовика горят, несколько украинских военных убиты.

Такая гипотетическая цепочка поражения, воссозданная RUSI, на самом деле в разных вариациях использовалась сотни, если не тысячи раз, со времен вторжения России в Украину – сначала в 2014 г., а затем в 2022 г. Тоже самое происходило и во время интервенции РФ в Сирии в 2015 г. Однако это было бы невозможно без критических западных комплектующих и электроники.

Вышеописанные системы отнюдь не уникальны в этом отношении, так как российские вооружения и военные платформы содержат целый спектр преимущественно западных устройств, без которых они не могли бы функционировать. Будь то системы залпового огня или баллистические ракеты, тактические радиостанции или системы радиоэлектронной борьбы – военная машина Кремля нередко зависит от комплектующих, ввезенных из-за рубежа.

Представленный в данном отчете анализ самого большого на данный момент объема имеющихся в открытом доступе данных об электронных компонентах наглядно демонстрирует зависимость армии РФ от западных технологий.

В этой базе данных собраны сведения о почти 30 боевых системах, комплексах и единицах оборудования, захваченных у российских военных или использованных

армией РФ в Украине с момента вторжения в феврале 2022 г. В нескольких случаях вооружения были исследованы персоналом RUSI на месте в разных точках Украины. Некоторые системы являются старыми, и вероятно изготовлены десятки лет назад, в конце советской эпохи. Другие же представляют собой ультрасовременные комплексы, созданные в последние несколько лет в рамках многомиллиардной программы модернизации армии РФ.

Но, независимо от возраста и даты производства, один примечательный аспект остается неизменным: как стандартное, так и малотиражное оружие России, содержит в себе множество микроэлектронных изделий, изготовленных в Северной Америке, Европе и Восточной Азии. И если какие-то из них, наподобие коммерческих и имеющихся в свободной продаже компонентов, российская оборонная промышленность могла с относительной легкостью закупать через отечественных или зарубежных оптовиков, прочие изделия вероятно были приобретены посредством теневых сетей российской Службы внешней разведки (СВР) или военной разведки (ГРУ).

Как бы тревожно ни звучал такой вывод в свете нападения России на Украину, размах деятельности Кремля в области научно-технического шпионажа и незаконных закупок западных изделий не является чем-то новым. Сбор научно-технической информации и приобретение критически-важных технологий для военных программ России уже на протяжении почти ста лет является приоритетом для разведывательных органов страны.⁶ Советский Союз стремился не отставать от Запада, и масштабы промышленного шпионажа и инфраструктуры для обработки получаемой информации были огромны. В этой деятельности были задействованы 100 000 человек и 11 000 информационных отделов, связанных с советскими НИИ.⁷

6 ЦРУ. 'Interagency Intelligence Memorandum: The Technology Acquisition Efforts of the Soviet Intelligence Services' [Межведомственный меморандум о разведке: усилия по приобретению технологий, прилагаемые советскими разведслужбами]. 18 июня 1982 г. См. также Kevin Riehle [Кевин Риле]. *Russian Intelligence* [Российская разведка] (Bethesda, MD: National Intelligence University, 2021), [Бетесда, штат Мэриленд: Национальный университет разведки. 2021 г.]. Стр. 81.

7 ЦРУ. 'Interagency Intelligence Memorandum' [Межведомственный меморандум о разведке]. Стр. 7; Riehle [Риле].

Результаты анализа, выполненного в RUSI, говорят о том, что приоритеты, скорее всего, не изменились, так как и СВР, и ГРУ продолжают активно закупать детали, комплектующие и технические знания, необходимые для создания и внедрения вооружений, которые призваны подавлять и уничтожать противника.

Сейчас, когда в результате вторжения в Украину в феврале 2022 г. российские власти столкнулись с новыми санкциями, они вынуждены замещать эти компоненты и одновременно выстраивать альтернативные цепочки поставок в страну. Россия потратила и потеряла огромное количество современного оружия и боевых систем, и для продолжения боевых действий и оснащения вооруженных сил военно-промышленному комплексу РФ нужно много новых комплектующих.

Верхушка российского руководства в курсе этой проблемы. Кремль много лет и без особого успеха продвигает

идею импортозамещения, как ответа на западные санкции.⁸ В июне 2014 г. Владимир Путин подчеркнул важность импортозамещения для российской армии и призвал к комплексному переходу на военные компоненты, произведенные в РФ.⁹ С тех пор прошло восемь лет, но Россия, похоже, очень мало продвинулась в том, чтобы запустить собственную полупроводниковую революцию, ставшую практически неосуществимой мечтой на фоне многосторонних санкций, нацеленных на ослабление ВПК РФ.

И хотя что-то можно найти в Китае, там нет многих компонентов, являющихся критически важными для российского оружия. Без соответствующего отечественного производства Россия и ее вооруженные силы остаются очень уязвимыми перед лицом многосторонних усилий, предпринимаемых с тем, чтобы перекрыть каналы поставок таких электронных комплектующих и повысить издержки агрессии в Украине.

Russian Intelligence [Российская разведка]. Стр. 138–40.

8 Дополнительно о российских усилиях в области импортозамещения см: Татьяна Мищенко. Поддержали отечественного производителя. Что такое импортозамещение, как оно проходит в России? *СовкомБлог*. 27 января 2022 г. <<https://sovcombank.ru/blog/umnii-potrebitel/podderzhali-otechestvennogo-proizvoditelya-chtotakoe-importozameschenie-kak-ono-prohodit-v-rossii>> (дата обращения: 18 июля 2022 г.)

9 *Интерфакс*. Путин заявил о необходимости ускоренного перехода промышленности к импортозамещению. 28 июля 2014 г. <<https://www.interfax.ru/business/388216>> (дата обращения: 18 июля 2022 г.)

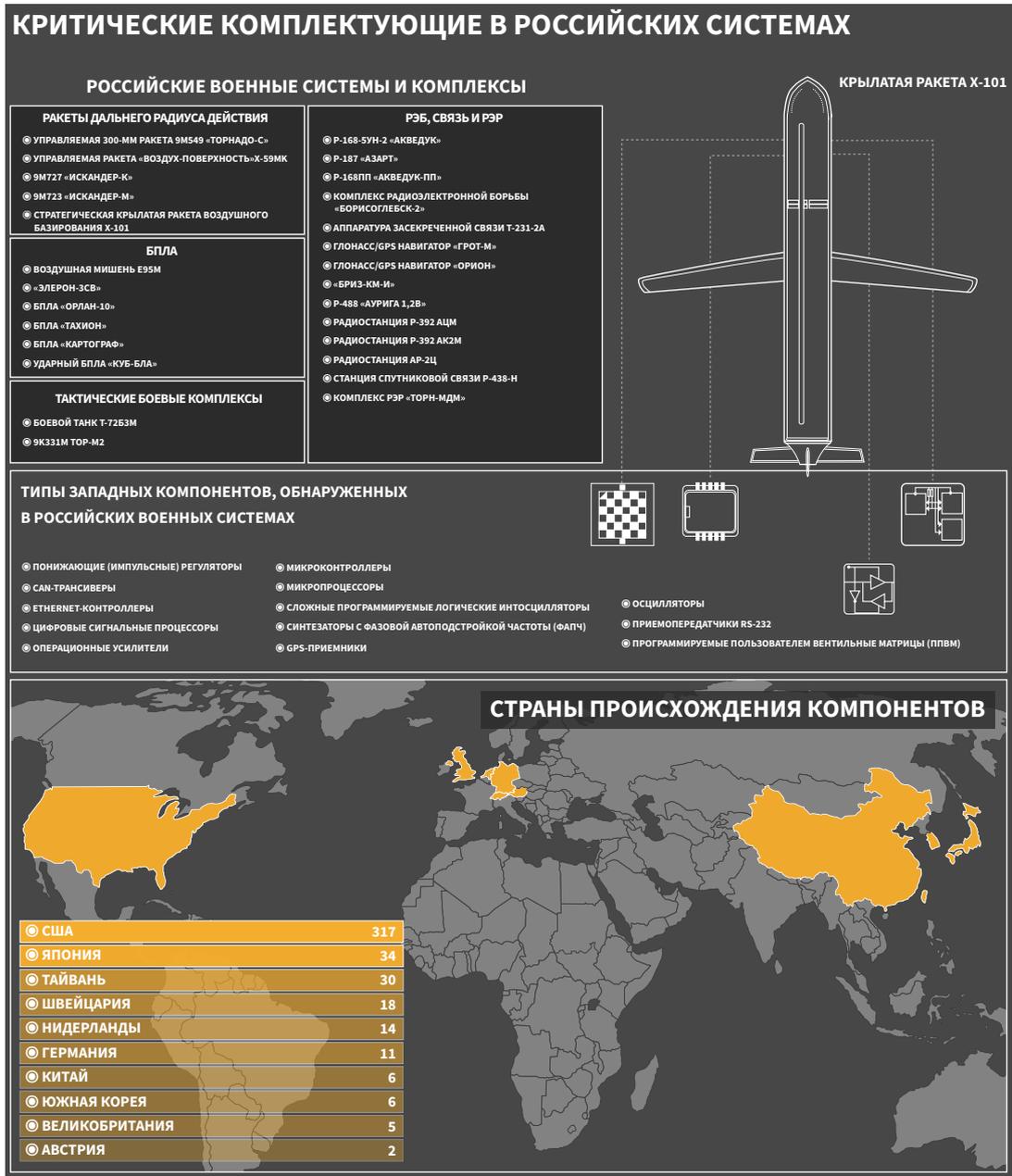
Системы и западные компоненты

База данных, полученная RUSI, охватывает 27 боевых систем, комплексов, радиостанций и единиц оборудования, которые были захвачены или использованы в Украине в период с начала полномасштабного вторжения в феврале 2022 г. по конец июня. Среди этих систем есть несколько ударных средств дальнего радиуса действия, таких как квазибаллистическая ракета 9M720 «Искандер-М»,¹⁰ крылатая ракета наземного базирования (КРНБ) 9M727, запускаемая с подъемной стрелы транспортно-

пусковой установки (ПУ) «Искандер», и стратегическая крылатая ракета воздушного базирования (КРВБ) Х-101. Также есть данные о тактических боевых комплексах, таких как система ПВО 9К331М Тор-М2, различных БПЛА, системах радио- и спутниковой связи, например тактического комплекса радиосвязи Р-168 «Акведук», а также о системах радиоэлектронной борьбы (РЭБ) и радиоэлектронной разведки (РЭР), как, например, «Торн-МДМ».

¹⁰ Квазибаллистическая ракета является в основном баллистической, но зачастую имеет более низкую траекторию полета и способна осуществлять маневры.

Рис. 2: Обзор систем и комплектующих



Источник: RUSI.

Какие-то из этих систем достались нам совершенно неповрежденными. В других случаях, когда речь идет об использованных боеприпасах, таких как баллистические и крылатые ракеты, извлечены только их части, и следовательно их компонентный состав не всегда описан полностью. Соответственно, представленные здесь перечни компонентов нескольких систем не следует считать исчерпывающими. Тем не менее, несмотря на эти оговорки, захват и демонтаж такого количества боевой техники

и вооружений открывает практически беспрецедентные возможности для изучения того, как они конструируются, производятся и размещаются на поле боя.

В совокупности они содержат широкий спектр комплектующих, спроектированных на Западе, включая микроэлектронику, специальные камеры и датчики, приемопередатчики и преобразователи, пропеллеры, моторы и многое другое. Среди них RUSI идентифицировал 450 типов

Спасительный кремний: западная электроника в сердце военной машины России

изделий, изготовленных главным образом на Западе, причем не менее 318 из них произведены компаниями, базирующимися в США. В некоторых случаях в вооружениях присутствует несколько компонентов одного типа. Какие-то из них найдены в разных системах и подсистемах, и это значит, что их общее количество значительно больше.

Многие компоненты представляют собой простые микроэлектронные изделия, которые можно купить у онлайн-дистрибьюторов в ряде стран и юрисдикций. Но есть и те, экспорт которых давно контролируется, чтобы не допустить их использования в военных целях. Сейчас, после вторжения РФ в Украину, на экспорт подавляющего большинства

этих компонентов в Россию наложены ограничения, особенно если изделия предназначены для военных конечных пользователей.

Даты производства компонентов и микроэлектроники разные. Что-то изготовлено еще в начале 1980-х и закуплено, скорее всего, тогда же. Некоторые изделия произведены в последние несколько лет. Например, западные компоненты, обнаруженные в крылатой ракете «Калибр», судя по всему датируются 2018 и 2019 годами, т.е. когда в связи с вторжением России в Украину уже четыре года действовали санкции и механизмы экспортного контроля в отношении военных конечных пользователей.

Рис. 3: Современные компоненты крылатой ракеты «Калибр»



Источник RUSI.

Независимо от конкретной классификации, присутствие такого количества западной микроэлектроники и комплектующих подчеркивает неспособность России производить отечественные аналоги или

получать аналогичные изделия из других источников. Одновременно высвечивается стоящая перед ВПК проблема восполнения потерь оборудования и материалов, понесенных в результате вторжения, в свете

Бирн, Сомервилл, Бирн, Уотлинг, Рейнолдс и Бэйкер

многосторонних усилий по ужесточению контроля за экспортом товаров двойного назначения и критически-важных компонентов.

С МИРУ ПО НИТКЕ

Большинство компонентов, имеющих в базе данных, произведены 57 компаниями США. Среди них преобладают изделия таких ведущих производителей микроэлектроники, как Analog Devices Inc, Texas Instruments, Maxim Integrated,¹¹ Xilinx Inc,¹² Microchip Technology Inc, ON Semiconductor, Altera Corporation,¹³ Intel Corporation, Atmel Corporation¹⁴ и Cypress Semiconductor.¹⁵ Эти десять компаний изготовили 208 типов компонентов, извлеченных из 26 систем, которые используются армией РФ.

Еще 77 компонентов разработаны и изготовлены компаниями в Японии, Тайване, Южной Корее, Китае и Сингапуре. Тринадцать из них сделаны в японской Murata Manufacturing Co Ltd, а семь – в тайваньской Yageo Corporation.

Не менее 55 разных компонентов произведены европейскими компаниями.

Стоит отметить, что среди них больше всего изделий голландской NXP Semiconductors NV и швейцарской STMicroelectronics. В числе других европейских производителей – швейцарская u-blox, немецкая EPCOS, французская Thales Group, а также британские компании CML Microcircuits и Golledge Electronics.

На большинстве компонентов проставлены серийные номера, которые можно сверить и отнести к конкретным производителям. Небольшое количество номеров не удалось найти в веб-ресурсах компаний, и эти изделия скорее всего сняты с производства. Кроме того, на нескольких компонентах идентифицирующей информации было недостаточно для того, чтобы однозначно определить их происхождение. Следует также отметить, что подделка компонентов становится все более распространенным явлением. Это означает, что какие-то изделия могут иногда являться низкокачественными контрафактными копиями, изготовленными в других местах.

Для того, чтобы определить компоненты, которые наиболее широко используются в российских военных системах, их разбили

- 11 С августа 2021 г. является дочерним предприятием компании Analog Devices Inc. См. Analog Devices. 'Analog Devices Completes Acquisition of Maxim Integrated' [Компания Analog Devices завершает процесс приобретения компании Maxim Integrated]. Пресс-релиз. 26 августа 2021 г. <<https://www.analog.com/en/about-adi/news-room/press-releases/2021/8-26-21-adi-completes-acquisition-of-maxim-integrated.html>> (дата обращения: 18 июля 2022 г.)
- 12 Приобретена компанией Advanced Micro Devices Inc в феврале 2022 г. См. Advanced Micro Devices. 'AMD Completes Acquisition of Xilinx' [Компания AMD завершает процесс приобретения компании Xilinx]. Пресс-релиз. 14 февраля 2022 г. <<https://ir.amd.com/news-events/press-releases/detail/1047/amd-completes-acquisition-of-xilinx>> (дата обращения: 18 июля 2022 г.)
- 13 Приобретена компанией Intel Corporation в декабре 2015 г. См. Intel Newsroom. 'Intel Completes Acquisition of Altera' [Компания Intel завершает процесс приобретения компании Altera]. Сообщение для прессы. 28 декабря 2015 г. <<https://newsroom.intel.com/news-releases/intel-completes-acquisition-of-altera/#gs.5eb5ck>> (дата обращения: 18 июля 2022 г.)
- 14 Приобретена и поглощена компанией Microchip Technology в 2016 г. См. Claudia Assis [Клюдиа Ассис]. 'Microchip Technology Buys Chip Maker Atmel in \$3.56 Billion Deal' [Компания Microchip Technology покупает производителя чипов Atmel в рамках сделки стоимостью 3,56 млрд долларов]. MarketWatch. 19 января 2016 г. <<https://www.marketwatch.com/story/microchip-technology-buys-chip-maker-atmel-in-356-billion-deal-2016-01-19>> (дата обращения: 19 июля 2022 г.)
- 15 Приобретена компанией Infineon Technologies AG в апреле 2020 г. См. Infineon Technologies. 'Infineon Technologies AG Completes Acquisition of Cypress Semiconductor Corporation' [Компания Infineon Technologies AG завершает процесс приобретения компании Cypress Semiconductor Corporation]. Пресс-релиз. 16 апреля 2020 г. <<https://www.infineon.com/cms/en/about-infineon/press/press-releases/2020/INFXX202004-049.html>> (дата обращения: 18 июля 2022 г.)

Спасительный кремний: западная электроника в сердце военной машины России

на типы и подтипы. Среди них преобладают микроконтроллеры и микропроцессоры, а также сложные программируемые логические интегральные схемы (СПЛИС) и ППВМ, позволяющие клиентам и инженерам осуществлять конфигурацию уже изготовленных интегральных схем.¹⁶

Среди других изделий, изготовленных на Западе, распространены синтезаторы частоты с ФАПЧ, операционные усилители, осцилляторы, приемопередатчики RS-232, CAN-трансиверы, понижающие регуляторы, Ethernet-контроллеры, аналого-цифровые преобразователи и тепловизоры.

Эти устройства выполняют множество разных функций в коммерческой электронике, но также играют центральную роль в современных методах ведения войны. От них зависит работа сложных датчиков, систем обработки информации, комплексов наведения и навигации, оборудования засекреченной связи и многих других современных технических платформ. По этой причине производство или закупки этих изделий всегда будут приоритетом для голодного до технологий ВПК России.

ЧТОБЫ ПЕРЕКРЫТЬ ПОТОК: САНКЦИИ И ЭКСПОРТНЫЙ КОНТРОЛЬ

После того, как в феврале 2022 г. Россия вторглась в Украину, США, Великобритания и ЕС ввели в отношении нее всеобъемлющие санкции.¹⁷ Санкционный режим включает в себя целевые финансовые и секторальные санкции в сочетании с расширением механизмов экспортного контроля, рассчитанного на ограничение доступа к военным технологиям и критическим компонентам.¹⁸ Аналогичный экспортный контроль обязались внедрить и другие страны и юрисдикции: Япония, Южная Корея, Тайвань, Канада, Австралия и Швейцария.

Хотя до масштабного военного вторжения многие произведенные в США компоненты, которые были обнаружены в военных системах РФ, можно было экспортировать в Россию на основании Правил экспортного контроля (EAR99), американские экспортеры все равно были обязаны проверять и убеждаться в том, что товары не предназначены для запрещенного конечного пользователя или запрещенного конечного применения.¹⁹

16 Для того, чтобы пользователь мог осуществить конфигурацию такого устройства, нужно на стадии разработки или производства системы использовать специальное программирующее устройство. Программирующие устройства обычно продаются изготовителем чипа, содержат в себе много сложных элементов и могут подлежать экспортному контролю. Это значит что для того, чтобы правильно запрограммировать СПЛИС и ППВМ, те, кто их ввозит, должны также импортировать вспомогательные инструменты. Xilinx. 'Field Programmable Gate Array (FPGA)' [Программируемая пользователем вентильная матрица (ППВМ)]. <<https://www.xilinx.com/products/silicon-devices/fpga/what-is-an-fpga.html>> (дата обращения: 21 июля 2022 г.); techopedia. 'Complex Programmable Logic Device (CPLD)' [Сложная программируемая логическая интегральная схема (СПЛИС)]. <<https://www.techopedia.com/definition/6655/complex-programmable-logic-device-cpld>> (дата обращения: 21 июля 2022 г.)

17 Информацию о мерах, принятых Великобританией, см. в Foreign, Commonwealth and Development Office [Министерство иностранных дел и международного развития Великобритании]. 'UK Sanctions Relating to Russia' [Британские санкции в отношении России]. 19 июля 2022 г. <<https://www.gov.uk/government/collections/uk-sanctions-on-russia>> (дата обращения: 20 июля 2022 г.); информацию о мерах, принятых США, см. в US Department of the Treasury [Министерство финансов США]. 'Ukraine-/Russia-Related Sanctions' [Санкции, связанные с Украиной/Россией]. <<https://home.treasury.gov/policy-issues/financial-sanctions/sanctions-programs-and-country-information/ukraine-russia-related-sanctions>> (дата обращения: 20 июля 2022 г.); информацию о мерах, принятых в ЕС, см. в European Commission [Европейская комиссия]. 'Sanctions Adopted Following Russia's Military Aggression Against Ukraine' [Санкции, введенные вслед за военной агрессией России против Украины]. <https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/banking-and-finance/international-relations/restrictive-measures-sanctions/sanctions-adopted-following-russias-military-aggression-against-ukraine_en> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)

18 Там же

19 International Trade Administration of the US Department of Commerce [Управление международной торговли Министерства торговли США]. 'Export Control Classification Number (ECCN) and Export Administration Regulation (EAR99)' [Классификационный номер экспортного контроля (ECCN) и Правила экспортного контроля (EAR)]. <<https://www.trade.gov/eccn-and-export-administration-regulation-ear99>> (дата обращения: 18 июля 2022 г.)

Бирн, Сомервилл, Бирн, Уотлинг, Рейнолдс и Бэйкер

Российские вооружения, изученные в рамках данного отчета, содержат в себе целый перечень компонентов класса EAR99, произведенных компаниями США. Основными производителями этих компонентов являются Texas Instruments, Analog Devices, Maxim Integrated и Xilinx. На них приходится около 30% суммарного количества этих изделий. Следует отметить, что среди изделий много разнообразных комплектующих, необходимых для геолокации и вычислений. Их можно условно отнести к четырем типам: микроконтроллеры и микропроцессоры; интерфейсы; усилители; ППВМ.

Наличие в российских системах вооружений большого количества изделий, произведенных в США и подпадающих под действие регламента EAR99, явно свидетельствует о том, что они или были приобретены у дистрибьюторов в России, или были закуплены и перенаправлены на военные цели.

В некоторых случаях обнаруженные компоненты подлежали более строгому экспортному контролю еще до февраля 2022 г.²⁰ Речь идет об изделиях, изготовленных в США,²¹ а также во многих случаях – в Великобритании, ЕС, Японии, Южной Корее и Тайване, т.е. вполне вероятно, что они были приобретены незаконно и тайно переправлены в Россию или были мошенническим образом переданы

конечным пользователям в оборонной сфере до начала вторжения.

В нескольких дипломатических депешах, «слитых» в 2007 г., правительство США обсуждало контроль за экспортом в Россию. Одним из предметов обеспокоенности стал аналого-цифровой преобразователь компании Analog Devices, очень похожий на те, которые обнаружены в боевых системах в Украине.²² Хотя тогда российского импортера в конце концов признали гражданской организацией, для осуществления прямого экспорта контролируемой американской технологии требовалась как лицензия, так и, возможно, верификация после отправки, чтобы убедиться в том, что продукция используется не в военных целях.²³

-
- 20 Компоненты, рассмотренные в рамках данного проекта, были сверены с данными из открытых источников, чтобы определить, распространяется ли на них действие регламента ECCN или EAR99. См. раздел «Методология».
- 21 Компоненты иностранного производства, в которых сверх определенной степени присутствует американская технология, тоже подлежат экспортному контролю США, и для их экспорта тоже может потребоваться лицензия. См. Bureau of Industry and Security of the US Department of Commerce [Бюро промышленности и безопасности Министерства торговли США]. 'Deemed Exports FAQs – What Technologies Are Subject to the Commerce Department Controls?' [Часто задаваемые вопросы о предполагаемом экспорте – какие технологии подлежат контролю со стороны Министерства торговли?]. <<https://www.bis.doc.gov/index.php/policy-guidance/deemed-exports/deemed-exports-faqs/faq/48-what-technologies-are-subject-to-the-commerce-department-controls>> (дата обращения: 25 июля 2022 г.)
- 22 WikiLeaks. 'EXTRANCHECK: PRE-LICENSE CHECK: JSC VREMYA- CH, NIZHNY NOVGOROD, RUSSIA, LICENSE NO. D368426' [ЭКСТРАНПРОВЕРКА: ПРЕДЛИЦЕНЗИОННАЯ ПРОВЕРКА: АО «ВРЕМЯ-Ч», НИЖНИЙ НОВГОРОД, РОССИЯ, ЛИЦЕНЗИЯ № D368426]. 12 января 2007 г. <https://wikileaks.org/plusd/cables/07MOSCOW86_a.html> (дата обращения: 19 июля 2022 г.)
- 23 International Trade Administration of the US Department of Commerce [Управление международной торговли Министерства торговли США]. 'Export Control Classification Number (ECCN) and Export Administration Regulation (EAR99)' [Классификационный номер экспортного контроля (ECCN) и Правила экспортного контроля (EAR)]. <<https://www.trade.gov/eccn-and-export-administration-regulation-ear99>> (дата обращения: 18 июля 2022 г.)

Спасительный кремний: западная электроника в сердце военной машины России

Ряд стран уже предпринимал попытки ограничить поставки комплектующих для ВПК России в ответ на вторжение и аннексию Крыма в 2014 г. В начале 2014 г. Бюро промышленности и безопасности США (BIS) расширило ограничения на экспорт в Россию и отказалось рассматривать заявки на получение лицензий на экспорт и реэкспорт в РФ и Крым любых высокотехнологичных изделий класса EAR, которые повышают военный потенциал или укрепляют оборонно-промышленную базу РФ.²⁴

В июле того же года также поступил и Европейский Союз, введя санкции, подразумевающие эмбарго на поставку вооружений и связанных с ними материалов, товаров двойного назначения и технологий, предназначенных для использования в военных целях или военными конечными пользователями.²⁵

С тех пор американские экспортные ограничения постепенно расширялись. Так, в декабре 2020 г. BIS опубликовало список «военных конечных пользователей» (MEU), включив в него 58 китайских и 48 российских компаний. Для передачи им продукции, подпадающей под действие EAR, экспортеры, реэкспортеры и те, кто хочет передать компоненты внутри страны, должны получать лицензии.²⁶

В марте 2021 г. BIS также значительно сократило круг лицензионных исключений из EAR, приостановив действие лицензионного исключения RPL (сервисное обслуживание и замена деталей и оборудования), лицензионного исключения TSU (не ограниченные технологии и ПО) и лицензионного исключения APR (дополнительный разрешенный реэкспорт) в отношении сделок, касающихся товаров, которые контролируются в интересах национальной безопасности и предназначены к отправке в РФ.²⁷

24 Bureau of Industry and Security of the US Department of Commerce [Бюро промышленности и безопасности Министерства торговли США]. 'Commerce Department Announces Expansion of Export Restrictions on Russia' [Министерство торговли объявило о расширении экспортных ограничений в отношении России]. Пресс-релиз. 28 апреля 2014 г. <<https://www.bis.doc.gov/index.php/all-articles/107-about-bis/newsroom/press-releases/press-release-2014/665-commerce-dept-announces-expansion-of-export-restrictions-on-russia>> (дата обращения: 19 июля 2022 г.)

25 Council of the EU [Совет Европы]. 'Timeline – EU Restrictive Measures Against Russia Over Ukraine' [Хронология – Ограничительные меры ЕС в отношении России в связи с Украиной]. <<https://www.consilium.europa.eu/en/policies/sanctions/restrictive-measures-against-russia-over-ukraine/history-restrictive-measures-against-russia-over-ukraine/>> (дата обращения: 19 июля 2022 г.)

26 Bureau of Industry and Security of the US Department of Commerce [Бюро промышленности и безопасности Министерства торговли США]. 'Supplement No. 4 to Part 744 – ENTITY LIST' [Дополнение № 4 к Части 744 – СПИСОК ОРГАНИЗАЦИЙ]. 28 июня 2022 г. <<https://www.bis.doc.gov/index.php/documents/regulations-docs/2326-supplement-no-4-to-part-744-entity-list-4/file>> (дата обращения: 19 июля 2022 г.)

27 Alexandre (Alex) Lamy, Lise S Test and Paul Amberg [Александр (Алекс) Лэйми, Лиз С. Тест и Пол Амберг]. 'BIS and DDTC Implement Strengthened US Export Controls on Russia in Response to Poisoning and Imprisonment of Navalny', Sanctions and Export Controls Update [Бюро промышленности и безопасности и Директорат по контролю за оборонной торговлей внедряют усиленные механизмы экспортного контроля США в отношении России в ответ на отравление и заключение Навального. Актуальная информация о санкциях и экспортном контроле]. 29 марта 2021 г. <<https://sanctionsnews.bakermckenzie.com/bis-and-ddtc-implement-strengthened-us-export-controls-on-russia-in-response-to-poisoning-and-imprisonment-of-navalny/>> (дата обращения: 19 июля 2022 г.)

Список организаций, составляемый Бюро промышленности и безопасности США

После вооруженного вторжения в 2022 г. Бюро промышленности и безопасности (BIS) добавило большое количество российских и белорусских компаний в свой список организаций. Этот список ограничивает торговлю с иностранными лицами, организациями и правительствами, в отношении которых действуют Правила экспортного контроля, регламентирующие товары двойного назначения.²⁸ Фигурантами списка являются те, чья деятельность или находится под санкциями Госдепартамента США, или угрожает национальной безопасности или внешнеполитическим интересам США.²⁹

Список организаций требует получать лицензии в отношении тех, кто в него включен, независимо от наличия прочих лицензионных требований, предусмотренных другими разделами Правил экспортного контроля. Для некоторых фигурантов этого списка экспортер должен получать лицензию на экспорт, реэкспорт или передачу (внутри страны) даже товаров класса EAR99.³⁰ Пусть это и не столь обременительно, как попасть в составляемый тем же BIS список непроверенных или стать «исключенным лицом», для большинства

в списке организаций установлена политика пересмотра лицензий, предполагающая презумпцию отказа в ее выдаче. Тем самым практически блокируется получение этими организациями товаров с классификационным номером экспортного контроля (ECCN) и товаров двойного назначения класса EAR99 от американских экспортеров.

И хотя масштабные санкции и ужесточение экспортного контроля, скорее всего, повлияют на способность России закупать западные комплектующие для своих вооружений, многие из обнаруженных изделий были контролируемы еще до вторжений 2014 г. и 2022 г.³¹

81 типов изделий, идентифицированных в российских вооружениях, является товарами двойного назначения с соответствующими классификационными номерами экспортного контроля (ECCN) в списке торгового контроля Правительства США.³² В системе ECCN применяются пятизначные буквенно-цифровые коды, которые определяют, нужно ли получать лицензию на экспорт этого товара в Министерстве торговли США. Если товару присвоен код ECCN, он считается товаром двойного назначения, и для того, чтобы отправить его за границу, экспортеру необходимо получить лицензию.

28 Bureau of Industry and Security of the US Department of Commerce [Бюро промышленности и безопасности Министерства торговли США]. 'Entity List' [Список организаций]. <<https://www.bis.doc.gov/index.php/policy-guidance/lists-of-parties-of-concern/entity-list>> (дата обращения: 19 июля 2022 г.)

29 Там же

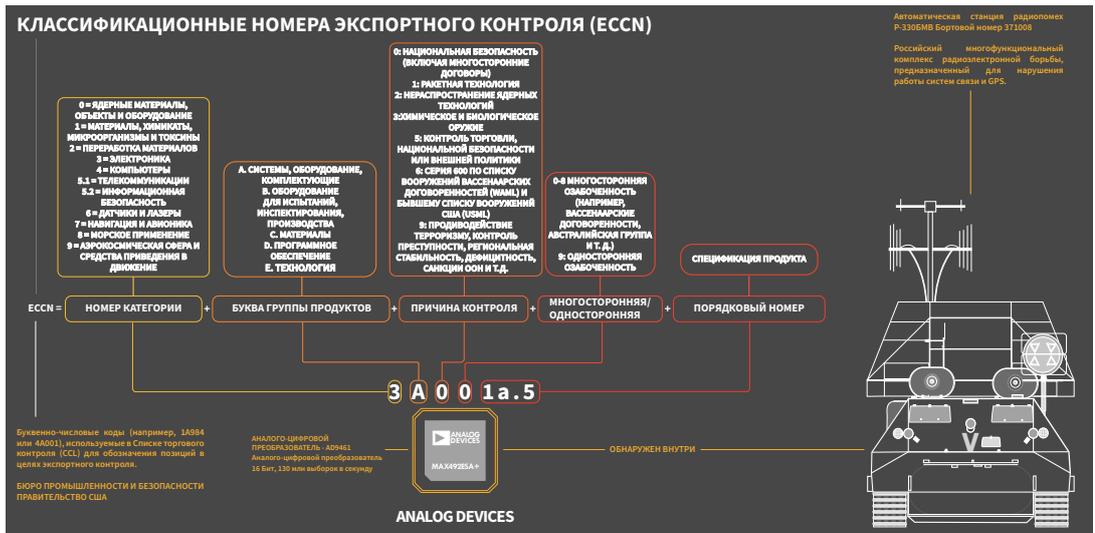
30 Там же

31 Bureau of Industry and Security of the US Department of Commerce [Бюро промышленности и безопасности Министерства торговли США]. 'Commerce Control List (CCL)' [Список торгового контроля (CCL)]. <<https://www.bis.doc.gov/index.php/regulations/commerce-control-list-ccl>> (дата обращения: 19 июля 2022 г.)

32 Компоненты, рассмотренные в рамках данного проекта, были сверены с данными из открытых источников, чтобы определить, распространяется ли на них действие регламентов ECCN и EAR99. См. раздел «Методология».

Спасительный кремний: западная электроника в сердце военной машины России

Рис. 4: Система классификационных номеров экспортного контроля



Источники: US Bureau of Industry and Security [Бюро промышленности и безопасности США]; MIT Export Control [Группа экспортного контроля в Массачусетском технологическом институте], "Guide to Export Control Classification Numbers (ECCNs)" [Руководство по классификационным номерам экспортного контроля (ECCN)]; RUSI.

Многие из этих изготовленных в США контролируемых изделий обнаружены в важнейших боевых системах РФ, таких как 300-мм ракета 9М549 с системой наведения по сигналам ГЛОНАСС, противокорабельная ракета Х-59 (АШМ) и комплекс РЭБ Р-330БМВ. В ракетах 9М549 и Х-59 найдены модули флэш-памяти и статической оперативной памяти, которым присвоены коды ECCN. А комплекс Р-330БМВ содержит целый спектр компонентов, контролируемых в рамках системы ECCN, включая ППВМ, СПЛИС, микропроцессоры, модули обработки цифрового сигнала и аналого-цифровые преобразователи.

Среди других изделий с кодами ECCN – голландские полупроводники в КРВВ Х-101 и модуль высокоэффективной статической оперативной памяти КМОП внутри КРМБ 9М727. В комплексе РЭР Торн-МДМ обнаружено пять разных ECCN-компонентов, включая изготовленные на Западе микроконтроллеры и РЧ-усилители. Больше всего контролируемых компонентов с кодом ECCN найдено в оборудовании для радиосвязи. Так, в радиостанции АСМ Р-392 оказалось не менее шести разных комплектующих, имеющих код ECCN.

Большая доля этих контролируемых изделий произведена компаниями, головные офисы которых находятся в США (78% всех изделий с кодом ECCN в имеющемся массиве данных). Компании Analog Devices и Texas Instruments являются оригинальными производителями около 25% изделий с кодом ECCN, обнаруженных в российских системах вооружений.

Другие североамериканские производители ECCN-компонентов – это компании Intel Corporation, Atmel Corporation, Cypress Semiconductors и Microchip Technology. Вслед за США с небольшим отрывом идут японские и тайваньские производители, на которых приходится десять и девять позиций соответственно.

РАЗЫСКИВАЮТСЯ В АМЕРИКЕ

Российские разведслужбы и их советские предшественники десятилетиями направляли свои шпионские и закупочные усилия на ведущие компании США в области компьютеров и микроэлектроники. Согласно анализу, проведенному правительством США

Бирн, Сомервилл, Бирн, Уотлинг, Рейнолдс и Бэйкер

в 1985 г., среди приоритетных объектов внедрения для советских спецслужб были компании IBM и Texas Instruments.³³ Из материалов КГБ, опубликованных перебежчиком Василием Митрохиным, известно, что в 1964 г. этому ведомству удалось даже внедрить шпиона во французский офис Texas Instruments.³⁴ Поразительный масштаб шпионских операций вскрылся только в 1981 году, когда советский инженер Владимир Ветров, работавший в КГБ, передал французской разведке 4 000 секретных документов, касающихся деятельности Линии X – подразделения по сбору технической информации, которое было подведомственно управлению «Т» Первого главного управления КГБ.³⁵ Согласно «Досье Farewell», как эти документы назвали впоследствии, советские спецслужбы действовали с размахом. В операциях было занято более 100 сотрудников КГБ по всему миру.³⁶ «Досье» также подтвердило, насколько эффективно работали эти агенты, собравшие огромные объемы научно-

технической информации в странах Запада. Сообщалось, что 61,5% научно-технической информации поступало из американских источников, 10,5% – из Западной Германии, 8% – из Франции, 7,5% – из Великобритании и 3% – из Японии.³⁷

Линия X добилась впечатляющих успехов. По оценкам ЦРУ, сделанным в 1982 г., СССР раздобыл и «полностью скопировал» американскую ракету класса воздух-воздух AIM-9 Sidewinder, что позволило ему создать первую собственную ракету с инфракрасным самонаведением – Вымпел К-13.³⁸ И пример Sidewinder лишь один из сотен. Советский Союз смог получить и другие ракеты, как, например, систему ПЗРК FIM-43 Redeye, а также сведения о подсистеме наведения американской межконтинентальной ракеты LGM-30 Minuteman, данные о твердотопливных ракетах, данные о радиолокационных системах, используемых на борту истребителей F-14, F-15, F-18, информацию о множестве других систем.³⁹

33 Office of the Secretary of Defense [Офис министра обороны США]. 'Soviet Acquisition of Militarily Significant Western Technology: An Update' [Приобретение Советским Союзом западных технологий военного значения: актуальная информация]. Сентябрь 1985 г. <<https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA160564.pdf>> (дата обращения: 19 июля 2022 г.)

34 Christopher Andrew and Vasili Mitrokhin [Кристофер Эндрю и Василий Митрохин]. *The Mitrokhin Archive* [Архив Митрохина] (Лондон: Penguin Press, 1999 г.). Стр. 245.

35 David G Major [Дэвид Дж. Мэйджор]. 'Farewell' [Прощание]. 1999 г. <https://cdn.ymaws.com/cicentre.com/resource/resmgr/articles/farewell_old_reason_by_david.pdf> (дата обращения: 19 июля 2022 г.)

36 Там же

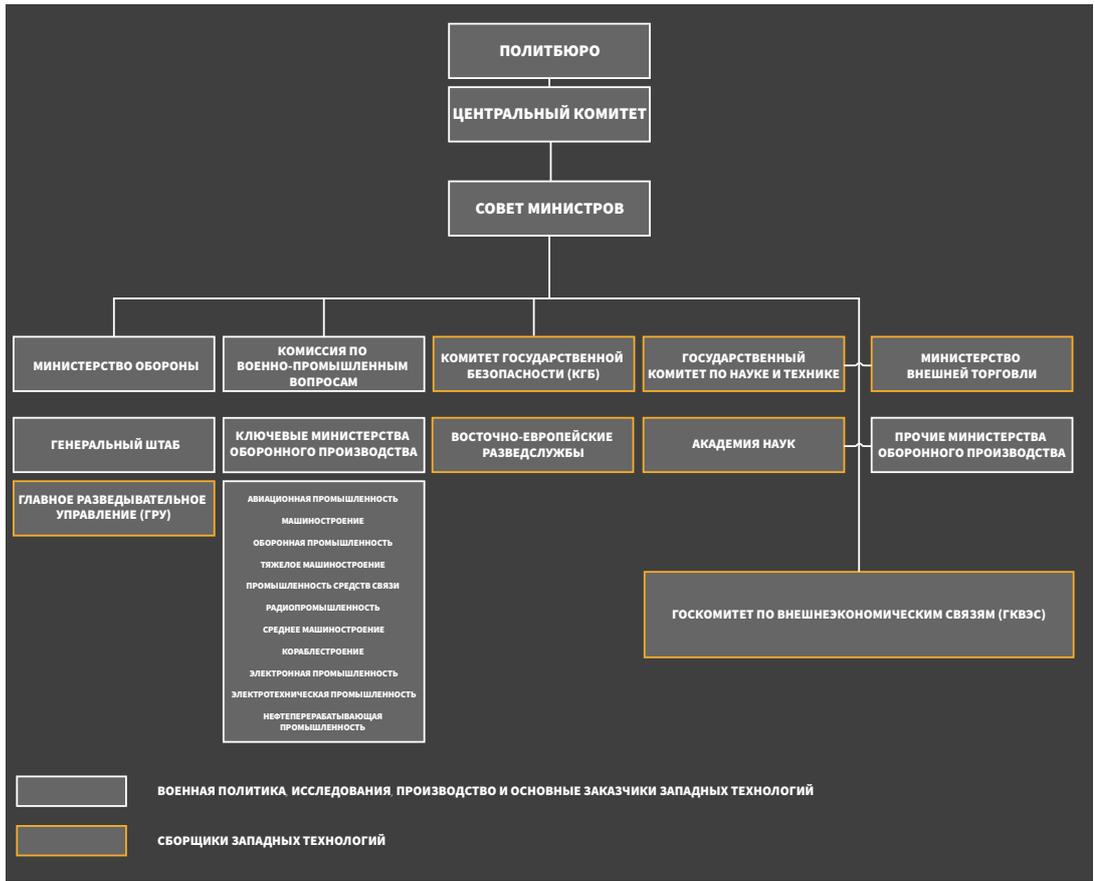
37 Christopher Andrew and Vasili Mitrokhin [Кристофер Эндрю и Василий Митрохин]. *The Mitrokhin Archive II: The KGB and the World* [Архив Митрохина II: КГБ и мир] (Лондон: Penguin Press, 2006 г.). Стр. 306.

38 ЦРУ, 'Interagency Intelligence Memorandum [Межведомственный меморандум о разведке]. Стр. 9 Существует альтернативная версия того, как Советскому Союзу досталась ракета AIM-9 Sidewinder: неразорвавшаяся AIM-9B застряла в китайском МИГ-17 во время воздушного боя с тайваньскими F-86 Sabre в сентябре 1958 г. Затем, как говорят, целую ракету отправили в СССР, где был сделан инженерный анализ, и на ее основе была разработана ракета Вымпел К-13. См. Federation of American Scientists [Федерация американских ученых]. 'AA-2 ATOLL K-13 (R-3 or Object 310) PL-2 / PL-3 / PL-5' [AA-2 «АТОЛЛ» К-13 (Р-3 или Объект 310) ПЛ-2 / ПЛ-3 / ПЛ-5]. <<https://web.archive.org/web/20160304041942/http://fas.org/man/dod-101/sys/missile/row/aa-2.htm>> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)

39 ЦРУ. 'Interagency Intelligence Memorandum [Межведомственный меморандум о разведке]. Стр. 9

Спасительный кремний: западная электроника в сердце военной машины России

Рис. 5: Советские организации, ответственные за адресацию и закупки западных технологий



Источники: Frank Dittmann [Франк Диттманн]. ‘Microelectronics under Socialism’ [Микроэлектроника при социализме]; RUSI.

Развал Советского Союза, судя по всему, лишь на какое-то время замедлил темпы этой деятельности. Например, в 2012 г. 11 человек были признаны виновными в организации контрабанды таких критических технологий, как микроэлектроника, «главным образом для российских государственных ведомств, включая спецслужбы и армию РФ».⁴⁰ Согласно сообщениям, появившимся в то время в СМИ,⁴¹ контрабандисты нацелились

на несколько американских компаний, среди которых были Texas Instruments и Analog Devices. Компании заявили, что их провели российские агенты, работавшие в Arc Electronics (эта фирма была фасадом для закупки изделий и отправки их в Россию).⁴² В документах, которые представило Министерство юстиции США, было сказано, что в период с 2002 по 2012 годы Arc Electronics отправляла поставщикам военного

40 US District Court Eastern District of New York [Окружной суд США Восточного округа Нью-Йорка], ‘United States of America Against Alexander Fishenko, et al.’, indictment [Соединенные Штаты Америки против Александра Фищенко и др. Обвинительное заключение]. 28 сентября 2012 г. <https://www.wired.com/images_blogs/dangerroom/2012/10/indictment.pdf> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)

41 Christie Smythe, Iain King and Bloomberg News [Кристи Смит, Иэйн Кинг и новостной канал Bloomberg News]: ‘Texas Instruments, Xilinx Duped by Russia Export Ring, U.S. Says’ [США говорят, что российская экспортная сеть облапошила компании Texas Instruments, Xilinx]. Газета *Washington Post*, 26 сентября 2015 г.

42 Там же

Бирн, Сомервилл, Бирн, Уотлинг, Рейнолдс и Бэйкер

оборудования для Минобороны РФ товары на сумму 50 миллионов долларов.⁴³

Власти США и сейчас продолжают охотиться за нелегальными закупочными сетями РФ. Всего лишь через месяц после военного вторжения в 2022 г. Министерство финансов США ввело санкции в отношении более 30 физических и юридических лиц, которые, как заявляется, закупали критические западные технологии от лица разведслужб России. Под санкции попала в том числе сеть, связанная с компанией «Серния Инжиниринг», которая, согласно Министерству финансов США, руководила сложным хитросплетением фирм в Великобритании, на Мальте, в Сингапуре, Испании и России.⁴⁴

Хотя, как сообщается, «Серния Инжиниринг» была образована в 2017 г.,⁴⁵ до этого доменом «Серния Инжиниринг» пользовалось НПО «Серния», на которое этот домен был зарегистрирован. Сфера деятельности НПО «Серния» – такая же, что

и у «Серния Инжиниринг». Дополнительно сообщается, что НПО «Серния» было ликвидировано в 2016 г.,⁴⁶ а «Серния Инжиниринг» была учреждена в 2017 г.

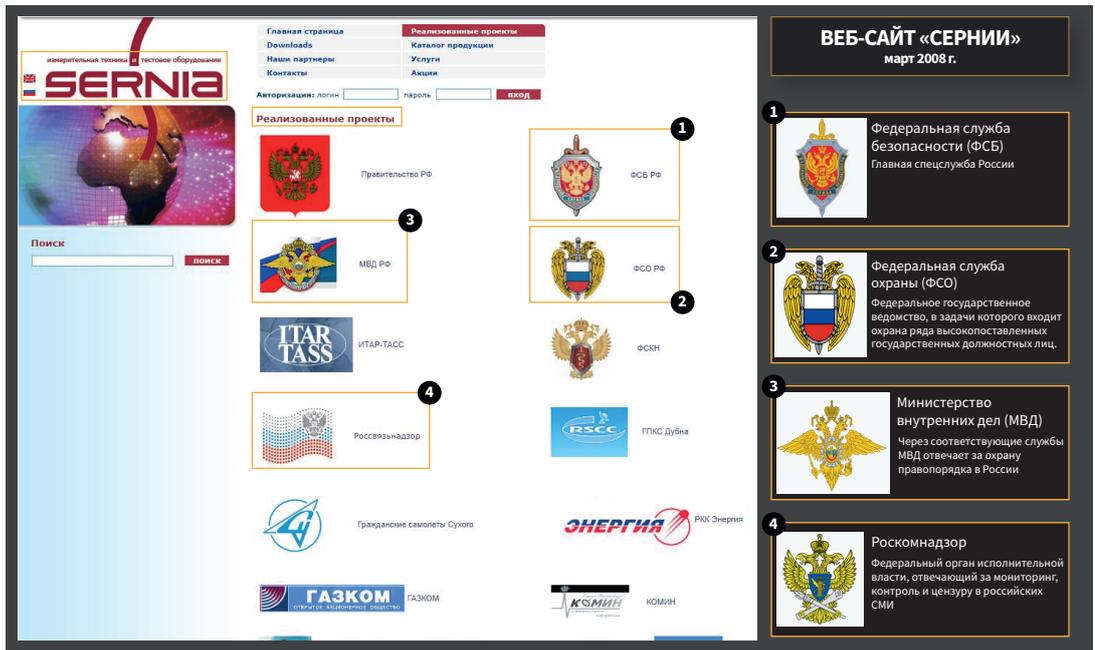
Однако в других открытых источниках даты не совпадают. На архивированных страницах веб-сайта «Серния Инжиниринг» видно, что компания была зарегистрирована где-то в 1998 г.,⁴⁷ а в статьях, опубликованных в апреле 2021 г., отмечается, что «Серния Инжиниринг» была учреждена в конце 1980-х на базе Физического факультета МГУ, т.е. точно там же, где многие годы значилось НПО «Серния».⁴⁸

На архивированных страницах веб-сайта НПО «Серния» указано, что некоторые из его ключевых проектов реализовывались для МИДа и других государственных ведомств. Среди гербов ведомств, опубликованных на веб-сайте компании в период с 2007 по 2013 гг., присутствуют гербы Федеральной службы безопасности (ФСБ) и Федеральной службы охраны (ФСО).⁴⁹

-
- 43 US Attorney's Office of the Department of Justice [Прокуратура Министерства юстиции США]. 'Exporter of Microelectronics to Russian Military Sentenced to 135 Months in Prison Following Convictions on All Counts at Trial' [Экспортер микроэлектроники для российских военных приговорен к 135 месяцам тюремного заключения после того, как на судебном заседании был признан виновным по всем пунктам обвинения]. 28 февраля 2017 г. <<https://www.justice.gov/usao-edny/pr/exporter-microelectronics-russian-military-sentenced>> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)
- 44 US Department of the Treasury [Министерство финансов США]. 'Treasury Targets Sanctions Evasion Networks and Russian Technology Companies Enabling Putin's War' [Министерство финансов нацеливается на сети обхода санкций и на российские технологические компании, обеспечивающие путинскую войну]. Пресс-релиз. 31 марта 2022 г. <<https://home.treasury.gov/news/press-releases/jy0692>> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)
- 45 rusprofile. ООО «Серния Инжиниринг». Последнее обновление 21 июля 2022 г., можно найти по адресу <<https://www.rusprofile.ru/id/10885594>> (дата обращения: 23 июля 2022 г.)
- 46 Как сообщает газета *Financial Times*, переписывавшаяся с «Серния Инжиниринг», НПО «Серния» было ликвидировано в марте 2016 г. См. Jamie Powell [Джейми Пауэлл]. 'What on Earth is Djeco Group?' [Что такое Группа Djeco?]. Газета *Financial Times*. 25 марта 2022 г. Эту информацию можно найти по адресу <<https://www.ft.com/content/63c80363-644d-4981-a144-c618144845e6>> (дата обращения: 22 июля 2022 г.)
- 47 Архивированную страницу от июля 2007 г. см. на Sernia.ru. О компании. Страница открыта с помощью Wayback Machine. <https://web.archive.org/web/20070715005149/http://www.sernia.ru/?aux_page=about_company> (дата обращения: 19 июля 2022 г.)
- 48 ТМС. 'Interview with Sernia Engineering Employee' [Интервью с сотрудником «Серния Инжиниринг»]. <<https://go.techmfg.com/l/910112/2021-04-29/9r3l>> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)
- 49 Архивированную страницу от августа 2013 г. см. на Sernia.ru. Реализованные проекты. Страница открыта с помощью Wayback Machine. <https://web.archive.org/web/20130830145236/http://www.sernia.ru/reliced_projects> (дата обращения: 19 июля 2022 г.) См. также Powell [Пауэлл]. 'What on Earth is Djeco Group?' [Что такое Группа Djeco?].

Спасительный кремний: западная электроника в сердце военной машины России

Рис. 6: Старый веб-сайт «Сернии» с гербами ФСБ и ФСО



Источник Serniya.ru; RUSI.

Центральным узлом в сети «Серния Инжиниринг» было российское ООО «Сертал». ⁵⁰ Адресом его значился непримечательный многоквартирный дом на окраине Москвы, а на веб-сайте компания рекламировала себя, как «поставщика электронных компонентов» производства

Texas Instruments, Analog Devices, Cypress Semiconductors, NXP Semiconductors, STMicroelectronics и ряда других компаний. ⁵¹ Следует отметить, что компоненты именно этих производителей оказались среди самых многочисленных, обнаруженных в Российских военных системах в Украине.

⁵⁰ US Department of the Treasury [Министерство финансов США]. 'Treasury Targets Sanctions Evasion Networks and Russian Technology Companies Enabling Putin's War' [Министерство финансов нацеливается на сети обхода санкций и на российские технологические компании, обеспечивающие путинскую войну]. Пресс-релиз. 31 марта 2022 г. <<https://home.treasury.gov/news/press-releases/jy0692>> (дата обращения: 19 июля 2022 г.)

⁵¹ Архивированную страницу сайта Sertal.ru можно найти по адресу <https://web.archive.org/web/20220000000000*/sertal.ru> (дата обращения: 19 июля 2022 г.)

Рис. 7: Веб-страница «Сертал» в феврале 2022 г.



Источники: Sertal.ru; RUSI.

Информация о торговых операциях на уровне отгрузок подтверждает, что ООО «Сертал» осуществляло отправку произведенных в США товаров этого типа. Например, не далее как в марте 2021 г. «Сертал» через гонконгского посредника импортировало электронные интегральные

схемы, изготовленные Texas Instruments, на сумму 600 000 долларов.⁵² Спустя семь месяцев с помощью того же гонконгского экспортера «Сертал» импортировало электронные интегральные схемы еще на 1,1 миллиона долларов – только на этот раз они были изготовлены компанией Xilinx.⁵³

52 Данные о торговых операциях предоставлены сторонним коммерческим поставщиком.

53 Там же

КОГДА ЕСТЬ ANALOG

Россия давно пытается выпестовать собственную полупроводниковую отрасль, однако данные, проанализированные в данном отчете, говорят о том, что российские вооружения буквально напичканы компонентами, произведенными компаниями США. Среди них выделяются Analog Devices и Texas Instruments – поставщики микроэлектроники, предлагающие специализированные изделия для оборонной сферы.

Из 450 уникальных разновидностей комплектующих, включенных в базу данных RUSI, почти четверть того, что найдено в российских вооружениях, приходится на изделия компаний Analog Devices и Texas Instruments. Эти изделия, от рядовых до

очень специализированных, обнаружены в большинстве наиболее критических систем, таких как баллистические и крылатые ракеты, а также в других высокоточных видах вооружения и в комплексах РЭБ.

Всего в базе данных зафиксировано 50 различных изделий компании Analog Devices, 13 из которых в соответствии с законодательством США считаются товарами двойного назначения, т.е. экспортерам, скорее всего, нужно было получать лицензии, чтобы вывезти их за границу. Главным образом, это микропроцессоры и микроконтроллеры,⁵⁴ но есть и оборудование для мобильной связи,⁵⁵ телекоммуникационное передающее оборудование⁵⁶ и аналого-цифровые преобразователи.⁵⁷

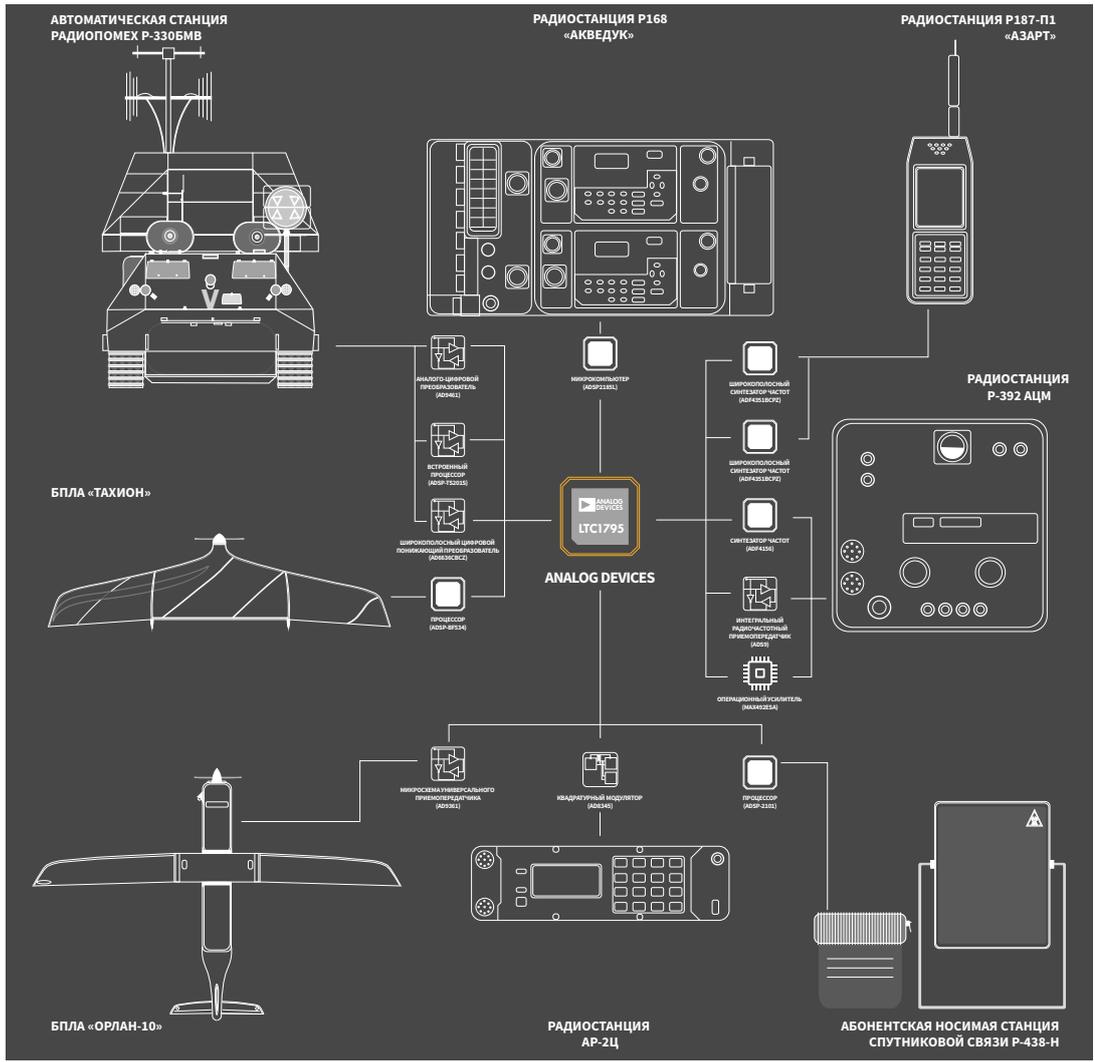
54 ECCN 3A991.a.2 – микропроцессор или микроконтроллер с тактовой частотой больше 25 МГц. См. Bureau of Industry and Security of the US Department of Commerce [Бюро промышленности и безопасности Министерства торговли США]. ‘Commerce Control List: CATEGORY 3 – ELECTRONICS’ [Список торгового контроля: КАТЕГОРИЯ 3 – ЭЛЕКТРОНИКА]. <<https://www.bis.doc.gov/index.php/documents/regulations-docs/442-category-3-electronics-design-development-and-production/file>> (дата обращения: 19 июля 2022 г.)

55 ECCN 5A991.g –оборудование для мобильной связи. См. Bureau of Industry and Security of the US Department of Commerce [Бюро промышленности и безопасности Министерства торговли США]. ‘Commerce Control List CATEGORY 5 – TELECOMMUNICATIONS AND “INFORMATION SECURITY”’ [Список торгового контроля: КАТЕГОРИЯ 5 – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ]. <<https://www.bis.doc.gov/index.php/documents/regulations-docs/2336-ccl5-pt1-3/file>> (дата обращения: 19 июля 2022 г.)

56 ECCN 5A991.b –телекоммуникационное передающее оборудование и системы, предназначенные для применения в одноканальной или многоканальной связи. См. Bureau of Industry and Security of the US Department of Commerce [Бюро промышленности и безопасности Министерства торговли США]. ‘Commerce Control List CATEGORY 5 – TELECOMMUNICATIONS AND “INFORMATION SECURITY”’ [Список торгового контроля: КАТЕГОРИЯ 5 – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ].

57 ECCN 3A001.a.5.a.5 – аналогово-цифровой преобразователь, имеющий разрешающую способность 16 бит или более со скоростью на выходе более 65 млн. слов в секунду. См. Bureau of Industry and Security of the US Department of Commerce [Бюро промышленности и безопасности Министерства торговли США]. ‘Commerce Control List CATEGORY 3 – ELECTRONICS’ [Список торгового контроля: КАТЕГОРИЯ 3 – ЭЛЕКТРОНИКА].

Рис. 8: Изделия Analog Devices, имеющие код ECCN, в российских вооружениях



Источник RUSI.

Компания Analog Devices была образована в 1965 г. и является мировым лидером в производстве полупроводников, специализируясь на интегральных схемах для преобразования данных, обработки сигналов и управления питанием.⁵⁸ Многие из этих изделий разработаны специально

для оборонной и аэрокосмической отраслей и применяются армией США в высокоточных боеприпасах, авионике, фазированных антенных решетках, военной связи, системах радиоэлектронной разведки и БПЛА.⁵⁹

58 Analog Devices. 'Corporate Information' [Корпоративная информация]. <<https://www.analog.com/en/about-adi/corporate-information.html>> (дата обращения: 19 июля 2022 г.)

59 Analog Devices. 'Aerospace and Defense' [Аэрокосмическая отрасль и оборона]. <<https://www.analog.com/en/applications/markets/aerospace-and-defense-pavilion-home.html>> (дата обращения: 19 июля 2022 г.)

Например, аналого-цифровые преобразователи этой компании часто используются в американских ракетных системах, таких как ракеты земля-воздух MIM-104 Patriot и усовершенствованные ракеты средней дальности класса воздух – воздух AIM-120.⁶⁰ Эти устройства преобразуют аналоговые сигналы реального мира, собираемые бортовыми датчиками, в цифровые выходные сигналы, которые могут быть обработаны компьютером.⁶¹ В крылатой ракете такие преобразователи обеспечивают оперативную передачу данных с датчиков в бортовые компьютеры, которые направляют боевой заряд к цели.⁶²

Один из аналого-цифровых преобразователей производства Analog Devices – AD9461, был обнаружен в плате активных помех системы Р-330БМВ комплекса РЭБ «Борисоглебск-2», который стоит на вооружении армии РФ. В такого рода комплексах аналого-цифровые преобразователи улучшают рабочие характеристики, позволяя приемнику работать и выявлять угрозы в более широком диапазоне частот.⁶³ Как и многие другие электронные компоненты, найденные в российских военных системах, этот конкретный преобразователь относится к товарам двойного назначения, и экспорт его ограничен.⁶⁴ Скорее всего, это означает, что он был закуплен нелегально от лица вооруженных сил или спецслужб РФ.

В российских системах вооружений обнаружено и несколько других контролируемых изделий Analog Devices. Это широкополосной (цифровой) повышающий-понижающий преобразователь AD6636CBCZ, найденный в той же плате активных помех системы Р-330БМВ комплекса РЭБ «Борисоглебск-2», радиочастотный приемопередатчик с быстрой перестройкой частоты AD9361 в модуле передачи информации боевой части БПЛА «Орлан-10» и процессор Blackfin в модуле навигации и позиционирования БПЛА «Тахион».

RUSI идентифицировал более десятка разных типов этих контролируемых изделий в российских вооружениях, и еще 37 изделий этой компании нашлось в ряде других систем. Среди них – АШМ Х-59МК и комплекс РЭР Торн-МДМ. Эти неконтролируемые изделия включают операционные усилители, приемопередатчики RS-232, микросхемы управления питанием, радиочастотные переключатели и датчики температуры.

ТЕХАС РАБОТАЕТ НА НАС

Изделия производства Texas Instruments тоже преобладают в нескольких критически-важных системах российских вооружений, разобранных в Украине. Компания Texas Instruments была образована в 1930 г. и с тех пор превратилась в одну из крупнейших полупроводниковых компаний мира

60 Military Aerospace Electronics [Военная авиационная электроника]. 'Analog Devices to Supply New A-D Converter for Patriot Missile' [Analog Devices поставит новый аналого-цифровой преобразователь для ракеты Patriot]. 1 февраля 2000 г. <<https://www.militaryaerospace.com/communications/article/16706596/analog-devices-to-supply-new-ad-converter-for-patriot-missile>> (дата обращения: 19 июля 2022 г.)

61 Arrow. 'Analog-to-Digital (ADC) Converter Types & Basic Functions' [Типы и базовые функции аналого-цифровых преобразователей (ADC)]. 5 февраля 2019 г. <<https://www.arrow.com/en/research-and-events/articles/analog-to-digital-adc-converter-types-and-basic-functions>> (дата обращения: 19 июля 2022 г.)

62 Department for International Trade [Министерство внешней торговли Великобритании]. 'OGEL and Goods Checker Tools' [Инструменты OGEL и Goods Checker]. <https://www.ecochecker.trade.gov.uk/spirefox5live/fox/spire/OGEL_GOODS_CHECKER_LANDING_PAGE/new> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)

63 Rajesh Uppal [Раджеш Уппал]. 'DARPA's Ultrahigh Speed Analog-to-Digital Converter (ADC) to Improve Performance of Radar, Electronic Warfare and Communications' [Разработанный в Управлении перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США (DAPRA) аналого-цифровой преобразователь (ADC) улучшит рабочие характеристики РЛС, РЭБ и средств связи]. IDST [Международная оборона, безопасность и технология]. 25 января 2017 г. <<https://idstch.com/technology/electronics/darpa-s-analog-to-digital-converter-adc-programs-to-improve-performance-of-radar-electronic-warfare-and-communications/>> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)

64 ECCN 3A001.a.5.a.5 – аналогово-цифровой преобразователь, имеющий разрешающую способность 16 бит или более со скоростью на выходе более 65 млн. слов в секунду. См. Bureau of Industry and Security of the US Department of Commerce [Бюро промышленности и безопасности Министерства торговли США]. 'Commerce Control List CATEGORY 3 – ELECTRONICS' [Список торгового контроля: КАТЕГОРИЯ 3 – ЭЛЕКТРОНИКА].

по объему продаж.⁶⁵ Сообщается, что компания является обладателем более 41 000 патентов.⁶⁶ Как и Analog Devices, базирующаяся в г. Даллас Texas Instruments разрабатывает высококачественные компоненты для аэрокосмической и оборонной отраслей и давно идет в авангарде военной электроники.⁶⁷

В США высокоэффективные изделия этой компании и изделия, соответствующие армейским стандартам, используются в разнообразных военных системах, включая блоки управления полетом, GPS-приемники, радиолокационные комплексы, гидроакустические системы, системы РЭБ, «умные» боеприпасы и многое другое.⁶⁸ Так, многоядерные цифровые сигнальные процессоры от Texas Instruments являются популярным средством обработки сигналов в передовых радиолокационных системах,⁶⁹ таких как военные РЛС с синтезированной

апертурой, предназначенные для получения изображений ночью и в условиях облачности.⁷⁰

В нескольких российских комплексах обнаружено более 50 разных изделий производства Texas Instruments. Среди них цифровые сигнальные процессоры, установленные в модулях вычисления и обработки данных оперативно-тактической крылатой ракеты 9М727, CAN-трансивер в электронном детонаторе дрона-камикадзе «КУБ-БЛА», модули управления питанием в БПЛА-мишени E95M и в БПЛА «Орлан-10», а также аудиокодеки и преобразователи в нескольких радиостанциях, используемых в армии РФ.

65 Texas Instruments. 'TI At a Glance' [Коротко о компании]. <<https://www.ti.com/about-ti/company/ti-at-a-glance.html>> (дата обращения: 19 июля 2022 г.)

66 Texas Instruments. 'TI Fact Sheet' [Информационная справка о компании]. <<https://web.archive.org/web/20160719151815/http://www.ti.com/corp/docs/company/factsheet.shtml>> (дата обращения: 19 июля 2022 г.)

67 Texas Instruments. 'Aerospace & Defense' [Аэрокосмическая отрасль и оборона]. <<https://www.ti.com/applications/industrial/aerospace-defense/overview.html>> (дата обращения: 19 июля 2022 г.)

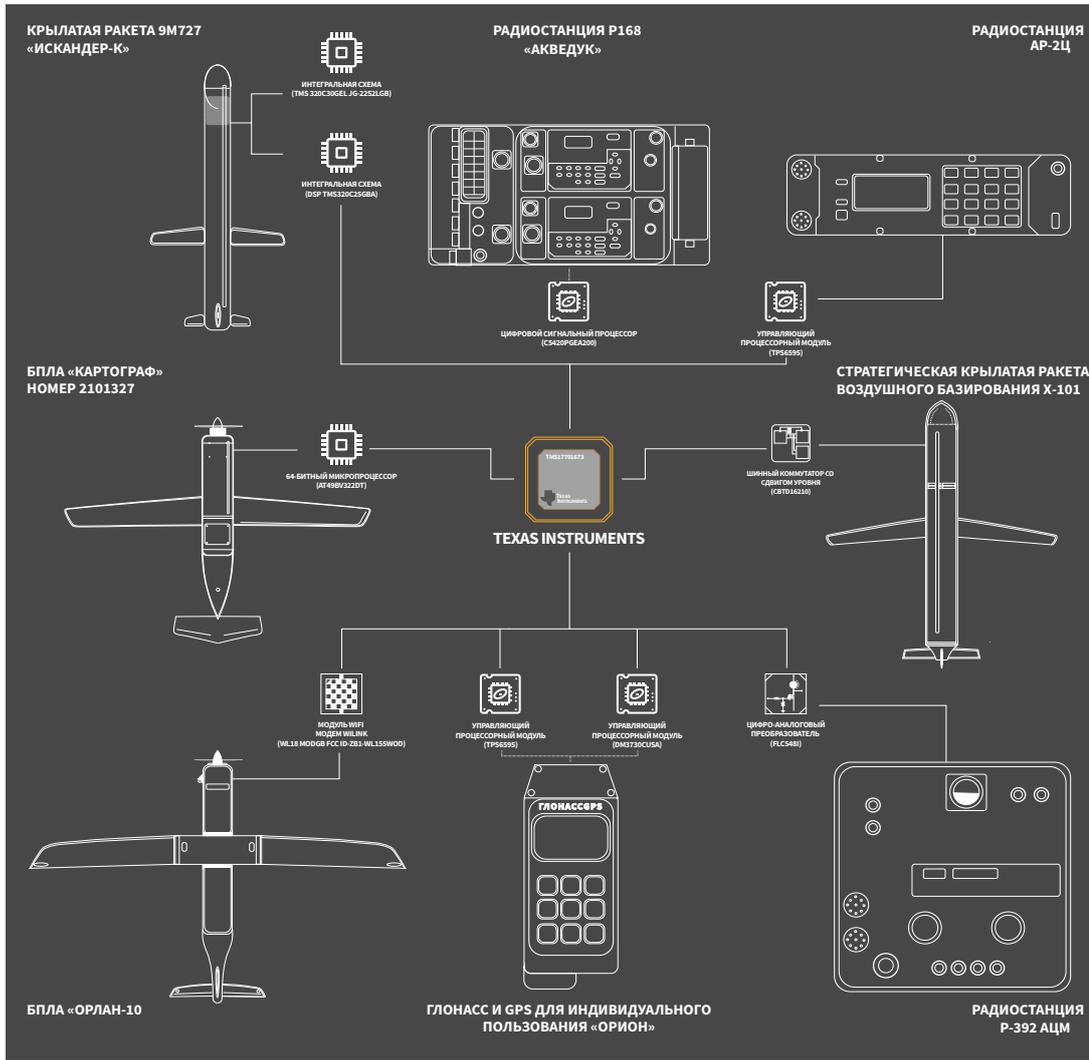
68 Там же

69 John McHale [Джон МакХэйл]. 'High-Performance Radar Systems Enabled by New TI Multicore DSPs' [Высокоэффективные радиолокационные системы, оснащенные новыми многоядерными цифровыми сигнальными процессорами от компании Texas Instruments]. Military Embedded Systems [Встроенные военные системы]. 28 марта 2012 г. <<https://militaryembedded.com/radar-ew/signal-processing/high-performance-radar-systems-enabled-by-new-ti-multicore-dsps>> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)

70 Dan Wang and Murtaza Ali [Дан Ванг и Муртаза Али]. 'Multicore DSP Enhances Synthetic Aperture Radar Processing' [Многоядерные цифровые сигнальные процессоры улучшают обработку сигналов в РЛС с синтезированной апертурой]. Military Embedded Systems [Встроенные военные системы]. 10 сентября 2013 г. <<https://militaryembedded.com/radar-ew/signal-processing/multicore-aperture-radar-processing>> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)

Спасительный кремний: западная электроника в сердце военной машины России

Рис. 9: Изделия компании Texas Instruments, которым присвоен код ECCN, в российских вооружениях



Источник: RUSI.

Продукция Texas Instruments обнаружена и в КРВБ Х-101 – новейшем виде оружия, используемом для поражения целей в глубине территории Украины, включая объекты критической инфраструктуры и городские застройки.⁷¹ Она присутствует в процессорном модуле ракеты, который помогает наводить ее на цель – например, счетверенный дифференциальный линейный

приемник КМОП DS26C32ATM, изготовленный в соответствии с военными стандартами.⁷²

Не менее 10 компонентов производства Texas Instruments, обнаруженных в этих вооружениях, подлежат экспортному контролю в США. В их числе цифровые сигнальные процессоры TMS320 C25GBA и TMS320 C30GEL, обнаруженные в КРМБ 9М727.⁷³

71 Lorenzo Tondo [Лорензо Тондо]. ‘Russian Missiles Strike Kyiv for First Time in Three Weeks’ [Удары российских ракет по Киеву впервые за три недели]. Газета *The Guardian*. 26 июня 2022 г.

72 Texas Instruments. ‘DS26C32ATM/NOPB - CMOS Quad Differential Line Receivers’ [DS26C32ATM/NOPB - счетверенные дифференциальные линейные приемники КМОП]. <<https://www.ti.com/product/DS26C32AT/part-details/DS26C32ATM/NOPB>> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)

73 ECCN 3A991.a.2 – микропроцессор или микроконтроллер с тактовой частотой больше 25 МГц. См. Bureau of Industry and Security of the US Department of Commerce [Бюро промышленности и безопасности Министерства торговли США]. ‘Commerce Control List CATEGORY 3 – ELECTRONICS’ [Список торгового контроля: КАТЕГОРИЯ 3 – ЭЛЕКТРОНИКА].

ТОКИЙСКИЙ ПОРОК

Хотя США всегда были «целью номер один» для теневых закупочных сетей России, другие страны с развитыми производством и полупроводниковой отраслью тоже стоят на первых местах в «списке необходимых покупок» Кремля.

Послевоенное японское «экономическое чудо» конца 1950-х - начала 1960-х годов поставило страну в один ряд с ведущими экономиками мира. Эта трансформация произошла частично благодаря бурному развитию полупроводниковой отрасли. Оказавшиеся у всех на слуху японские конгломераты вроде Sony и Toshiba привлекли внимание и отделов промышленного шпионажа в КГБ.

В июне 1971 года агент ТОНДА, глава высокотехнологичной компании в районе Токио, предоставил своим кураторам из КГБ два тома секретных документов по новой микроэлектронной компьютерной системе, предназначенной для ВВС и ракетных войск США.⁷⁴ Были и другие случаи успешного промышленного шпионажа в Японии. В конце 1970-х проживавший в Токио Олег Гурьянов сказал своим сотрудникам, что «доходы от операций, которые эти [Линия X] ежегодно проводят офицеры, покроют расходы всей нашей резиденции в Токио, а деньги еще останутся». Фактически, во всем мире техническая разведка сама по себе

покрывает все расходы всей службы внешней разведки КГБ».⁷⁵

Проанализированные в данном отчете системы вооружений указывают на то, что японские технологии остаются важными для вооруженных сил РФ. В общей сложности 34 типа комплектующих в нашей базе данных разработаны и изготовлены японскими компаниями, что ставит Японию, как страну происхождения изделий, на второе место после США. Отмечено более дюжины производителей. Тут и камеры всем известных Panasonic и Canon, и цифровые ступенчатые аттенюаторы Fujitsu, и инерциальный измерительный блок от TDK Corporation, и двигатель для авиамodelей, изготовленный компанией Saito Seisakusho.

Однако самыми распространенными японскими изделиями оказались многослойные керамические конденсаторы и индукторы поверхностного монтажа, сделанные в Murata Manufacturing – одном из старейших японских производителей электроники. Эта компания была образована в 1944 г. Главным образом, она разрабатывает и производит пассивные компоненты и технические решения на основе керамики.⁷⁶ В отличие от других компаний электронной отрасли Murata на своем веб-сайте любезно просит не использовать ее продукцию в оружии массового поражения или в его конвенциональных аналогах.⁷⁷

74 Andrew and Mitrokhin [Эндрю и Митрохин]. *The Mitrokhin Archive II* [Архив Митрохина II]. Стр. 306.

75 Там же. Стр. 308. Первоначально упомянуто в Stanilav Levchenko [Станислав Левченко]. *On the Wrong Side: My Life in the KGB* [Против течения. Десять лет в КГБ]. (University of Michigan: Pergamon-Brassey's International Defense Publishers [Мичиганский университет: международное оборонное издательство Pergamon-Brassey]: 1988 г.). Стр. 104.

76 Murata Manufacturing. 'Facts and Figures' [Факты и цифры]. <<https://corporate.murata.com/en-global/company/factsandfigures>> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)

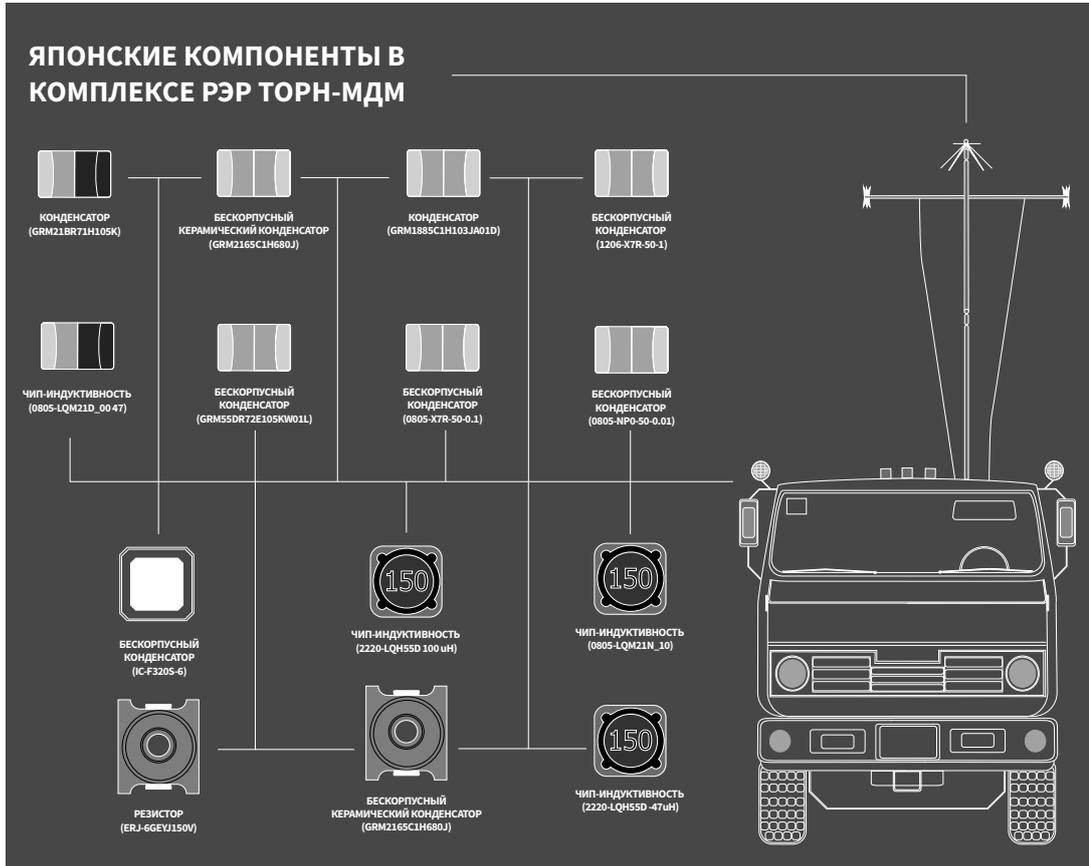
77 Murata Manufacturing. 'Restriction of Weapons of Mass Destruction and Conventional Weapons' [Ограничение оружия массового поражения и обычных вооружений]. <<https://www.murata.com/en-global/support/militaryrestriction>> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)

Спасительный кремний: западная электроника в сердце военной машины России

Однако, россияне, похоже, проигнорировали эту просьбу, так как несколько изделий Murata обнаружены в системе РЭР Торн-МДМ и в военной радиостанции АР-2Ц. Торн-МДМ является относительно новым

комплексом РЭР, предназначенным для поиска, анализа и записи радиосигналов с одновременным определением направления и местоположения источника сигнала в радиусе до 70 км.⁷⁸

Рис. 10: Японские компоненты в комплексе РЭР Торн-МДМ



Источник: RUSI.

ОТ КАЖДОГО ПО СПОСОБНОСТЯМ, КАЖДОМУ ПО ПОТРЕБНОСТЯМ

Какое бы важное место в цепочке военных поставок России ни занимала полупроводниковая промышленность Восточной Азии, научно-технологические сокровища западноевропейских стран всегда влекли к себе российские спецслужбы, оставаясь приоритетом для групп технического шпионажа.

Эта шпионская деятельность началась еще до того, как 28 декабря 1922 г. был образован Советский Союз. В 1921 г. или 1922 г. Четвертое (разведочное) управление Генерального штаба Красной Армии, впоследствии переименованное в ГРУ, направило Аарона и Абрама Эренлибов в Берлин, где те основали «Дальневосточную торговую компанию», также известную как Wostwag.⁷⁹ Следуя давней традиции использования коммерческих компаний в целях прикрытия, ГРУ использовало Wostwag

78 Ukrainian Military Center [Украинский военный центр]. 'Ukrainian Army Captured Russian Torn-MDM SIGINT System' [Украинская армия захватила российскую систему РЭР Торн-МДМ]. 17 марта 2022 г. <<https://mil.in.ua/en/news/ukrainian-army-captured-russian-torn-mdm-sigint-system/>> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)

79 David R Stone [Дэвид Р. Стоун]. 'Soviet Arms Exports in the 1920s' [Советский экспорт оружия в 1920-х годах]. *Journal of Contemporary History* [Журнал современной истории] (Том. 48. № 1. январь 2013 г.). Стр. 57–77.

в качестве «дымовой завесы» для военной разведки и, в конце концов, превратило ее в организацию, контролирующую советский экспорт вооружений.⁸⁰

В течение последующих ста лет российская деятельность в области научно-технического шпионажа и закупок являлась нитью, которая соединяла две зачастую противостоящие друг другу политико-экономических системы. И если с началом Холодной войны было введено масштабное эмбарго на экспорт технологий в СССР,⁸¹ крах советской системы в 1990-х годах дал Кремлю возможность легально покупать огромные количества современных технологий и встраивать их в вооружения, которые потом были применены против мирных жителей и гражданской инфраструктуры Сирии и Украины.

Данные, проанализированные в целях настоящего отчета, говорят о том, что продукция европейских компаний широко используется в российских военных системах. Хорошо задокументировано применение в российской боевой технике тепловизионных прицелов Catherine FC, производимых французской компанией Thales.⁸² Менее известно то, что для приобретения первоклассного оборудования, которое трудно достать в других местах, российские закупочные сети часто выбирают небольшие специализированные европейские фирмы.

ШВЕЙЦАРСКИЙ СЧЕТ

Швейцария занимает четвертое место среди стран-производителей комплектующих, обнаруженных в

российских вооружениях. В базе данных фигурирует целый ряд швейцарских фирм, в том числе STMicroelectronics и u-blox. В общей сложности 18 типов изделий, зафиксированных в базе данных, изготовлены швейцарскими компаниями.

STMicroelectronics – франко-итальянский производитель электроники и полупроводниковых изделий с головным офисом в Женеве.⁸³ Компания выпускает главным образом модули памяти, микропроцессоры, транзисторы и микроконтроллеры, в том числе – популярную серию STM32.⁸⁴ Восемь таких микроконтроллеров STM32 были извлечены из различных БПЛА: «Орлан-10», E95M, «Элерон-ЗСВ» и «КУБ-БЛА». Следует отметить, что эти изделия присутствуют в нескольких подсистемах БПЛА, таких как система управления полетом, система навигации и позиционирования, плата управления электропитанием.

Учитывая величину парка беспилотников в России и большие потери БПЛА, связанные с их использованием в «оспариваемом» воздушном пространстве, можно предположить, что до вооруженного вторжения в Украину в феврале 2022 г. российским вооруженным силам удалось приобрести значительное количество этих комплектующих. Однако несколько микроконтроллеров STM32, присутствующих в этих боевых системах, подпадают под экспортный контроль США.⁸⁵ Среди других продуктов STMicroelectronics – радиочастотный силовой транзистор

80 Там же

81 Координационный комитет по многостороннему экспортному контролю (CoCom).

82 Andrew Rettman [Эндрю Реттман]. 'French Eyes for a Russian Tiger' [Французские глазки для русского «Тигра»]. *euobserver*. 25 августа 2015 г. <<https://euobserver.com/investigations/129953>> (дата обращения: 20 июля 2022 г.); Oleksandr Dubilet [Олександр Дубилет]. 'French Arms Firm Busts Sanctions to Help Russia Build Weapons' [Французская фирма, производящая вооружения, нарушает санкции, чтобы помочь России создавать оружие]. *New Voice of Ukraine* [Новый голос Украины]. 21 июня 2022 г. <<https://english.nv.ua/business/total-isolation-of-russia/military-thermal-imagers-for-the-russian-army-the-french-company-thales-cooperated-with-russia-aft-50247461.html>> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)

83 LinkedIn. 'STMicroelectronics'. <<https://www.linkedin.com/company/stmicroelectronics/>> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)

84 STMicroelectronics. 'Homepage' [Главная страница]. <https://www.st.com/content/st_com/en.html> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)

85 ECCN 3A991.a.2 – микропроцессор или микроконтроллер с тактовой частотой больше 25 МГц. См. Bureau of Industry and Security of the US Department of Commerce [Бюро промышленности и безопасности Министерства торговли США]. 'Commerce Control List CATEGORY 3 – ELECTRONICS' [Список торгового контроля: КАТЕГОРИЯ 3 – ЭЛЕКТРОНИКА].

PD55003, обнаруженный в радиостанции P-168, и два 44-выводных тонких плоских микрокорпуса с четырёхсторонним расположением выводов, извлеченные из системы спутниковой навигации СН-99 крылатой ракеты воздушного базирования Х-101.

Компания u-blox разрабатывает и поставляет полупроводники и модули для глобальных систем спутниковой навигации (ГНСС), включая принимающие устройства для GPS, ГЛОНАСС, Galileo, BeiDou и QZSS.⁸⁶ Модули ГНСС серии M8 производства этой компании обнаружены в GPS-маячке и в системе позиционирования и навигации «Орлана-10», а также в радиостанции AP-2Ц. Эти модули тоже подлежат экспортному контролю США.⁸⁷

ГОЛЛАНДСКАЯ БОЛЕЗНЬ

14 компонентов произведены голландскими компаниями. 10 из них – компанией NXP Semiconductors, а 2 – ее бывшей «дочкой» Nexperia. Несмотря на их малое количество в общей базе данных, продукция NXP присутствовала в 10 из 27 проанализированных систем вооружений.

Среди этих изделий преобладают датчики давления, такие как MPXV5004DP, MPXV5010DP и MPXV5010GP. Они обнаружены в системах управления полетом беспилотников «КУБ-БЛА», «Орлан-10» и E95M. В системе управления полетом «КУБ-БЛА» также есть изготовленный в NXP Semiconductors микроконтроллер

LPC2368FBD100, который подпадает под экспортный контроль США.⁸⁸ Среди других компонентов производства NXP отмечены радиочастотные транзисторы, обнаруженные в нескольких радиостанциях и в ГЛОНАСС/GPS навигаторе «ГРОТ-М». А в процессорном модуле КРВБ Х-101 стоят шинные приемопередатчики производства и NXP, и Nexperia.

ЛОНДОН ЗОВЕТ

Будучи развитой экономикой с обширной оборонно-промышленной базой, Великобритания всегда являлась передовым рубежом российского промышленного шпионажа. Согласно сообщениям, в 1980-х годах в Лондоне базировался большой контингент офицеров КГБ из Линии Х, занимавшийся именно этим, и одним из ключевых объектов их внимания был авиационный и оборонный конгломерат «Роллс-Ройс».⁸⁹

Хотя в исследованных системах вооружений обнаружено только пять компонентов, сделанных в Великобритании, это очень специализированные изделия, такие как осцилляторы и эталонные кристаллы. Они разработаны и изготовлены компанией Golledge Electronics, поставляющей средства регулирования частоты для электронной промышленности.⁹⁰ Компания находится на юго-западе Англии и экспортирует свою продукцию в более чем 50 стран.⁹¹ Как и другие упомянутые выше компании, она производит также ассортимент серийной

86 u-blox. 'We Build to Last' [Мы делаем на совесть]. <<https://www.u-blox.com/en/we-build-last>> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)

87 ECCN 7A994 – навигационная пеленгаторная аппаратура, авиационная аппаратура связи, инерциальные системы навигации воздушных судов и прочее электронное авиационное оборудование. См. Bureau of Industry and Security of the US Department of Commerce [Бюро промышленности и безопасности Министерства торговли США]. 'Commerce Control List CATEGORY 7 - NAVIGATION AND AVIONICS' [Список торгового контроля: КАТЕГОРИЯ 7 - НАВИГАЦИЯ И АВИОНИКА]. <<https://www.bis.doc.gov/index.php/documents/regulations-docs/2339-category-7-navigation-and-avionics-2/file>> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)

88 ECCN 3A991.a.2 – микропроцессор или микроконтроллер с тактовой частотой больше 25 МГц. См. Bureau of Industry and Security of the US Department of Commerce [Бюро промышленности и безопасности Министерства торговли США]. 'Commerce Control List CATEGORY 3 – ELECTRONICS' [Список торгового контроля: КАТЕГОРИЯ 3 – ЭЛЕКТРОНИКА].

89 Office of the Secretary of Defense [Офис министра обороны США]. 'Soviet Acquisition of Militarily Significant Western Technology: An Update' [Приобретение Советским Союзом западных технологий военного значения: актуальная информация]. Сентябрь 1985 г. <<https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA160564.pdf>> (дата обращения: 21 июля 2022 г.)

90 Golledge Electronic. 'About Us' [О компании]. <<https://www.golledge.com/about-us/>> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)

91 Там же

коммерческой продукции, соответствующей нескольким военным стандартам.⁹² В начале марта 2022 г. компания сообщила, что после вторжения в Украину в феврале 2022 г. она прекратила вести бизнес с Россией.⁹³

Изделия компании Gollodge были извлечены из самых технологичных российских систем, таких как «Торн-МДМ» и ракетная система класса земля-воздух Тор-М2. В первом присутствовали эталонные кристаллы HC49, а специализированный цифровой вычислительный блок последней содержал в себе осциллятор GXO-U100F. Оба компонента используются для подачи электрических сигналов с очень точной частотой на основе механического резонанса вибрирующего кристалла из пьезоэлектрического материала.⁹⁴ Эта функция критически важна для таких систем как Тор-М2, в которых выявление цели и слежение за ней осуществляется с помощью радиолокатора. Она также повышает эффективность радиоэлектронной разведки и комплексов РЭБ.

БЕРЛИНСКИЙ ВОКЗАЛ

Российские шпионские сети действуют в разных странах Европы, но Германия часто являлась центром закупочных схем РФ. Во времена Холодной войны Восточная Германия стала узловой точкой для советских шпионов, стремящихся заполучить западные технологии. Агентов Линии X, завербованных советскими спецслужбами в ГДР, можно было легко переправлять в ФРГ, чтобы они собирали там информацию и внедрялись в немецкие компании.⁹⁵ В 1985 г. по результатам проведенной оценки было заявлено, что Западная Германия «неэффективна» в части контроля за нелегальным экспортом в СССР и принимает соответствующие меры только под давлением США.⁹⁶

92 Gollodge Electronics. 'Mil-COTS Frequency Components for Defence and Aerospace' [Частотные компоненты класса Mil-COTS для оборонной и авиационной отраслей]. 28 июня 2016 г. <<https://www.gollodge.com/news/using-mil-cots-for-defence-and-aerospace/>> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)

93 Gollodge Electronics. 'Gollodge Have Withdrawn from Our Business in Russia' [Gollodge ушла из нашего бизнеса в России]. 11 марта 2022 г. <<https://www.gollodge.com/news/russian-business-withdrawal-aid-for-ukraine/>> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)

94 Sluceairfair.com. 'What is the Principle of Piezoelectric Oscillator?' [Каков принцип действия пьезоэлектрического осциллятора?]. 31 августа 2020 г. <<https://www.sluceairfair.com/2020/popular-lifehacks/what-is-the-principle-of-piezoelectric-oscillator/>> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)

95 Office of the Secretary of Defense [Офис министра обороны США]. 'Soviet Acquisition of Militarily Significant Western Technology: An Update' [Приобретение Советским Союзом западных технологий военного значения: актуальная информация].

96 Daniel Salisbury [Даниэл Солсбери]. 'Countering a Technological Berlin Tunnel: North Korean Operatives, Helicopters and Intelligence in the Cold War Illicit Arms Trade, 1981-1986' [Противодействие «берлинскому туннелю» в области технологий: северокорейские агенты, вертолеты и разведка в нелегальной торговле оружием во время Холодной войны, 1981-1986 гг.] *Intelligence and National Security* [Разведка и национальная безопасность] (2022 г.).

Спасительный кремний: западная электроника в сердце военной машины России

В том же году власти США вскрыли обширную и сложную советскую сеть закупок микроэлектронных изделий. Это было сделано в рамках операции «Исход», представлявшей собой попытку таможенных служб остановить перетекание критических технологий в СССР. Сетью руководил гражданин Германии Рихард Мюллер. Целью являлся «вывоз современного компьютерного оборудования», чтобы улучшить производственные возможности СССР в области полупроводников военного класса.⁹⁷ В середине 1980-х таможенная служба США объявила Мюллера одним из самых опасных преступников в сфере контрабанды оружия.⁹⁸

Однако на немецкой земле орудовали и другие видные агенты распространения вооружений. Например, Бабек Серуш – иранец, у которого были офисы в Кельне и в Москве.⁹⁹ В 1984 г. суд в США признал его виновным в экспорте 143 полупроводников,

предназначенных для систем наведения ракет и оборудования ночного видения в Северной Корее.¹⁰⁰ Всего за два года до этого Серуш, который был также предположительно завербован КГБ,¹⁰¹ оказался причастным к делу об отправке электронных компонентов в Советский Союз.¹⁰²

В то время Владимир Путин и Сергей Чемезов – нынешний глава крупнейшего оборонного холдинга России, служили в КГБ в Дрездене.¹⁰³ На зернистой фотографии, сделанной в Дрездене в 1980 г., можно видеть их вместе, молодыми.¹⁰⁴ Когда Путин пришел к власти, Чемезов последовал за ним, и в 2007 г. Путин поставил своего давнего коллегу во главе «Ростеха» (Государственной корпорации по содействию разработке, производству и экспорту высокотехнологичной промышленной продукции «Ростех»). Который по сей день занимает эту должность.¹⁰⁵

97 Ruth Marcus [Рут Маркус]. “‘Entrepreneurs’ of War” [Предприниматели войны]. Газета *Washington Post*. 10 августа 1985 г.

98 Там же

99 Ellan Cates [Эллан Кэйтс]. ‘A West German Exporter Has Been Charged with Conspiracy...’ [Западногерманскому предпринимателю предъявлено обвинение в сговоре ...]. *UPI*. 5 ноября 1984 г. <<https://www.upi.com/Archives/1984/11/05/A-West-German-exporter-has-been-charged-with-conspiracy/3117468478800/>> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)

100 Там же

101 Salisbury [Солсбери]. ‘Countering a Technological Berlin Tunnel’ [Противодействие «берлинскому туннелю» в области технологий].

102 *AP News*. ‘Exec Charged with Conspiring to Ship Computer Boards to Soviet Union’ [Директору предъявлено обвинение в сговоре с целью отправки компьютерных плат в Советский Союз]. 25 апреля 1985 г.

103 *The Economist*. ‘The Making of a Neo-KGB State’ [Создание государства КГБ]. 23 августа 2007 г.

104 Rob Lee (@RALee85) [Роб Ли]. ‘Sergei Chemezov and Vladimir Putin in Dresden in the 1980s and today’ [Сергей Чемезов и Владимир Путин в Дрездене в 1980-х и сейчас]. Twitter. 20 июля 2021 г. <<https://twitter.com/ralee85/status/1417560713862828035?lang=en>> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)

105 «Ростех». ‘Sergey Chemezov Reports to President of Russia on Rostec 2021 Performance’ [Сергей Чемезов докладывает Президенту России о результатах работы корпорации «Ростех» за 2021 г.]. 18 мая 2022 г. <<https://rostec.ru/en/news/sergey-chemezov-reports-to-president-of-russia-on-rostec-2021-performance/>> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)

Рис. 11: Путин и Чemezov. Сообщается, что снимок сделан в 2021 г.



Источник Kremlin.ru.

В последнее время Германия остается в центре внимания как закупочных сетей, так и сетей научно-технического шпионажа, стремящихся заполучить современные технологии. В мае 2021 г. гражданин Германии был арестован в связи с отправкой товаров двойного назначения в адрес компании, за которой стояли разведслужбы РФ.¹⁰⁶ Не прошло и месяца, как немецкие власти арестовали российского ученого за кражу авиационных секретов и ракетной технологии из исследовательских центров в Аугсбурге.¹⁰⁷

RUSI обнаружил 10 компонентов немецкого производства в семи военных системах. Больше всего среди них было фильтров

и индукторов поверхностного монтажа, изготовленных компанией EPCOS AG. Они присутствовали в нескольких подсистемах комплекса РЭР «Торн-МДМ». EPCOS AG была образована в 1999 г. на базе Siemens Matsushita Components – совместного предприятия немецкой Siemens и японской Matsushita.¹⁰⁸ В 2009 г. компанию приобрела японская TDK Corporation и переименовала ее в TDK Electronics AG.¹⁰⁹ Каталог изделий компании включает в себя конденсаторы, керамические компоненты, ЭМС-фильтры, индукторы, радиочастотные модули и другие изделия.¹¹⁰ Оказалось, что и в «Элерон-ЗСВ», и в «КУБ-БЛА» используются пропеллеры производства Graupner GmbH и Aero Naut соответственно.

106 AP News. 'Germany Arrests Businessman Over Dual-Use Exports to Russia' [В Германии арестован бизнесмен из-за экспорта товаров двойного назначения в Россию]. 18 мая 2021 г.

107 Matthias von Hein [Маттиас фон Хейн]. 'Russian Scientist Stands Trial for Espionage in Germany' [Российского ученого судят за шпионаж в Германии]. DW [Немецкая волна]. 17 февраля 2022 г.

108 Gerhard Fasol [Герхард Фасол]. 'TDK Acquires Passive Electronic Component Maker EPCOS' [TDK приобрела производителя пассивных электронных компонентов EPCOS]. Europe-Japan [Европа-Япония]. 31 июля 2008 г. <<https://eu-japan.com/2008/07/tdk-epcos/>> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)

109 Interference Technology. 'EPCOS AG Changes Its Name to TDK Electronics AG' [EPCOS AG сменила название на TDK Electronics AG]. 5 октября 2018 г. <<https://interferencetechnology.com/epcos-ag-changes-its-name-to-tdk-electronics-ag%E2%80%AF/>> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)

110 TDK Corporation. 'Acquisition of EPCOS AG – Becoming the Global Leader in the Electronic Components Industry' [Приобретение EPCOS AG – как стать всемирным лидером в отрасли электронных компонентов]. 2009 г. <<https://www.tdk.com/ir/library/annual/web/lib20405.pdf>> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)

Спасительный кремний: западная электроника в сердце военной машины России

Однако, изделие, подпадающее под экспортный контроль США, было извлечено из одной российской военной системы. Это трансформатор LAN производства

Würth Elektronik GmbH.¹¹¹ Он был найден в специальном вычислительном модуле комплекса РЭБ Р-330БМВ.

¹¹¹ ECCN 3A991.b.2.a – монолитные сверхвысокочастотные интегральные схемы усилителей мощности, рассчитанные на частоты свыше 2,7 ГГц и до 6,8 ГГц включительно, с относительной шириной полосы частот больше 15%. См. Bureau of Industry and Security of the US Department of Commerce [Бюро промышленности и безопасности Министерства торговли США]. 'Commerce Control List: CATEGORY 3 – ELECTRONICS' [Список торгового контроля: КАТЕГОРИЯ 3 – ЭЛЕКТРОНИКА].



РОССИЙСКИЕ РАКЕТЫ - ВЗГЛЯД ИЗНУТРИ

«В боевых действиях во время военных конфликтов ближайшего будущего будут происходить сражения передовых технологий, и самые критические из них – это аэрокосмическое штурмовое оружие, а также системы противовоздушной и противоракетной обороны», – отметил Ян Новиков, генеральный директор российского государственного оборонного подрядчика «Алмаз-Антей», 6 декабря 2021 г.¹¹²

В первые часы вторжения российские вооруженные силы стремились подавить и нейтрализовать украинские системы ПВО и С4ISR¹¹³ с помощью массированных ударов крылатыми и баллистическими ракетами по ряду объектов.¹¹⁴ Позднее список целей был расширен, охватив объекты военной инфраструктуры, включая казармы, в которых размещались иностранные бойцы, железнодорожную инфраструктуру,

чтобы нарушить каналы снабжения с Запада, топливозаправочные станции, производство вооружений и даже гражданские объекты, такие как больницы и торговые центры.

Вооруженные силы РФ располагали огромным арсеналом такого оружия и согласно сообщениям к началу мая израсходовали более 2000 ракет.¹¹⁵ В их числе были КРВБ Х-101, которыми российские ВКС поражали цели, находясь в безопасном воздушном пространстве РФ.¹¹⁶ Наземные силы использовали баллистические и крылатые ракеты «Искандер» 9М720 и 9М727, тоже зачастую запуская их с территории России.¹¹⁷

Многие вооружения были уничтожены при поражении цели, но несколько из них удалось найти и разобрать, что дало беспрецедентную возможность изучить их конструкцию.

112 Yan Novikov, 'Almaz-Antey Director [Ян Новиков, директор концерна «Алмаз-Антей»]: Air and Space Capabilities Will Decide Tomorrow's Conflicts' [Возможности в воздухе и в космосе будут играть решающую роль в конфликтах будущего]. *DefenseNews* [Новости обороны]. 6 декабря 2021 г.

113 Command, Control, Communications, Computers (C4) Intelligence, Surveillance and Reconnaissance (ISR) [командование, управление, компьютеры, связь, разведка, наблюдение, рекогносцировка]

114 Justin Bronk [Джастин Бронк]. 'The Mysterious Case of the Missing Russian Air Force' [Загадочный случай пропавшей российской авиации] *RUSI Commentary* [Комментарий RUSI]. 28 февраля 2022 г.

115 US Department of Defense [Министерство обороны США]. 'Senior Defense Official Holds a Background Briefing' [Высокопоставленный представитель Минобороны провел общий брифинг]. Стенограмма. 2 мая 2022 г. <<https://www.defense.gov/News/Transcripts/Transcript/Article/3017053/senior-defense-official-holds-a-background-briefing/>> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)

116 *NBC News*. '2 Reported Killed as Russian Missiles Strike Kyiv for First Time in Weeks' [Сообщается о двух погибших в результате первого за несколько недель ракетного удара по Киеву]. 26 июня 2022 г.

117 *Kyiv Independent*. 'General Staff: Russia Deploys Iskander Missile Launchers to Belgorod Oblast' [Генштаб: Россия развернула пусковые установки ракет «Искандер» в Белгородской области]. 22 мая 2022 г.

02

В них встроены большой набор подсистем, что указывает на сложные сети производителей, участвовавших в изготовлении составных частей ракет. Но какими бы разветвленными ни были эти сети, они зачастую ведут к одним и тем же корням – главным российским государственным оборонным конгломератам «Ростех» и «Алмаз-Антей» (ОАО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей»). Оба они находятся под западными санкциями, потому что играют центральную роль в снабжении вооруженных сил РФ.

«Ростех» был образован в 2007 г. С момента основания им руководит близкий друг Путина Чemezov.¹¹⁸ «Алмаз-Антей» образован на основании президентского указа в 2002 г. Сейчас им руководит Ян Новиков, но с 2014 по 2016 г. совет директоров концерна возглавлял все тот же Чemezov.¹¹⁹

Под крылом этих огромных организаций работает множество разнообразных НИИ, конструкторских бюро, заводов и компаний, которые участвуют в проектировании, разработке и производстве российских ракет и других военных систем.

РАКЕТА «ИСКАНДЕР» 9М727

9М727 – российская КРМБ средней дальности. Низкая траектория полета позволяет ей избегать обнаружения радиолокатором и уменьшает риск перехвата.¹²⁰ Для наведения на цель и корректировки траектории во время полета в ней предусмотрен ряд датчиков и внутренних компьютерных систем, которые преобразуют внешние сигналы в цифровые вводы.

118 Reuters. 'Putin Ally Chemezov Says Russia Will Be the Victor' [Соратник Путина Чemezov говорит, что победителем будет Россия]. 10 марта 2022 г.

119 Almaz-Antey, 'History' [«Алмаз-Антей». История], <<http://www.almaz-antey.ru/en/istoriya/>> (дата обращения: 21 июля 2022 г.)

120 CSIS Missile Defense Project [Центр стратегических и международных исследований, Проект противоракетной обороны]. '9M729 (SSC-8)'. Последнее обновление 31 марта 2022 г. <<https://missilethreat.csis.org/missile/ssc-8-novator-9m729/>> (дата обращения: 21 июля 2022 г.)

Рис. 12: Фотографии крылатой ракеты 9М727



Источник RUSI.

Двумя самыми важными системами преобразования сигналов в ракете являются ЭВМ «Заря» и «Багет-62-04», которые обрабатывают радиолокационные данные и данные телевизионного наведения (TGM) соответственно. Одним из важнейших датчиков является смонтированная на фюзеляже ракеты система обработки сигналов GPS и ГЛОНАСС СН-99.

Исследование составных частей этих систем выявило широкое использование западных компонентов, тогда как российские цепочки производства в итоге зачастую ведут к «Ростеху» и «Алмаз-Антею».

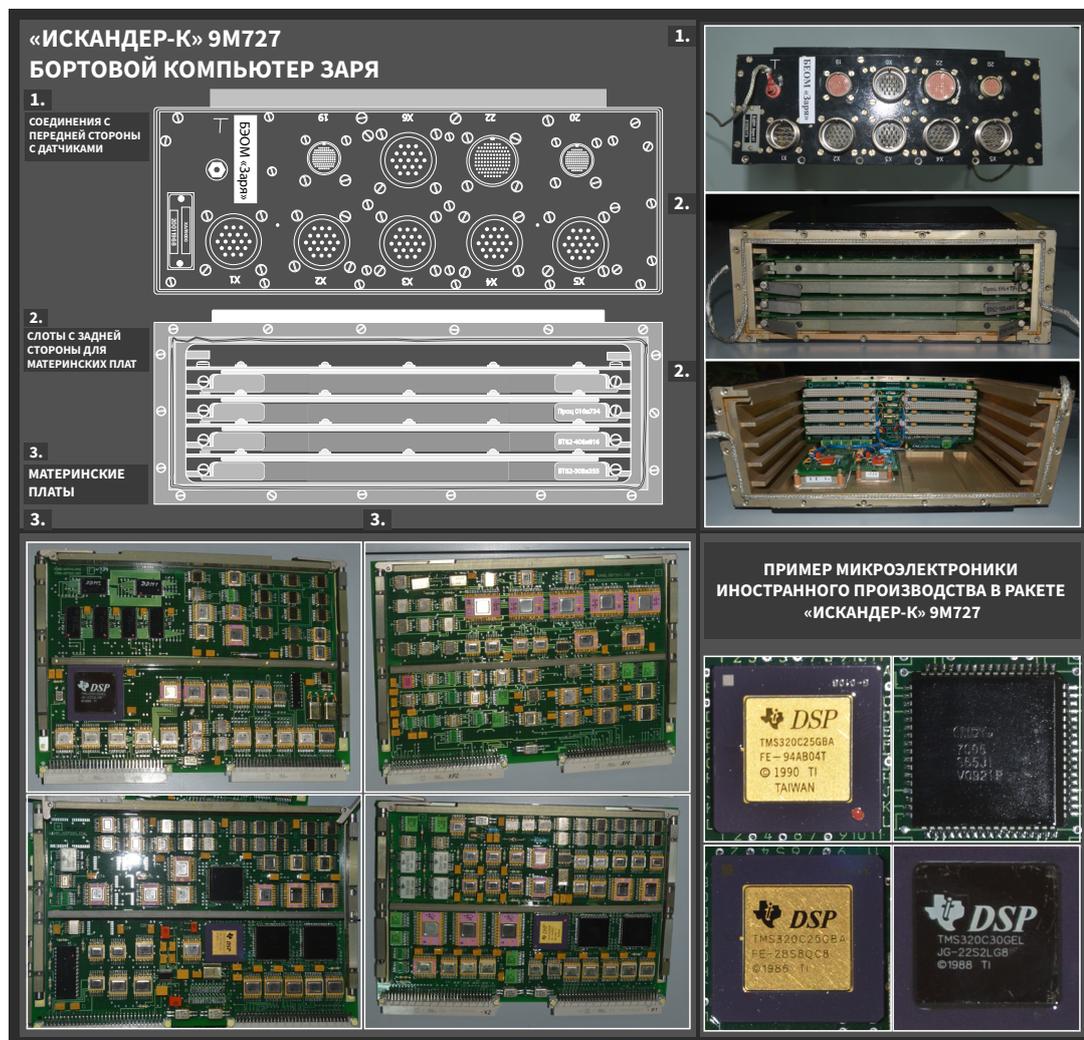
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАШИНА ДЛЯ ОБРАБОТКИ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ «ЗАРЯ»

ЭВМ «Заря» установлена в передней части ракеты 9М727. Она помещена в полностью металлический корпус с фиксируемым металлическим креплением. Такая прочная конструкция предназначена для защиты компьютера от вибрации и ударных воздействий, которые могут нарушить его работу во время запуска и наведения на цель. Металлический корпус защищает «Зарю» и от электромагнитных помех. Той же цели служит уплотнение из металлической оплетки, предусмотренное при установке компьютера в фюзеляже 9М727.

У вычислительной машины «Заря» пассивное охлаждение, то есть для регулировки температуры не нужно ни вентиляторов, ни отдушин. Это придает электронной начинке

некоторую стойкость к влаге и вибрации, которые могли бы мешать работе, если бы использовался другой, активный механизм охлаждения.

Рис. 13: Демонтаж вычислительной машины «Заря»



Источник RUSI.

Спасительный кремний: западная электроника в сердце военной машины России

По крайней мере некоторые модели «Зари», судя по всему, изготавливали организации, связанные с производством военной техники в России и, в конечном итоге, с концерном «Алмаз-Антей».¹²¹ Несмотря на этот факт, компьютер «Заря», извлеченный

из ракеты 9М727, содержал в себе несколько компонентов, поступивших с Запада, включая цифровые сигнальные процессоры, модули флэш-памяти, модули статической оперативной памяти, кабели Ethernet производства компаний США и Германии.

Рис. 14: Западные компоненты в вычислительной машине «Заря»



Источник RUSI.

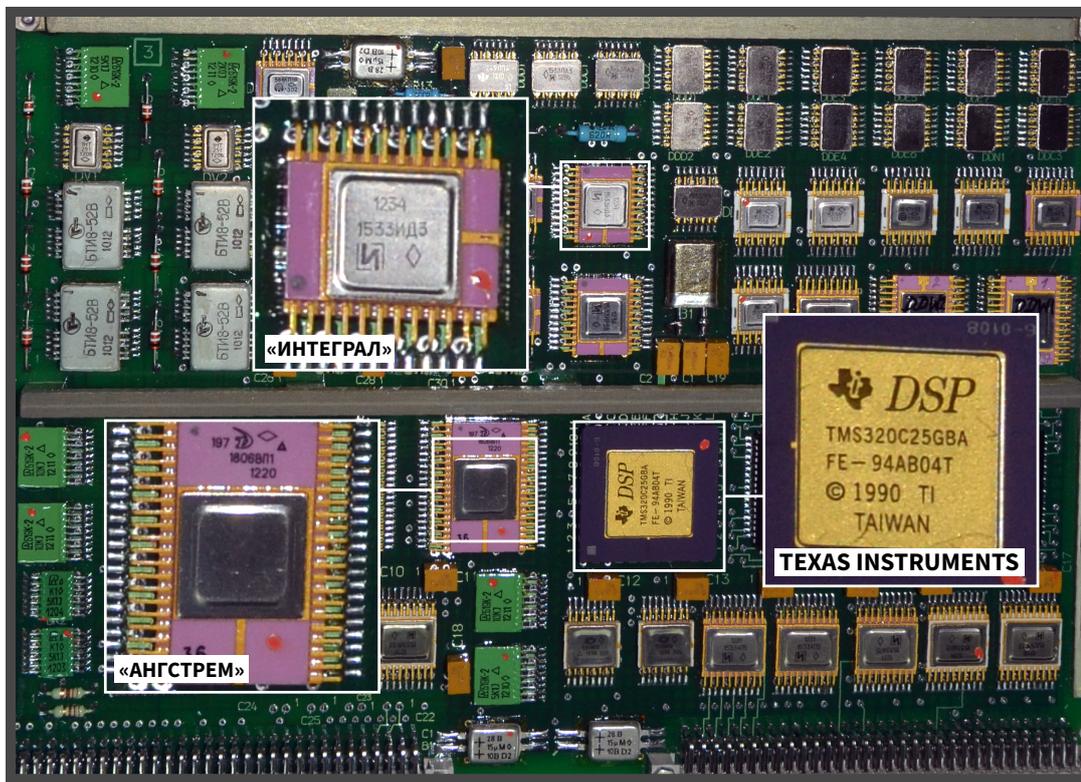
121 В документе, приписываемом А.Н. Шишкову из Московского авиационного института, отмечается, что серия моделей «Зари» была изготовлена в начале 1990-х годов в московском НИИ Приборостроения. А.Н. Шишков. Лекция «Микропроцессоры». Московский авиационный институт. Стр. 38. <http://frela-mk.narod.ru/olderfiles/1/Leksiya_3_4_Mikroprocessoru.pdf> (дата обращения: 28 июля 2022 г.) Речь может идти или о Научно-исследовательском институте приборостроения имени В.В. Тихомирова (НИИП), или о Государственном научно-исследовательском институте приборостроения (ГосНИИП). Обе организации занимались производством военных технологий. См. Научно-исследовательский институт приборостроения имени В.В. Тихомирова. Экспортная продукция. <<https://www.niip.ru/catalog/eksportnaya-produktsiya>> (дата обращения: 26 июля 2022 г.); *Army Recognition*. 'Russia Has More SSC-8 Cruise Missiles Than Expected, with Conflictual Range' [У России есть больше крылатых ракет SSC-8, чем ожидалось. Данные об их дальности противоречивы]. 11 февраля 2019 г. <https://www.armyrecognition.com/february_2019_global_defense_security_army_news_industry/russia_has_more_ssc-8_cruise_missiles_than_expected_with_conflictual_range.html> (дата обращения: 28 июля 2022 г.); Russian Strategic Nuclear Forces [Российские стратегические ядерные силы] 'Cruise Missiles and INF - What About 9M729?' [Крылатые ракеты и ядерные средства средней дальности - а как насчет 9M729?]. 23 июня 2015 г. <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:kGNi1MZkOSIJ:https://russianforces.org/blog/2015/06/cruise_missiles_and_inf_-_what.shtml+&cd=2&hl=en&ct=clnk&gl=de> (дата обращения: 28 июля 2022 г.) Во время написания НИИП был под контролем «Алмаз-Антей» и «Ростеха». См. Оружие России. АО «Научно-исследовательский институт приборостроения им. В.В. Тихомирова». <<https://www.arms-expo.ru/armament/members/625/83161/>> (дата обращения: 21 июля 2022 г.) ГосНИИП не далее как в 2018 г. входил в состав «Алмаз-Антей» и все еще ясно значится на логотипе концерна «Алмаз-Антей» на его веб-странице. См. ГосНИИП. Акционерное общество «Государственный научно-исследовательский институт приборостроения». <<http://www.gosniip.ru/>> (дата обращения: 28 июля 2022 г.); Владимир Медведев. Фронтонные авиационные приборы и их создатели. *Национальная оборона*. 27 февраля 2018 г. <<https://2009-2020.oborona.ru/includes/periodics/defense/2018/0227/122323529/print.shtml>> (дата обращения: 28 июля 2022 г.)

Примечательно, что основную процессинговую функцию в системе «Заря», судя по всему, выполняет цифровой сигнальный процессор от Texas Instruments. Такие процессоры используются для повторяющегося манипулирования потоками данных. Они также могут осуществлять фильтрацию, манипуляции и преобразование данных, поступающих с бортовых датчиков ракеты.

Используемые в «Заре» цифровые сигнальные процессоры представляют собой интегральные схемы Texas Instruments серии TMS320, которые (с учетом различных

модификаций) производятся с 1983 г. В монтажных платах ракеты 9М727, которые осмотрел RUSI, присутствуют вариации C25 и C30, причем последняя способна осуществлять до 50 миллионов операций в секунду и на момент ее изготовления вероятно была самой производительной на рынке. Эти микрочипы датируются 1988 и 1990 гг., а это значит, что и вся система скорее всего была спроектирована и изготовлена в конце 1980-х - начале 1990-х годов. Кроме того, цифровые сигнальные процессоры, судя по всему, совмещены с другими западными микросхемами памяти производства Device Technology или Cypress Semiconductor.

Рис. 15: Микропроцессор производства «Ангстрем» и «Интеграл» на монтажной плате «Зари»



Источник RUSI.

Интегральные схемы в металлической оболочке, которые можно видеть – главным образом советские, судя по логотипам на микропроцессорах отечественного производства, изготовленных на заводах «Ангстрем» и «Интеграл». Вплоть до распада

Советского Союза заводы «Ангстрем» и «Интеграл», наряду с московским ПАО «Микрон»¹²², являлись главными производителями интегральных схем в стране.

122 История «Микрона» уходит корнями в конец 1950-х и Воронежский завод полупроводниковых приборов, который впоследствии стал называться «ВЗПП-Микрон». «Микрон» традиционно производил компоненты для военных систем. См. Mikron, 'Mikron History' [«Микрон». История «Микрона»], <<https://en.mikron.ru/company/history/>> (дата обращения: 30 июня 2022 г.)

Спасительный кремний: западная электроника в сердце военной машины России

Завод «Ангстрем» появился в 1963 г. под эгидой ленинградского НИИ Точной механики, и именно там была разработана первая серия отечественных микропроцессоров «Тропа».¹²³ С тех пор в «Ангстреме» создано более 2000 разновидностей микропроцессоров и полупроводниковых устройств, применяемых, среди прочего, в системах наведения ракет, в космических и авиационных технологиях, персональных компьютерах и микрокалькуляторах.¹²⁴

В 2018 г. более 91% продаж «Ангстрема» приходилось на изделия военного назначения, а на внутреннем рынке эта доля составляла 96% всех продаж.¹²⁵ «Ангстрем» является мажоритарным акционером АО «Ангстрем-Т», активы которого 22 февраля 2022 г. заблокировало Управление США по контролю за иностранными активами (ОФАС).¹²⁶

«Интеграл» – расположенный в Беларуси производитель интегральных систем, дискретных полупроводниковых приборов и средств отображения информации, включая (согласно веб-сайту компании) специальную аппаратуру, работающую в экстремальных условиях.¹²⁷ Производство на заводе «Интеграл» началось в 1960-х

годах, но 24 февраля 2022 г. на него были наложены санкции ОФАС в связи с российским вторжением в Украину.¹²⁸

ЭВМ «БАГЕТ»

Еще одним компьютером, найденным внутри ракеты «Искандер» К 9М727, является «Багет-62-04» – компьютерная система телевизионного наведения, которая главным образом используется на заключительном этапе полета для обеспечения высокой точности поражения цели. В недавней статье научного сотрудника из Института системного анализа Российской академии наук (ИСА РАН) семейство электронно-вычислительных машин «Багет» охарактеризовано, как высокоэффективные устройства обработки сигналов.¹²⁹

Как и в случае «Зари», электронная начинка ЭВМ «Багет-62-04» заключена в специальный корпус, предназначенный для защиты от больших разрушительных нагрузок и электромагнитных помех. «Багет-62-04» тоже содержит в себе ассортимент компонентов западного производства, включая микропроцессоры, ППВМ, чипы статического ОЗУ (SRAM), кристаллические осцилляторы, соединительные гнезда и др.

123 «Ангстрем». Каталог продукции. 2022 г. <<https://tinyurl.com/6mcp38rp>> (дата обращения: 21 июля 2022 г.)

124 Там же

125 «Ангстрем». Годовой отчет акционерного общества «Ангстрем» за 2018 год. Отчет утвержден генеральным директором и главным бухгалтером компании 28 июня 2019 г. Стр. 7. Просмотрен в *Интерфакс*. АО «Ангстрем». Центр раскрытия корпоративной информации. <<https://www.e-disclosure.ru/portal/files.aspx?id=3782&type=2&attempt=1>> (дата обращения: 1 июля 2022 г.)

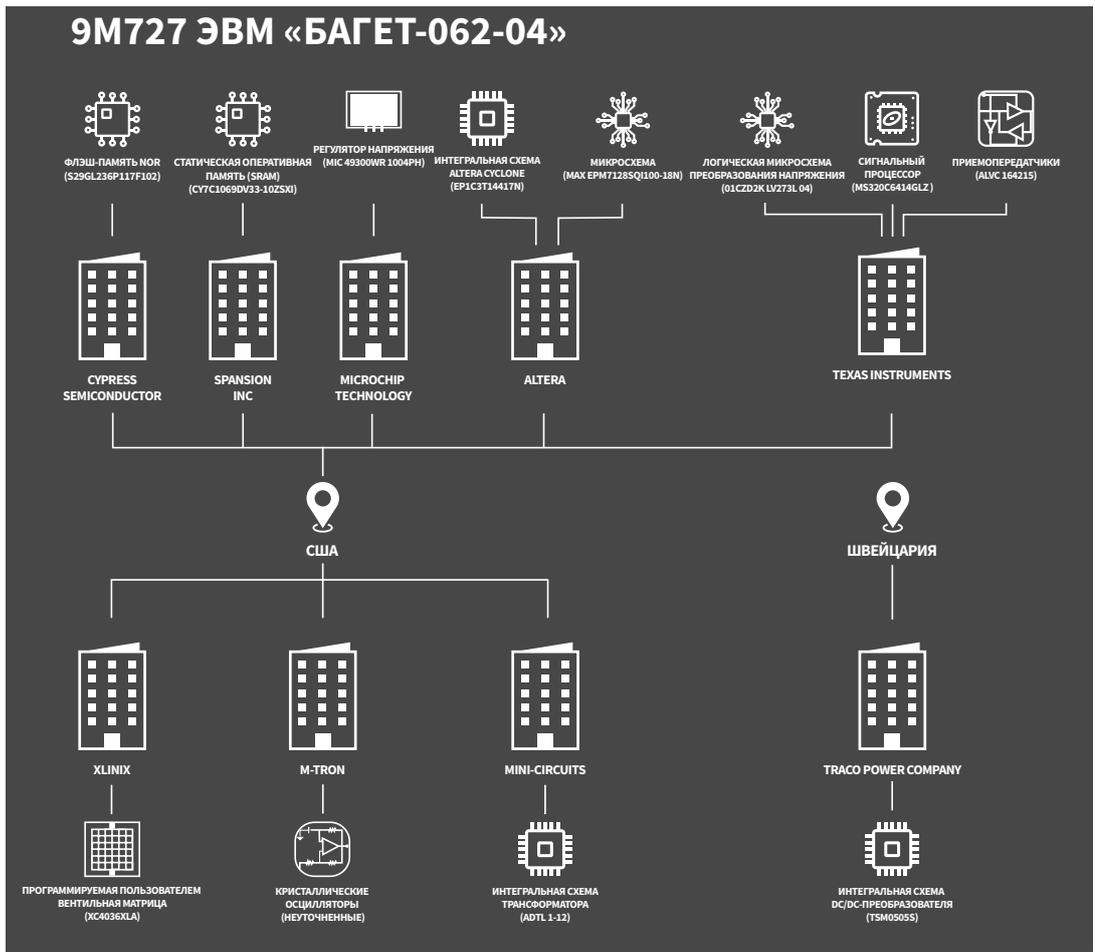
126 US Department of the Treasury [Министерство финансов США]. 'U.S. Treasury Imposes Immediate Economic Costs in Response to Actions in the Donetsk and Luhansk Regions' [Минфин США накладывает немедленные экономические издержки в ответ на действия в Донецкой и Луганской областях]. Пресс-релиз. 22 февраля 2022 г. <<https://home.treasury.gov/news/press-releases/jy0602>> (дата обращения: 21 июля 2022 г.)

127 «Интеграл». Продукция. <<https://integral.by/ru/products>> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)

128 US Department of the Treasury [Министерство финансов США]. 'U.S. Treasury Imposes Immediate Economic Costs in Response to Actions in the Donetsk and Luhansk Regions' [Минфин США накладывает немедленные экономические издержки в ответ на действия в Донецкой и Луганской областях].

129 Antonov A A and A A Krasnyuk [Антонов А.А. и А.А. Краснюк]. 'The Internal Structure of Microprocessors for Industrial Control and Data Processing Systems' [Внутренняя структура микропроцессоров для промышленных систем управления и обработки данных]. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [Сборник материалов конференций издательства Института физики: материаловедение и инжиниринг] (№ 1061, 2021 г.).

Рис. 16: Западные компоненты в ЭВМ «Багет-62-04»



Источник RUSI.

Серия «Багет» ведет свою родословную с попыток, предпринятых российскими властями после распада Советского Союза, производить у себя компьютеры и устройства военного назначения и уменьшить зависимость от иностранных поставщиков.¹³⁰ В брошюре, опубликованной российскими производителями в 2017 г., сказано, что потенциальный преемник ЭВМ «Багет 64-02» предназначен для использования в бортовых системах

управления авиационных комплексов и комплексов высокоточного оружия наземного и авиационного базирования.¹³¹

Брошюру совместно издали АО «Конструкторское бюро «Корунд-М» и российский НИИСИ РАН. В ней рекламируется ассортимент ЭВМ «Багет» и микропроцессоров отечественного производства, предназначенных для применения в военной сфере.

130 АО «Конструкторское бюро (КБ) «Корунд-М» и Федеральное государственное учреждение «Федеральный научный центр «Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук». Перспективные ЭВМ семейства «Багет». 2017 г. Стр. 2–3.

131 Там же

Рис. 17: Современные компьютерные системы «Багет», рекламируемые КБ «Корунд-М» и НИИСИ РАН



Источник: Брошюра «Корунд-М» и НИИСИ РАН

КБ «Корунд-М» являющееся, судя по всему, конструкторским бюро НИИСИ РАН,¹³² на своей веб-странице отмечает, что его продукция установлена в российских военных системах, включая ракетный комплекс «Искандер», и что оно продолжает производить компьютеры военного назначения и вести исследования и разработки, относящиеся к вычислительным потребностям Минобороны РФ.¹³³ 2 августа 2022 г. НИИСИ РАН попал под санкции OFAC.¹³⁴

Западные санкции не введены в отношении КБ «Корунд-М».¹³⁵

«Багет-62-04» также упоминается в годовых отчетах АО «Серпуховский завод «Металлист», где заявлено, что в 2013 г. компания произвела 222 ЭВМ «Багет-62-04» для ракет «Искандер-М» и в следующем году планирует изготовить 269 ЭВМ «Багет-62-03».¹³⁶ Участие в производстве «Багетов» отмечается в годовых отчетах завода вплоть до отчета за 2020 г., опубликованного

132 Одним из учредителей компании является Владимир Бетелин, который также занимает должность научного руководителя НИИСИ РАН. См. Федеральное государственное учреждение Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук. Бетелин Владимир Борисович. <<https://www.niisi.ru/betelin.htm>> (дата обращения: 25 июля 2022 г.) В документах Федеральной налоговой службы России от 24 июля 2020 г. Бетелин значится генеральным директором и главным участником АО «КБ «Корунд-М». В документах Федеральной налоговой службы России от 4 декабря 2021 г. Бетелин также назван директором Автономной некоммерческой организации «Конструкторское бюро «Корунд-М», а НИИСИ РАН числится акционером. В документах Федеральной налоговой службы России от 16 июня 2022 г. Бетелин все так же назван директором компании, но НИИСИ РАН не упоминается. Доступ к документам единого государственного реестра налогоплательщиков РФ можно получить через Sayari Labs. <<https://sayari.com/>> (дата обращения: 22 июля 2022 г.)

133 Конструкторское бюро «Корунд-М». «О «Корунд-М» <<https://kborund.ru/about>> (дата обращения: 26 июля 2022 г.)

134 US Department of State [Госдепартамент США]. 'Imposing Additional Costs on Russia for Its Continued War Against Ukraine', fact sheet [Наложение дополнительных издержек на Россию за продолжение войны против Украины]. Информационная справка. 2 августа 2022 г. <<https://www.state.gov/imposing-additional-costs-on-russia-for-its-continued-war-against-ukraine/>> (дата обращения: 2 августа 2022 г.)

135 Похоже, что некоторые модели «Багета», а именно ЭВМ «Багет-53», также изготавливало Раменское приборостроительное конструкторское бюро. См. Открытое акционерное общество «Раменское приборостроительное конструкторское бюро» (ОАО «РПКБ»). Каталог продукции электронного направления. 2013 г. Стр. 14. <https://mniirp.ru/sites/default/files/articles/katalog_elektronnogo_napravleniya_rpkb.pdf> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)

136 Годовой отчет Открытого акционерного общества «Серпуховский завод «Металлист» за 2013 год. 2014 г. Стр. 16. Просмотрен в *Интерфакс*. АО «Серпуховский завод «Металлист». Центр раскрытия корпоративной информации. <<https://www.e-disclosure.ru/portal/files.aspx?id=23097&type=2>> (дата обращения: 1 июля 2022 г.)

в 2021 г.¹³⁷ В годовом отчете за 2021 г., опубликованном в июне 2022 г., ЭВМ «Багет» не упоминаются.¹³⁸

Серпуховский завод «Металлист» был создан в 1943 г. Государственным комитетом обороны СССР. Раскинувшееся на большой площади предприятие давно занимается производством советских и российских военных технологий.¹³⁹ Согласно сообщениям, завод и до недавних пор продолжал производить критически важные военные комплекты.¹⁴⁰ По состоянию на декабрь 2021 г. собственником завода было АО «НПО «Высокоточные комплексы», входящее в «Ростех».¹⁴¹

НПО «Высокоточные комплексы» – российский государственный холдинг, в отношении которого в марте 2022 г. были введены санкции Министерства финансов США. Согласно Минфину США, некоторые ракетные системы, изготовленные в НПО

«Высокоточные комплексы», включая «Искандеры», были доставлены к границе России и Украины в преддверии февральского вторжения 2022 г.¹⁴²

СИСТЕМЫ НАВЕДЕНИЯ

В течение почти двух десятилетий российская военная доктрина опиралась на использование крылатых ракет средней и большей дальности для нанесения ударов по критической военной инфраструктуре глубоко в тылу противника. Для того, чтобы боевой заряд попадал в цель, российская оборонная промышленность разработала современные инерционные и навигационные датчики. Они направляют ракету, которая летит на низкой высоте и маневрирует, чтобы избежать поражения средствами ПВО. Одним из важнейших датчиков является обнаруженный, как в крылатой ракете 9М727, так и в ракете воздушного базирования Х-101, блок наведения по ГЛОНАСС и GPS СН-99.

137 Годовой отчет Открытого акционерного общества «Серпуховский завод «Металлист» за 2020 год. 2021 г. Стр. 16, 31. Просмотрен в *Interfax*. АО «Серпуховский завод «Металлист». Центр раскрытия корпоративной информации. <<https://www.e-disclosure.ru/portal/files.aspx?id=23097&type=2>> (дата обращения: 1 июля 2022 г.)

138 Годовой отчет Открытого акционерного общества «Серпуховский завод «Металлист» за 2021 год. 2022 г. Просмотрен в *Интерфакс*. АО «Серпуховский завод «Металлист». Центр раскрытия корпоративной информации. <<https://www.e-disclosure.ru/portal/files.aspx?id=23097&type=2>> (дата обращения: 28 июля 2022 г.)

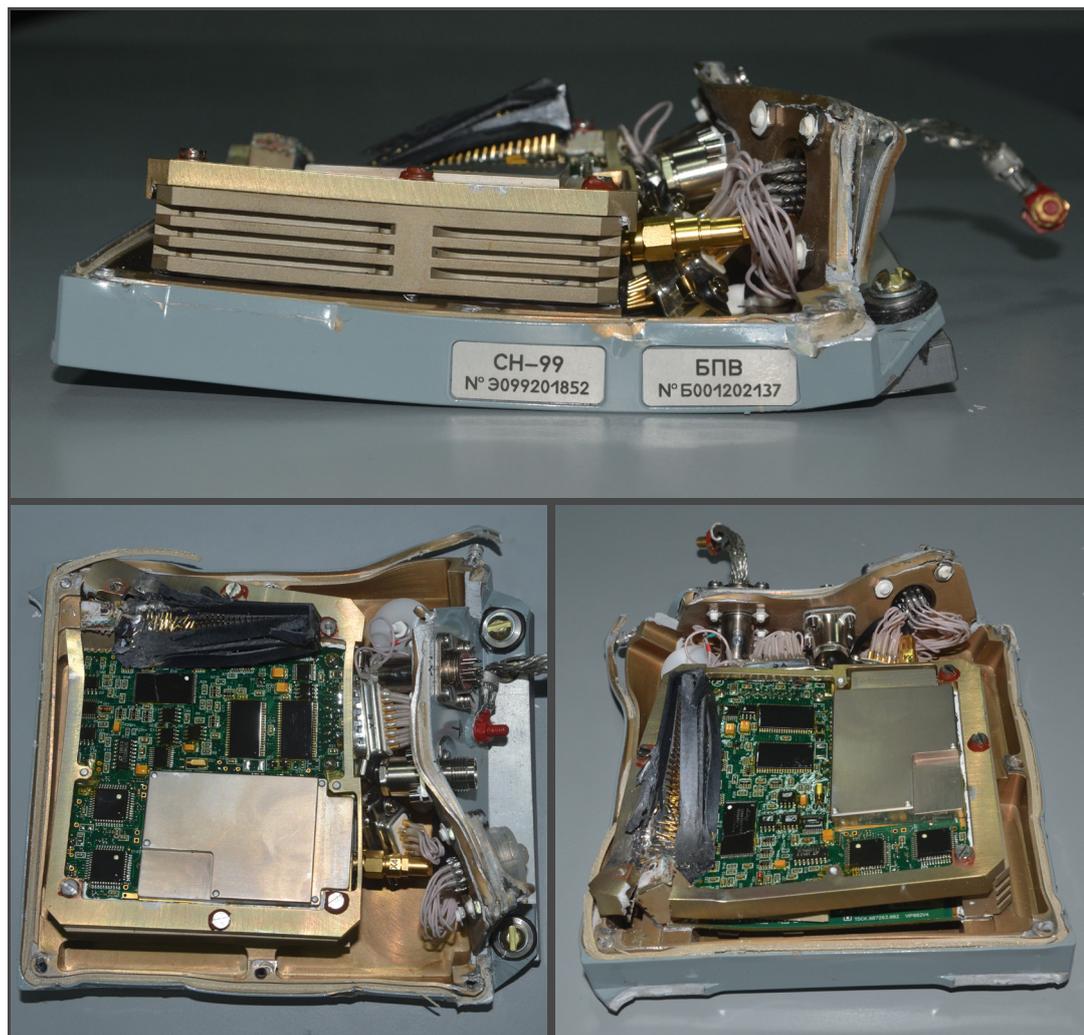
139 Олег Фаличев. «Металлист»: прицельное развитие. *Военно-промышленный курьер*. 6 ноября 2018 г. <<https://vprk-news.ru/articles/46107>> (дата обращения: 21 июля 2022 г.)

140 *Серпуховские вести*. Серпуховскому заводу «Металлист» исполняется 75 лет. 13 августа 2018 г. <<http://inserpuhov.ru/novosti/proizvodstvo/serpuhovskomu-zavodu-metallist-ispolnyaetsya-75-let>> (дата обращения: 20 июля 2022 г.)

141 Серпуховский завод «Металлист». Главная. Архивированная версия веб-страницы, зафиксированная 26 декабря 2021 г. <<https://web.archive.org/web/20211226064918/http://www.szmetallist.ru/>> (дата обращения: 21 июля 2022 г.)

142 US Department of the Treasury [Министерство финансов США]. 'U.S. Treasury Sanctions Russia's Defense-Industrial Base, the Russian Duma and Its Members, and Sberbank CEO' [Минфин США ввел санкции против оборонной промышленности России, российской Думы и ее депутатов, а также главы «Сбербанка»]. Пресс-релиз. 24 марта 2022 г. <<https://home.treasury.gov/news/press-releases/jy0677>> (дата обращения: 21 июля 2022 г.)

Рис. 18: Система наведения по ГЛОНАСС и GPS СН-99



Источник RUSI.

Это устройство изготовлено Конструкторским бюро навигационных систем (АО «КБ НАВИС»)¹⁴³ – производителем средств навигации по сигналам ГЛОНАСС, GPS и GALILEO, используемых в российской

армии.¹⁴⁴ В русскоязычных данных учета юридических лиц¹⁴⁵ и периодике сказано, что учредителем «КБ НАВИС» является КБ «Корунд-М», относящееся к упомянутому выше НИИСИ РАН.¹⁴⁶ Как и КБ «Корунд-М»,

143 Конструкторское бюро навигационных систем «Навис». СН-99 Навигационная аппаратура для высокодинамичных объектов ГЛОНАСС/GPS/SBAS. <https://navis.ru/assets/files/SN-99---korrekt_NEW.pdf> (дата обращения: 21 июля 2022 г.)

144 Некоммерческая организация «Ассоциация разработчиков, производителей и потребителей оборудования и приложений на основе глобальных навигационных спутниковых систем «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум». Аналитический отчет по итогам исследования состояния и перспектив развития рынка навигационных, связанных и навигационно-связанных модулей, а также оценки влияния на развитие российского и международного рынка «Автонет». 2019 г. <<https://tinyurl.com/yckfrxwx>> Стр. 189 (дата обращения: 15 июля 2022 г.)

145 См. Единый государственный реестр налогоплательщиков РФ. Документ, датированный 9 июля 2020 г. Взят в Sayari Labs. <<https://sayari.com/>> (дата обращения: 10 июля 2022 г.)

146 А.А. Шанин и др. Аппаратура спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS Конструкторского бюро навигационных систем. Навигация и гидрография. Государственный научно-исследовательский навигационно-гидрографический институт. Министерство обороны Российской Федерации. Декабрь 2001 г. Стр. 173.

«КБ НАВИС» не находится под западными санкциями, несмотря на то, что поставляет критически важные технологии для программы ракетных вооружений.

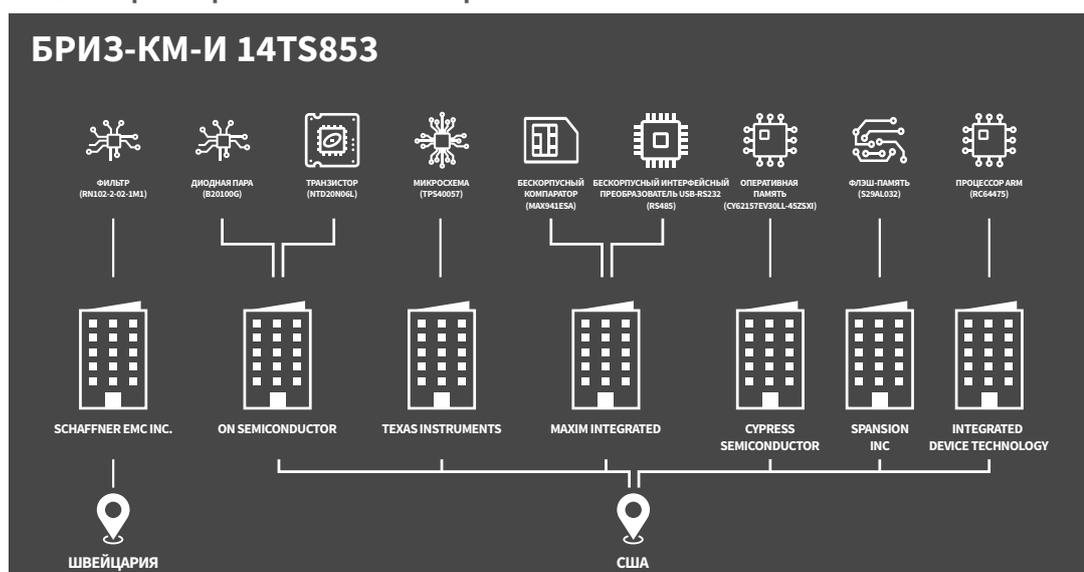
Следует отметить, что в СН-99 есть несколько компонентов, произведенных на Западе, таких как микросхема флэш-памяти на 32 мегабита, изготовленная компанией Spansion, и 12-битный аналого-цифровой преобразователь производства Linear Technology Corporation. Хотя аналого-цифровой преобразователь в 12-битном диапазоне уже не считается выдающимся, он все равно является критически важным компонентом тактических крылатых и баллистических ракет и скорее всего был первоклассным устройством на дату сборки системы СН-99.

РАЗНООБРАЗНАЯ ПРОДУКЦИЯ

Похоже, что «КБ НАВИС» производит несколько видов аппаратуры для российской армии. Один из них представляет собой портативную систему навигации и позиционирования для сил специальных операций (ССО). Она называется «Бриз-КМ-И». ¹⁴⁷Такого рода устройства обычно используются служащими ССО и передовой разведки, чтобы с большой точностью определять свое местоположение и рассчитывать координаты для нанесения артиллерийских и авиационных ударов по позициям врага.

Если разобрать «Бриз-КМ-И» на части, в нем обнаружится ряд западных микροэлектронных изделий, включая высокоэффективный 64-битный микропроцессор, микросхемы статической оперативной памяти, трансиверы и усилители.

Рис. 19: Микροэлектронные компоненты в «Бриз-КМ-И»



Источник: RUSI.

147 НАВИС. «Бриз-КМ-И Индивидуальная навигационная аппаратура ГЛОНАСС/GPS/SBAS. <<https://navis.ru>> (дата обращения: 23 июня 2022 г.)

Спасительный кремний: западная электроника в сердце военной машины России

Один из этих комплектующих – высокоэффективная статическая оперативная КМОП-память (CY62157EV30LL-45ZSXI), изготовленная американской компанией Cypress Semiconductor. Это интегральная схема высокоскоростной памяти с ультранизким энергопотреблением.¹⁴⁸ Она считается товаром двойного назначения в целях экспорта.¹⁴⁹

Данные российского учета торговых операций и налоговых деклараций свидетельствуют о том, что в период с 2017 г. по 2021 г. «КБ НАВИС» импортировало большие объемы электроники, интегральных схем и других электронных компонентов производства таких американских компаний, как Analog Devices, Texas Instruments и Linear Technology.¹⁵⁰ Хотя в основном отправлялись товары, произведенные в США, подавляющее большинство было отправлено через Швейцарию, Израиль, Китай и Малайзию.¹⁵¹

Примечательно, что более 90% этих товаров отправил в «КБ НАВИС» швейцарская фирма NVS Technologies AG, которая, как и КБ, входит в состав группы компаний «НАВИС».¹⁵²

Генеральный директор NVS Technologies – гражданин России по имени Василий Энгельсберг¹⁵³. Он является соучредителем «КБ НАВИС»¹⁵⁴ и группы «НАВИС» в целом.¹⁵⁵ Следует отметить, что другой соучредитель «КБ НАВИС» – Валерий Бабаков¹⁵⁶, был главным конструктором потребительского навигационного оборудования в концерне «Алмаз-Антей».¹⁵⁷ В статье 2008 г. о коммерциализации ГЛОНАСС, написанной в соавторстве с Энгельсбергом, Бабаков отметил, что Группа «НАВИС» является главным поставщиком приемников ГЛОНАСС в России. Он также рассказал, что NVS Technologies была образована «в рамках процесса интеграции наших технологий во всемирный рынок ГНСС».¹⁵⁸

148 Infineon Technologies. 'CY62157EV30 MoBL 8-Mbit (512K × 16) Static RAM' [Статическая оперативная память CY62157EV30 MoBL 8-Мбит (512K × 16). Технические данные. 28 февраля 2020 г. <[https://www.infineon.com/dgdl/Infineon-CY62157EV30_MoBL_8-Mbit_\(512_K_16\)_Static_RAM-DataSheet-v20_00-EN.pdf?fileId=8ac78c8c7d0d8da4017d0e6e669131ef](https://www.infineon.com/dgdl/Infineon-CY62157EV30_MoBL_8-Mbit_(512_K_16)_Static_RAM-DataSheet-v20_00-EN.pdf?fileId=8ac78c8c7d0d8da4017d0e6e669131ef)> (дата обращения: 21 июля 2022 г.)

149 ECCN 3A991.b.2.a – статическое оперативное запоминающее устройство (SRAM) с емкостью хранения больше 1 Мбит на пакет. См. Bureau of Industry and Security of the US Department of Commerce [Бюро промышленности и безопасности Министерства торговли США]. 'Commerce Control List: CATEGORY 3 – ELECTRONICS' [Список торгового контроля: КАТЕГОРИЯ 3 – ЭЛЕКТРОНИКА].

150 Данные от торговых операциях предоставлены сторонним коммерческим поставщиком.

151 Там же

152 Некоммерческая организация «Ассоциация разработчиков, производителей и потребителей оборудования и приложений на основе глобальных навигационных спутниковых систем «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум». Аналитический отчет по итогам исследования состояния и перспектив развития рынка навигационных, связанных и навигационно-связанных модулей, а также оценки влияния на развитие российского и международного рынка «Автонет». Стр. 187, 160.

153 LinkedIn. 'Vasily Engelsberg' [Василий Энгельсберг]. <<https://ch.linkedin.com/in/vasily-engelsberg-3b637b16>> (дата обращения: 21 июля 2022 г.)

154 Полина Еременко. Сошел с орбиты. *Московские новости*. 7 апреля 2011 г. <<https://www.mn.ru/politics/68113>> (дата обращения: 3 июля 2022 г.)

155 *ПравоРУ*. Собственнику поставщика Минобороны отказали в иске на совладельца. 10 ноября 2017 г. <<https://pravo.ru/news/view/145748/>> (дата обращения: 3 июля 2022 г.)

156 Там же

157 *Новости навигации*. V Международный форум по спутниковой навигации. (№ 2, 2011 г.). Стр. 51 <https://internavigation.ru/wp-content/uploads/2019/07/nn2011_02.pdf#page=51> (дата обращения: 12 июля 2022 г.)

158 Vasily Engelsberg, Ivan Petrovski and Valery Babakov [Василий Энгельсберг, Иван Петровский и Валерий Бабаков]. 'Expert Advice: GLONASS Business Prospects' [Совет экспертов: коммерческие перспективы ГЛОНАСС]. *GPS World* [Мир GPS]. 1 марта 2008 г. <<https://www.gpsworld.com/gnss-systemglonassexpert-advice-glonass-business-prospects-4215/>> (дата обращения: 21 июля 2022 г.)

Хотя «КБ НАВИС», судя по всему, производит изделия гражданского назначения, в русскоязычном отраслевом отчете 2019 г. сказано, что более 70% договоров института – это договоры с Минобороны РФ.¹⁵⁹ На тот момент сумма этих договоров составляла 3,5 миллиарда руб. или 55 миллионов долларов. Соответственно, вполне возможно, что многие западные комплектующие, которые импортировало «КБ НАВИС», попали в системы российских вооружений вроде тех, которые проанализированы в данном отчете.

КРЫЛАТАЯ РАКЕТА X-101

По Украине было выпущено большое количество крылатых ракет воздушного базирования (КРВБ) X-101. Ракеты поражали самые разные цели, включая железнодорожную инфраструктуру¹⁶⁰ и центральные районы городов.¹⁶¹ О ракетах такой конструкции говорили еще с 1980-х годов, но процесс застопорился из-за отсутствия финансирования. Разработка продолжилась только в 2000-х.¹⁶²

Ракета поступила на вооружение в 2012 г, как запускаемая с безопасного расстояния крылатая ракета дальнего

радиуса действия (до 2800 км), способная нести конвенциональные боеголовки (фугасные, осколочные, кассетные) и даже ядерные, мощностью 250 килотонн. Запуск осуществляется с самолета, причем разгонный блок для достижения начальной скорости не нужен. Крейсерская высота полета ракеты составляет 6 000 м, скорость полета 0,58 маха.¹⁶³ Кроме того, ракета способна лететь к цели на высоте 30-60 м с максимальной скоростью 0,78 маха.¹⁶⁴

На борту ракеты есть различные системы и датчики для навигации с использованием инерциальных данных, спутниковых данных ГЛОНАСС и GPS.¹⁶⁵ Сигналы последнего типа принимаются и обрабатываются в таком же блоке СН-99, какой установлен в крылатой ракете 9М727. В электрооптической системе коррекции используется сохраняемая в памяти карта для корреляции с рельефом местности.¹⁶⁶ На конечном этапе полета ракеты X-101 в ней действует телевизионная инфракрасная головка самонаведения.¹⁶⁷

159 Согласно этому документу «КБ НАВИС» заключило с федеральными органами власти России 106 договоров на 5,1 миллиарда руб. Двадцать из этих договоров – это 3,6 миллиарда руб. или 72,6% всех доходов компании – с Министерством обороны РФ. См. Некоммерческая организация «Ассоциация разработчиков, производителей и потребителей оборудования и приложений на основе глобальных навигационных спутниковых систем «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум». Аналитический отчет по итогам исследования состояния и перспектив развития рынка навигационных, связанных и навигационно-связанных модулей, а также оценки влияния на развитие российского и международного рынка «Автонет». Стр. 189.

160 Ministry of Defence (@DefenceHQ) [Министерство обороны]. '(2/6) In the early hours of 5 June, Russian Kh-101 air-launched cruise missiles struck rail infrastructure in Kyiv, likely in an attempt disrupt the supply of Western military equipment to frontline Ukrainian units' [(2/6) В ночь на 5 июня российские ракеты воздушного базирования X-101 поразили железнодорожную инфраструктуру в Киеве, что, вероятно, является попыткой нарушить поставки западной военной техники украинским подразделениям, находящимся на передовой]. Twitter. 6 июня 2022 г. <<https://twitter.com/DefenceHQ/status/1533682058463268864>> (дата обращения: 21 июля 2022 г.)

161 NBC News. '2 Reported Killed as Russian Missiles Strike Kyiv for First Time in Weeks' [Сообщается о двух погибших в результате первого за несколько недель ракетного удара по Киеву].

162 Robin Hewson [Робин Хьюсон]. 'Details Emerge of Russia's Latest Cruise Missiles' [Появилась информация о новейших российских крылатых ракетах]. *Jane's Defence Weekly* [Еженедельник защиты Джейн]. Октябрь 2007 г. <https://web.archive.org/web/20080225163154/http://www.janes.com/news/defence/systems/jdw/jdw071022_1_n.shtml> (дата обращения: 21 июля 2022 г.)

163 CSIS Missile Defense Project [Центр стратегических и международных исследований, Проект противоракетной обороны]. 'Kh-101 / Kh-102' [X-101, X-102]. 31 июля 2021 г. <<https://missilethreat.csis.org/missile/kh-101-kh-102/>> (дата обращения: 21 июля 2022 г.)

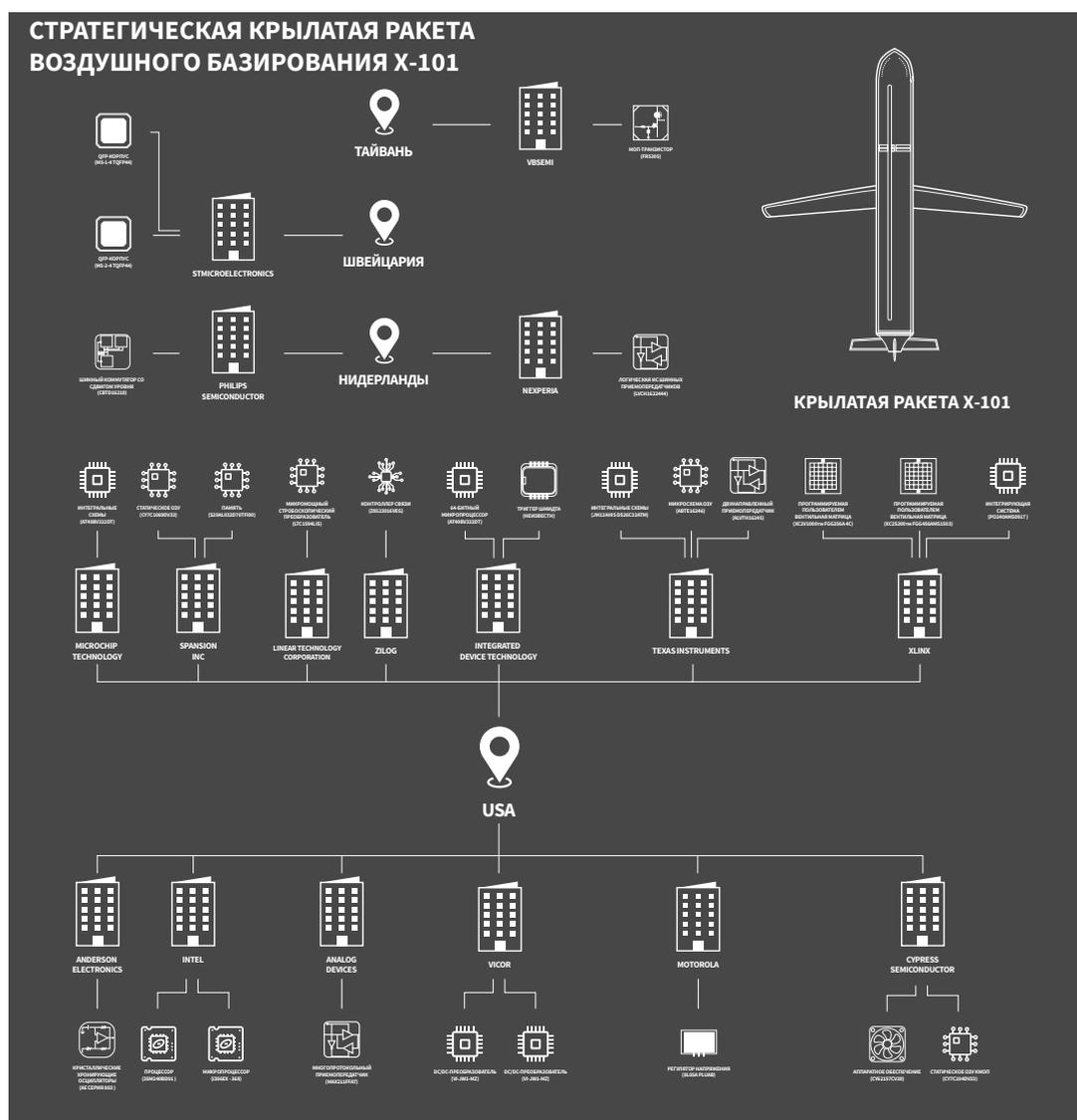
164 Там же

165 Там же

166 Там же

167 Там же

Рис. 20: Западные компоненты в ракете X-101



Источник: RUSI.

В найденной неразрушенной ракете X-101 обнаружено не менее шести подсистем, таких как системы спутниковой навигации и блок приемника, модуль обработки и вычислительный блок. Во всех подсистемах много западной микроэлектроники. Например, в модуле процессора БТ33-202 имеется не менее дюжины микроэлектронных компонентов и среди них – модули статической оперативной памяти, ППВМ, шинные передатчики и трансиверы RS-232

производства разных компаний США и Нидерландов. Среди них следует отметить счетверенные дифференциальные линейные приемники КМОП от Texas Instruments, способные осуществлять сбалансированную и несбалансированную передачу цифровых данных, сохраняя характеристики низкого энергопотребления. Согласно Texas Instruments компонент изготовлен в соответствии с американским стандартом Mil-Std-883C. Тем не менее его отнесли к классу EAR99.¹⁶⁸

168 Texas Instruments. 'DS26C32ATM/NOPB - CMOS Quad Differential Line Receivers' [DS26C32ATM/NOPB - счетверенные дифференциальные линейные приемники КМОП]. <<https://www.ti.com/product/DS26C32AT/part-details/DS26C32ATM/NOPB>> (дата обращения: 21 июля 2022 г.)



Открытый контур: потоки комплектующих в Россию

Российские данные о торговых операциях на уровне отгрузок и импортные декларации за период 2017 - 2021 гг. дают определенное представление о том, каким образом контролируемые изделия попадали в страну, несмотря на годами усиливающиеся санкции и экспортный контроль, рассчитанные на то, чтобы перекрыть доступ российских военных к критически важным комплектующим.¹⁶⁹

Используя эти данные и инструмент под названием Altana Atlas, исследовательская группа осуществила поиск в миллиардах записей гармонизированного учета торговых операций, чтобы выявить случаи российского импорта полупроводниковых изделий и информацию, связанную с полупроводниками, которые могли затем оказаться в вооружениях, используемых Россией в Украине.¹⁷⁰

Затем в этой базе данных искали организации, которые могли выступать в роли проводников для передачи комплектующих в военно-промышленный комплекс РФ. В результате идентифицированы десятки импортеров и других компаний, тесно связанных с оборонной промышленностью страны.

ГЛОБАЛЬНАЯ ЦЕПОЧКА ПОСТАВОК: РОССИЙСКИЙ ИМПОРТ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Россия является крупным импортером полупроводников и микроэлектроники, используемых в коммерческих, промышленных и военных системах. Чтобы лучше изучить эти товаропотоки, исследовательская группа искала в базе данных все случаи за период 2017-2022 гг., когда российские компании ввозили товары с товарными кодами, соответствующими микроэлектронным изделиям или товарам, связанным с микроэлектроникой.¹⁷¹

¹⁶⁹ Торговые данные предоставили Altana Trade Atlas (<https://altana.ai/atlas/>) и сторонние коммерческие поставщики информации.

¹⁷⁰ Altana Trade Atlas. <<https://altana.ai/atlas/>>.

¹⁷¹ Товарные коды или коды гармонизированной системы представляют собой стандартную номенклатуру категорий товаров во внешней торговле. Товарными кодами обозначаются товарные категории, а не конкретные изделия. До шести знаков в коде являются стандартными для международной торговли, а дополнительные знаки страны могут использовать в целях собственного учета. Для нашей выборки мы использовали коды 854239 (схемы электронные интегральные; их элементы), 854129 (незакрепленные ИС, кристаллы и полупроводниковые пластины), 854110 (диоды, кроме светочувствительных и светоизлучающих диодов), 854231 (процессоры и контроллеры, в сочетании или не в сочетании с памятью, преобразователями, логическими цепями, усилителями, хранимыми схемами и синхронизаторами, прочими схемами) и 381800 (химические элементы, допированные для использования в электронике, в виде дисков, пластин или аналогичных форм).

Бирн, Сомервилл, Бирн, Уотлинг, Рейнолдс и Бэйкер

Поисковый запрос выдал почти миллион случаев связанного с полупроводниками импорта в Россию за указанный период времени.¹⁷² 5 597 разных организаций значились импортерами. Среди них были как крупные диверсифицированные оптовики, так и специализированные производители электроники, как местные филиалы западных транснациональных компаний, которые просто ведут внутрикorporативную торговлю, так и фирмы, специализирующиеся на работе с ВПК России. Altana Atlas позволил

выявить транзакции с самыми разными товарами – от полупроводниковых изделий для простых настольных компьютеров, до специализированных компонентов именно тех типов, которые были обнаружены на полях сражений в Украине.¹⁷³

Неудивительно, что на первых местах по количеству транзакций оказались импортеры-оптовики, закупающие широкий ассортимент электронных компонентов по всему миру.

Рис. 21: Ведущие российские импортеры

ИМПОРТЕР	КОЛИЧЕСТВО ТРАНЗАКЦИЙ, СВЯЗАННЫХ С ПОЛУПРОВОДНИКАМИ	
ООО БЕЛИВ	100,313	ГЕРМАНИЯ – 8,544 МАЛАЙЗИЯ – 7,403 КИТАЙ – 7,213 ФИЛИППИНЫ – 4,037 США – 3,880
КОМПОНЕНТ	34,252	США – 12,884 МАЛАЙЗИЯ – 3,088 КИТАЙ – 2,732 САР ГОНКОНГ – 1,943 ТАИЛАНД – 1,850
БАЛТЭЛЕКТРОН	32,377	США – 9,025 ВЕЛИКОБРИТАНИЯ – 5,357 САР ГОНКОНГ – 3,931 КИТАЙ – 2,635 МАЛАЙЗИЯ – 2,449
ВЕСТ-ОСТ	29,115	ГЕРМАНИЯ – 6,018 САР ГОНКОНГ – 4,830 КИТАЙ – 4,763 МАЛАЙЗИЯ – 2,085 ТАЙВАНЬ – 1,389
СПЕЦВОЛЬТАЖ	28,843	КИТАЙ – 6,576 ФИНЛЯНДИЯ – 5,637 США – 3,449 МАЛАЙЗИЯ – 2,654 ТАЙВАНЬ – 2,241

Источники: Altana Atlas; RUSI.

¹⁷² Altana Trade Atlas.

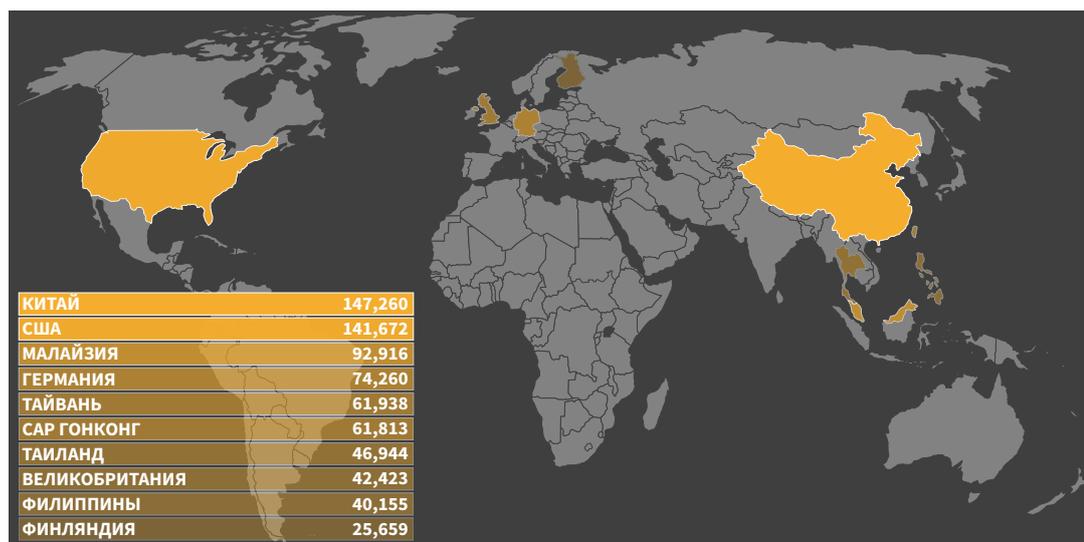
¹⁷³ Там же

Спасительный кремний: западная электроника в сердце военной машины России

Электронные изделия приобретались во множестве разных стран и юрисдикций. В первой десятке стоят известные экспортеры полупроводниковой продукции – Китай, США, Германия, Тайвань, Гонконг, Великобритания. Значительный объем торговых операций приходился и на такие страны, как

Малайзия и Таиланд, где расположены производственные мощности ряда крупных транснациональных производителей полупроводников, а также объекты, на которых собранные интегральные схемы тестируют перед тем, как отгружать их заказчикам и дистрибьюторам.¹⁷⁴

Рис. 22: Десять крупнейших экспортеров полупроводников и микроэлектроники в Россию



Источники: Altana Atlas; RUSI.

При ближайшем рассмотрении оказывается, что некоторые транзакции, особенно когда товар отправляется из стран, в которых нет собственной мощной отрасли производства полупроводников и электроники, вряд ли являются поставками продукции производителями. Объяснений такого рода операциям может быть два: возврат товара или перевалка.

Возврат продукции часто можно определить по контрагентам. Например, за

исследованный период Altana Atlas фиксирует несколько отправок товара, связанного с полупроводниками, из Алжира в Россию. В детальной информации о транзакциях указано, что это партии не светоизлучающих диодов и интегральных схем, которые минобороны Алжира отправило в ПАО «Компания «Сухой» и в ПАО «Компания «Иркут» – двум хорошо известным российским оборонным подрядчикам.¹⁷⁵

Поскольку алжирская армия использует

174 Там же

175 «Сухой» – известная военная марка. Недавно компания вошла в состав Объединенной авиастроительной корпорации, которая 24 февраля 2022 г. попала под санкции Великобритании. См. Foreign, Commonwealth and Development Office [Министерство иностранных дел, дел Содружества и международного развития Великобритании]. 'Foreign Secretary Imposes UK's Most Punishing Sanctions to Inflict Maximum and Lasting Pain on Russia' [Министр иностранных дел вводит самые жесткие санкции, чтобы причинить максимальную и длительную боль России]. Пресс-релиз. 24 февраля 2022 г. <<https://www.gov.uk/government/news/foreign-secretary-imposes-uks-most-punishing-sanctions-to-inflict-maximum-and-lasting-pain-on-russia>> (дата обращения: 21 июля 2022 г.) Многие дочерние предприятия и аффилированные компании Корпорации «Иркут» значатся в санкционных списках Минфина США. См. US Department of the Treasury [Министерство финансов США]. 'Russia-Related Designations and Designations Updates; Issuance of Russia-Related General Licenses and Related Frequently Asked Questions' [Санкции, касающиеся России, и актуальная информация о санкциях; Выдача генеральных лицензий, касающихся России и связанные с этим часто задаваемые вопросы]. Пресс-релиз. 28 июня 2022 г. <<https://home.treasury.gov/policy-issues/financial-sanctions/recent-actions/20220628>> (дата обращения: 21 июля 2022 г.)

оборонные системы производства этих двух корпораций,¹⁷⁶ скорее всего это не отправка готовой микроэлектроники, изготовленной министерством обороны Алжира, а возврат неисправных, лишних или по иным причинам ненужных комплектующих. Такие же закономерности наблюдались в отношении других компаний в странах без собственной сильной электронной промышленности, которые, тем не менее, отправляли партии продукции в Россию.

Более важным и сложным случаем является перевалка товаров через третьи страны. Дистрибьюторы и оптовые продавцы микроэлектроники часто работают в посреднических юрисдикциях вроде Гонконга, и это значит, что комплектующие, предназначенные для России, порой совершенно законно поставляются через торговые организации, зарегистрированные за пределами России. Однако агенты по закупкам могут также использовать третьи страны для того, чтобы переправлять деликатные и контролируемые грузы, не выдавая реального экспортера или конечного пользователя.¹⁷⁷ Теневые закупочные сети РФ и те, кто действует от их лица, нередко организуют свою деятельность там, где существуют крупные центры торговли микроэлектроникой, но контроль слабый. Например, не далее как 28 июня 2022 г. OFAC ввело санкции в отношении трех физических

лиц и гонконгской компании EMC Sud Limited, которые, как сказано, являлись частью тайной закупочной сети, связанной с ФСБ. Один из этих людей – бывший агент ФСБ Александр Королев, якобы тайно закупал электронику в США, Японии и Европе для оборонной промышленности России.¹⁷⁸

Выявлять закономерности, связанные с перевалкой товаров, сложно. Для этого нужно иметь многоуровневую картину того, как товар движется из страны происхождения через транзитную страну в страну назначения. Хотя различить такие операции нелегко, инструменты вроде Altana Atlas помогают пролить свет на многоэтапные цепочки создания стоимости и выявить потенциальные случаи перевалки.

Например, 9 июня 2021 г. SP Semiconductors Private Limited – производитель полупроводников в г. Нью-Дели, Индия, отправила интегральные схемы марки Infineon на адрес компании King-Pai Technology (HK) Co Ltd (金派科技(香港)有限公司). В тот же месяц компания King-Pai Technology несколько раз отправляла аналогично охарактеризованные товары нескольким российским компаниям, активно работающим в военно-промышленной сфере, включая «Трейд-Компонент»¹⁷⁹ и «Радиант-электронные компоненты», которые попали под санкции Минфина США в 2021

176 *Times Aerospace*. 'Algeria to Get 14 SU-57 Fighters from Russia' [Алжир получит от России 14 истребителей СУ-57]. <<https://www.timesaerospace.aero/news/defence/algeria-to-get-14-su-57-fighters-from-russia>> (дата обращения: 10 июля 2022 г.)

177 Daniel Salisbury [Дэниэл Солсбери]. 'Exploring the Use of "Third Countries" in Proliferation Networks: The Case of Malaysia' [Исследование применения «третьих стран» в сетях распространения вооружений: пример Малайзии]. *European Journal of International Security* [Европейский журнал международной безопасности] (том 4, № 1, февраль 2019 г.)

178 US Department of the Treasury [Министерство финансов США]. 'U.S. Treasury Sanctions Nearly 100 Targets in Putin's War Machine, Prohibits Russian Gold Imports' [Минфин США ввел санкции против почти 100 участников военной машины Путина, запретил импорт российского золота]. Пресс-релиз. 28 июня 2022 г. <<https://home.treasury.gov/news/press-releases/jy0838>> (дата обращения: 22 июля 2022 г.)

179 Altana Trade Atlas. <<https://altana.ai/atlas/>>.

Спасительный кремний: западная электроника в сердце военной машины России

г., и¹⁸⁰ «Радиоавтоматику», в отношении которой санкции были введены в 2022 г.¹⁸¹ История поставок этими компаниями микроэлектроники для российских военных хорошо задокументирована.¹⁸² В конце июня 2022 г. King-Pai Technology была внесена в Список организаций BIS за оказание поддержки военной и оборонной промышленности РФ.¹⁸³ В материалах гонконгского учета юридических лиц единоличным директором и акционером этой компании значится китайский гражданин Яо Дзиньбяо (姚金标).

В архивированной версии веб-сайта компании сказано, что у нее есть иностранные представительства в г. Москва, Россия, и в г. Хошимин, Вьетнам.¹⁸⁴ Яо Дзиньбяо, судя по всему, непосредственно руководит еще одной гонконгской компанией с «Kingpai» в названии – Kingpai Technology International Co Ltd (金派科技國際有限公司). А компанией со схожим названием Kingpai Technology Group Co Ltd (金派科技集團有限公司) руководит человек с той же фамилией, что и у Яо.¹⁸⁵

180 Bureau of Industry and Security of the US Department of Commerce [Бюро промышленности и безопасности Министерства торговли США]. 'Addition of Certain Entities to the Entity List; Revision of Existing Entry on the Entity List; Removal of Entity From the Unverified List; and Addition of Entity to the Military End-User (MEU) List' [Включение некоторых организаций в Список организаций; пересмотр существующей записи в Списке организаций; исключение организации из Списка непроверенных; включение организации в Список военных конечных пользователей (MEU)]. 12 июля 2021 г., <<https://www.federalregister.gov/documents/2021/07/12/2021-14656/addition-of-certain-entities-to-the-entity-list-revision-of-existing-entry-on-the-entity-list>> (дата обращения: 22 июля 2022 г.)

181 US Department of the Treasury [Министерство финансов США]. 'Russia-Related Designations; Issuance of Russia-Related General License' [Санкции, касающиеся России; Выдача генеральной лицензии, касающейся России]. Пресс-релиз. 3 марта 2022 г. <<https://home.treasury.gov/policy-issues/financial-sanctions/recent-actions/20220303>> (дата обращения: 22 июля 2022 г.)

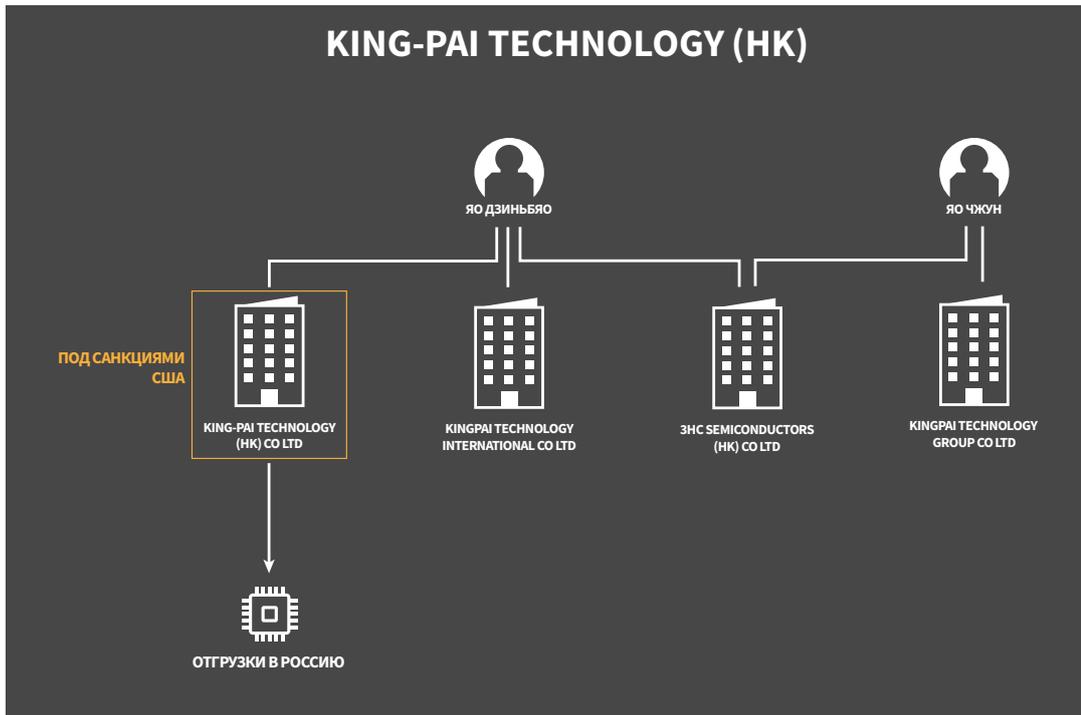
182 Alexandra Alper [Александра Алпер]. 'U.S. Accuses Five Firms in China of Supporting Russia's Military' [США обвиняет пять фирм в Китае в оказании поддержки российской армии]. *Reuters*. 29 июня 2022 г.

183 Bureau of Industry and Security of the US Department of Commerce [Бюро промышленности и безопасности Министерства торговли США]. 'Supplement No. 4 to Part 744 – ENTITY LIST' [Дополнение № 4 к Части 744 – СПИСОК ОРГАНИЗАЦИЙ]. 28 июня 2022 г. <<https://www.bis.doc.gov/index.php/documents/regulations-docs/2326-supplement-no-4-to-part-744-entity-list-4/file>> (дата обращения: 22 июля 2022 г.)

184 King-Pai Technology (HK). 'Contact Us' [Обращайтесь к нам]. <<https://www.king-pai.com/contact.asp>> (дата обращения: 22 июля 2022 г.)

185 Реестр компаний Гонконга, доступен по адресу <www.icris.cr.gov.hk>.

Рис. 23: Компании сети King-Pai



Источники: Бюро промышленности и безопасности США; реестр компаний Гонконга; Qichacha; Altana Atlas; RUSI.

В результате поиска директоров по имени Яо Дзиньбяо обнаружилось, что этот человек руководит целой сетью компаний, продающих микроэлектронику. Ядром сети является ЗНС Semiconductors Co Ltd (深圳市三合成科技有限公司) в г. Шеньджэн.¹⁸⁶ Согласно Altana Atlas, история экспортных операций компании ЗНС Semiconductors в целом зеркально отражает историю компании King-Pai Technology, а в данных учета торговых операций фигурируют несколько отправок микроэлектроники и связанных с ней товаров в адрес таких подсанкционных организаций, как «Радиоавтоматика» и «Трейд-Компонент».¹⁸⁷

В ПРИЦЕЛЕ – ПОЛЕ БОЯ

Можно также более внимательно изучить отправки именно тех товаров и компонентов, которые были найдены в российских военных системах в местах боевых действий.

С помощью Altana Atlas исследовательская группа провела поиск всех случаев отправки

грузов в Россию, в которых серийные номера конкретных полупроводниковых изделий совпадают с 204 номерами изделий, найденных в разобранных системах вооружений. В результате получена информация о 2 744 совпадающих отгрузках в адрес 286 разных получателей в России.¹⁸⁸

Многие полупроводники имеют несколько областей применения, т.е. даже точно такое же изделие, какое было найдено в российском оружии, могло предназначаться для гражданской сферы. Несколько выявленных случаев скорее всего связаны с мирным использованием полупроводниковых изделий того же типа, что используется в российских вооружениях. Также Altana Atlas выдал несколько примеров внутрикорпоративной торговли, с помощью которой западные компании отправляют полупроводниковые изделия в свои российские дочерние компании. Вероятность преднамеренного перенаправления продукции на военные цели

186 Qichacha, 'Знс Semiconductors Co.,limited'. <<https://www.qcc.com/firm/535b9127d06edbbbba894ca64b6ae41b6.html>> (дата обращения: 22 июля 2022 г.)

187 Altana Trade Atlas. <<https://altana.ai/atlas/>>.

188 Там же

в таких случаях мала.¹⁸⁹

Однако, есть и более рискованные импортеры. Например, ЗАО «Радиотехкомплект» (РТКТ), давно осуществляющее поставки для военных, фигурирует в этой базе данных как получатель именно тех видов полупроводниковых изделий, которые найдены в российских вооружениях, включая продукцию компаний TE Connectivity, Microchip Technology, Linear Technology (дочерней компании Analog Devices) и многих других.¹⁹⁰ РТКТ образован в 1997 г. и поставляет электронные компоненты ряду российских предприятий, НИИ и конструкторских бюро.¹⁹¹ В архивированной версии веб-страницы РТКТ отмечено, что компания с 2000 г. сертифицирована на осуществление поставок определенных видов электронных комплектующих для армии,¹⁹² и заявляется, что по крайней мере до 2020 г. ее клиентом являлся находящийся под санкциями США¹⁹³ российский производитель вертолетов «Кумертауское авиационное производственное предприятие» (или АО «КумАПП»).¹⁹⁴ На этой странице также указан ряд западных технологических компаний, продукцию которых поставляет РТКТ. В их числе Texas Instruments, Cypress Semiconductor, Gollodge и другие¹⁹⁵ производители комплектующих, которые часто встречаются в российских военных системах.

Еще несколько компаний, которые тоже

значатся получателями компонентов, аналогичных найденным в зонах боевых действий в Украине, уже находятся под западными санкциями. Среди них «Рособоронэкспорт» и «Уралвагонзавод».¹⁹⁶

ПРОСЛЕЖИВАНИЕ ПОДСАНКЦИОННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Не ограничиваясь доказанными случаями использования полупроводниковых изделий в боевых действиях, мы можем проследить связь их поставок с организациями, которые официально находятся под санкциями США и их союзников за участие в передаче технологий в интересах российских военных. Многие из этих санкций введены недавно и, следовательно, прошлые транзакции в базе данных Altana Atlas могли не являться незаконными в момент их совершения. Однако, даже если транзакции были законными, торговая деятельность этих компаний может пролить свет на характер их закупочных сетей.

Вернемся к изначальной выборке из 5 597 компаний, импортирующих микроэлектронику в Россию. Исследовательская группа нашла в ней сведения о более чем 40 компаниях, которые или прямо указаны в списках американских и международных санкций и экспортного контроля, или на 50% принадлежат подсанкционным организациям (и в силу

189 Там же

190 Там же

191 Radiotekhhomplekt [«Радиотехкомплект»]. 'Homepage' [Главная страница]. <<http://web.archive.org/web/20161219070553/https://www.rtk.ru/eng/>> (дата обращения: 22 июля 2022 г.)

192 US Department of the Treasury [Министерство финансов США]. 'U.S. Treasury Sanctions Russia's Defense-Industrial Base, the Russian Duma and Its Members, and Sberbank CEO' [Минфин США ввел санкции против оборонной промышленности России, российской Думы и ее депутатов, а также главы «Сбербанка»]. Пресс-релиз. 24 марта 2022 г. <<https://home.treasury.gov/news/press-releases/jy0677>> (дата обращения: 22 июля 2022 г.)

193 Radiotekhhomplekt [«Радиотехкомплект»]. 'About' [О компании].

194 Там же

195 Radiotekhhomplekt [«Радиотехкомплект»]. 'Manufacturers' [Производители]. <<https://www.rtk.ru/eng/manufacturers/>> (дата обращения: 22 июля 2022 г.)

196 US Department of the Treasury [Министерство финансов США]. 'Ukraine-/Russia-Related Designations and Identification Update; Syria Designations; Kingpin Act Designations; Issuance of Ukraine-/Russia-Related General Licenses 12 and 13; Publication of New FAQs and Updated FAQ' [Санкции, касающиеся Украины-/России, и актуальная информация об идентификации; санкции в отношении Сирии; Выдача генеральных лицензий, касающихся Украины-/России, 12 и 13; Публикация новых часто задаваемых вопросов и обновленные часто задаваемые вопросы]. Пресс-релиз. 6 апреля 2018 г. <<https://home.treasury.gov/policy-issues/financial-sanctions/recent-actions/20180406>> (дата обращения: 22 июля 2022 г.)

закона тоже являются объектом санкций).¹⁹⁷

Среди этих 40 компаний, получавших связанную с полупроводниками импортную продукцию, есть те, на которых санкции были наложены именно в связи с закупкой ими электроники для российской армии. Это НПО «Электронные системы», «Радиоавтоматика», ПАО «Оплот» и многие другие. Согласно Altana Atlas транзакции с компаниями, находящимися под санкциями непосредственно или в силу закона, продолжались не далее как в сентябре 2021 г., что может говорить о потенциальном нарушении режима санкций или сбоях в проверке контрагентов.¹⁹⁸

Если детально рассмотреть историю импортных операций конкретной компании, можно начать понимать, как она вероятно действовала в качестве канала проникновения этих товаров в российские военные системы. Например, в Altana Atlas обнаруживается более 2500 торговых транзакций между ПАО «Микрон» и 148 разными отправителями из 33 стран и юрисдикций, включая США, Великобританию, Германию, Нидерланды и Тайвань. Как отмечается выше, «Микрон» являлся одним из ключевых производителей интегральных схем в СССР и до сих пор рекламирует себя как ведущего производителя и экспортера микроэлектроники в России.¹⁹⁹ Сообщается,

что в 2016 г. компании поручили производство электронных компонентов для российских космических ракет-носителей.²⁰⁰ «Микрон» оказался под санкциями Минфина США в связи с российским вторжением в Украину.²⁰¹

Почти все из 2500 транзакций являлись поставками производственного оборудования или компонентов, связанных с полупроводниками. В их числе договор между ПАО «Микрон» и ирландской фирмой о поставке деталей лазеров, используемых в лазерной литографической системе Twinscan XT:1060k производства ASML, которая предназначена для изготовления интегральных схем.²⁰² В отношении еще одной транзакции с компанией в Великобритании указано «Кремний, допированный, очищенный, монокристалл, в форме пластин, полированный, для использования в микроэлектронике».²⁰³ Хотя такие транзакции не обязательно являлись нарушением санкций во время их совершения, они говорят о возможности утечки этих технологий в ВПК России и использования их в военных действиях в Украине.

ГОНКОНГСКИЕ ЛАВКИ ЧИПОВ

В июне 2022 г. BIS внесло в список организаций несколько не российских компаний за поддержку, которую те оказывают военной и оборонной промышленности РФ,²⁰⁴ тем самым

197 US Department of the Treasury [Министерство финансов США]. 'Specially Designated Nationals and Blocked Persons List (SDN) Human Readable Lists' [Человекочитаемые списки специально выделенных граждан и заблокированных лиц (SDN)]. 28 июня 2022 г. <<https://home.treasury.gov/policy-issues/financial-sanctions/specially-designated-nationals-and-blocked-persons-list-sdn-human-readable-lists>> (дата обращения: 22 июля 2022 г.)

198 Altana Trade Atlas. <<https://altana.ai/atlas/>>.

199 Международный объединенный биографический центр. Национальное достояние, ОАО «НИИМЭ и Микрон». <<http://www.biograph.ru/index.php/nationdestiny/5269-mikron>> (дата обращения: 25 июля 2022 г.); Mikron [«Микрон»]. 'Mikron History' [История «Микрона»]. <<https://en.mikron.ru/company/history/>> (дата обращения: 30 июня 2022 г.); Mikron [«Микрон»]. <<https://en.mikron.ru/>> (дата обращения: 30 июня 2022 г.)

200 *Инфоportal Зеленограда*. «Микрон» займется производством элементов новейшей системы управления для ракет-носителей. 7 декабря 2016 г. <<https://www.netall.ru/society/news/983044.html>> (дата обращения: 25 июля 2022 г.)

201 US Department of the Treasury [Министерство финансов США]. 'Treasury Targets Sanctions Evasion Networks and Russian Technology Companies Enabling Putin's War' [Министерство финансов нацеливается на сети обхода санкций и на российские технологические компании, обеспечивающие путинскую войну]. 31 марта 2022 г. <<https://home.treasury.gov/news/press-releases/jy0692>> (дата обращения: 27 июля 2022 г.)

202 Altana Trade Atlas. <<https://altana.ai/atlas/>>.

203 Там же

204 Bureau of Industry and Security of the US Department of Commerce [Бюро промышленности и безопасности]

Спасительный кремний: западная электроника в сердце военной машины России

фактически лишив их возможности импортировать и ре-импортировать из США даже продукцию класса EAR99.

В числе этих компаний гонконгская Sinno Electronics Co Ltd (信諾電子科技有限公司; АКА Xinnuo Electronic Technology), которая ведет свою деятельность по нескольким адресам в Гонконге²⁰⁵ и в г. Шеньджен в континентальном Китае.²⁰⁶ Руководителями и собственниками компании являются три гражданина КНР: Пен Минбо (彭敏波, она же Бетти Пен), Лин Цин (林青, она же Беки Лин) и Хонг Цзюньсюй (洪俊旭, он же Библи Хонг, он же 阿旭).²⁰⁷

Компания Sinno Electronics широко представлена в сети своими витринами для продаж²⁰⁸ и англоязычным веб-сайтом,²⁰⁹ на котором рекламируются изделия Analog Devices, Texas Instruments и многих других производителей.²¹⁰ Похоже, что по крайней мере с 2013 года компания посещала выставку ExpoElectronica в Москве²¹¹ и в последний раз присутствовала на ней в 2021 г.²¹² Во время пандемии коронавируса компания даже спонсировала в 2020 г. вебинар о «российско-китайском сотрудничестве в области высоких технологий».²¹³

Министерства торговли США. 'Addition of Entities, Revision and Correction of Entries, and Removal of Entities from the Entity List' [Включение организаций; пересмотр и исправление записей; исключение организаций из Списка организаций]. 30 июня 2022 г. <<https://www.bis.doc.gov/index.php/documents/federal-register-notices-1/3043-public-display-version-of-entity-list-rule-on-public-display-and-effective-6-28-22-scheduled/file>> (дата обращения: 22 июля 2022 г.)

205 Sinno Electronics. 'Contact Us' [Обращайтесь к нам]. <<http://www.sinnoelec.com/contact.aspx>> (дата обращения: 22 июля 2022 г.)

206 Bureau of Industry and Security of the US Department of Commerce Бюро промышленности и безопасности Министерства торговли США. 'Federal Register / Vol. 87, No. 125' [Федеральный реестр / т. 87, № 125]. 30 июня 2022 г. <<https://www.bis.doc.gov/index.php/documents/regulations-docs/federal-register-notices/federal-register-2022/3053-87-fr-38920-entity-list-rule-effective-6-28-22-published-6-30-22/file>> (дата обращения: 22 июля 2022 г.)

207 Реестр компаний Гонконга. <www.icris.cr.gov.hk>.

208 Hong Kong Inventory. 'Sinno Electronics Co., Limited'. <http://hksinno.hkinventory.com/Shop/Page_CompanyProfile.aspx> (дата обращения: 22 июля 2022 г.)

209 Sinno Electronics. 'Homepage' [Главная страница]. <<http://www.sinnoelec.com/index.aspx>> (дата обращения: 22 июля 2022 г.)

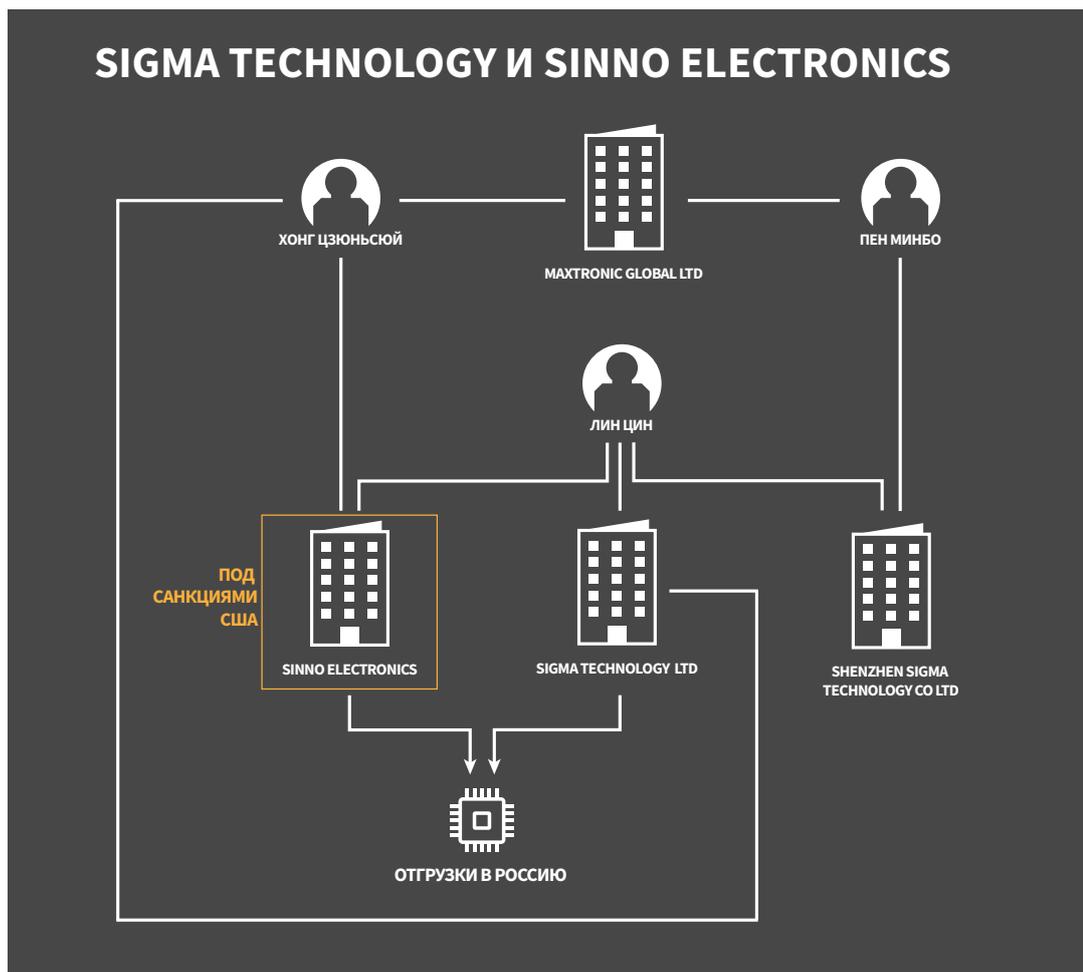
210 Sinno Electronics. 'Product' [Продукция]. <<http://www.sinnoelec.com/product.aspx>> (дата обращения: 22 июля 2022 г.)

211 Hong Kong Inventory. 'Expo Electronica Apr 10-12, 2013 Moscow' [выставка Expo Electronica, 10-12 апреля 2013 г., г. Москва]. <<https://www.hkinventory.com/public/UpcomingEventDetail.asp?id=173>> (дата обращения: 22 июля 2022 г.)

212 ExpoElectronica. 'ExpoElectronica and ElectronTechExpo Will Bring Together Leading Manufacturers, Suppliers and Customers in Live Interaction' [ExpoElectronica и ЭлектронТехЭкспо соберут вместе ведущих производителей, поставщиков и потребителей в рамках живого общения]. Пресс-релиз. 6 апреля 2021 г. <<https://expoelectronica.ru/Articles/press-release-en-ee-2021>> (дата обращения: 22 июля 2022 г.)

213 ExpoElectronica. 'Russian-Chinese Cooperation' [Российско-китайское сотрудничество]. <<https://expoelectronica.ru/Page/russia-china-forum>> (дата обращения: 22 июля 2022 г.)

Рис. 24: Сеть Sinno и Sigma Network



Источники: Бюро промышленности и безопасности США; реестр компаний Гонконга; Qichacha; Altana Atlas; RUSI.

Онлайн-витрина Sinno Electronics демонстрирует текущий инвентарный список предлагаемой продукции.²¹⁴ Из 43 изделий, имеющихся в наличии, 20 подпадают под экспортный контроль со стороны Бюро промышленности и безопасности США. Стоит отметить, что многие из этих контролируемых изделий производят такие крупные изготовители микроэлектроники, как NXP, Texas Instruments и STMicroelectronics. А один из комплектующих производства STMicroelectronics – это микроконтроллер STM32F103VCT6,²¹⁵ т.е. та же модель, которая была извлечена из БПЛА «Орлан-10»,

используемого российской армией в Украине.

В данных о торговых операциях и импортных декларациях за 2017 - 2021 гг. видно, что в этот период компания Sinno Electronics экспортировала большие объемы полупроводниковых изделий и микроэлектроники разнообразным российским компаниям.²¹⁶ Одной из них было московское ООО «Трейд-Компонент», попавшее под американские санкции 12 июля 2021 г. за, как заявляется, «участие в закупках электронных компонентов американского происхождения вероятно

214 Hong Kong Inventory. 'Sinno Electronics Co., Limited'. <http://hksinno.hkinventory.com/Shop/Page_Inventory.asp> (дата обращения: 22 июля 2022 г.)

215 Там же

216 Торговые данные предоставлены сторонним коммерческим поставщиком.

Спасительный кремний: западная электроника в сердце военной машины России

в целях реализации российских военных программ».²¹⁷

Отгрузки компании Sinno Electronics по адресу ООО «Трейд-Компонент», судя по всему, прекратились в июне 2021 г., когда гонконгский продавец отправил в Москву электронные интегральные схемы марки Analog Devices на сумму 100 000 долларов.²¹⁸

Однако, согласно данным учета юридических лиц в Гонконге, у Беки Лин и Билли Хонга есть еще одна местная компания под названием Sigma Technology Limited (希舸電子技術有限公司)²¹⁹, которая отправляла большие партии микроэлектроники и связанных с ней товаров в Россию.²²⁰ Согласно торговой документации, поданной в период с апреля 2018 г. по июнь 2021 г., она отправила в Россию товаров на 3 миллиона долларов, что в семь раз больше, чем за тот же период отправила в Россию Sinno Electronics, принадлежащая тем же владельцам.²²¹

Sigma Technology была образована всего через два месяца после вторжения в Крым в 2014 г.²²² Судя по всему, она отгружала товар только небольшому кругу клиентов. Одним из них был упомянутый выше РТКТ, в период с февраля 2017 г. по декабрь 2021 г. получивший от Sigma Technology сотни партий микроэлектроники.²²³ Любопытно, что согласно данным о торговых операциях Sinno Electronics в 2017-2021 гг. не отправляла в Россию продукцию TMicroelectronics, а Sigma Technology в тот же период 35 раз отправила в адрес РТКТ изделия этого производителя.²²⁴

Нужно отметить, что Sigma Technology направляла микроэлектронику и другим военным поставщикам, таким как поставщик электронных компонентов АО «Радиоприборснаб»,²²⁵ которое входит в состав подсанкционного (и в конечном итоге принадлежащего «Ростеху») Концерна «Радио-электронные технологии» (или КРЭТ).

217 Bureau of Industry and Security of the US Department of Commerce [Бюро промышленности и безопасности Министерства торговли США]. 'Addition of Certain Entities to the Entity List; Revision of Existing Entry on the Entity List; Removal of Entity From the Unverified List; and Addition of Entity to the Military End-User (MEU) List' [Включение некоторых организаций в Список организаций; пересмотр существующей записи в Списке организаций; исключение организации из Списка непроверенных; включение организации в Список военных конечных пользователей (MEU)]. 12 июля 2021 г. <<https://www.federalregister.gov/documents/2021/07/12/2021-14656/addition-of-certain-entities-to-the-entity-list-revision-of-existing-entry-on-the-entity-list>> (дата обращения: 10 июля 2022 г.)

218 Торговые данные предоставлены сторонним коммерческим поставщиком.

219 Реестр компаний Гонконга. <www.icris.cr.gov.hk>.

220 Данные от торговых операциях предоставлены сторонним коммерческим поставщиком.

221 Там же

222 Реестр компаний Гонконга. <www.icris.cr.gov.hk>.

223 Данные от торговых операциях предоставлены сторонним коммерческим поставщиком.

224 Там же

225 Altana Trade Atlas. <<https://altana.ai/atlas/>>.



Выводы

После российского вторжения в Украину и введения международных санкций администрация Президента РФ создала специальный комитет для изучения вопроса о том, как оборонная промышленность сможет продолжать производство критических военных систем. Нескольким лабораториям Российской Академии наук и крупным государственным военным предприятиям было поручено определить, смогут ли они производить компоненты в России, смогут ли заместить попавшие под санкции компоненты альтернативными изделиями, произведенными в странах, поставки из которых остаются доступными, и будет ли необходимо обходить санкции. Результаты проведенных исследований не внушали оптимизма. Для того, чтобы использовать иностранные изделия в российских вооружениях, производитель должен обосновать в Минобороны РФ необходимость использования конкретного компонента. Производитель должен объяснить, почему данный компонент нельзя экономически приемлемым образом производить в России, почему его нельзя заместить альтернативным компонентом из дружественной страны, и почему применение этого компонента не поставит под угрозу защищенность устройства. Конкретную архитектуру военных систем связи также нужно согласовывать с ФСБ, отвечающей за криптографическую защиту в РФ. Короче говоря, подавляющее большинство иностранных комплектующих, найденных в российских системах вооружений и описанных в данном отчете, являются критически важными для функционирования этих систем.

В прошлом российские спецслужбы добивались существенного успеха в поддержании поставок западной микроэлектроники. Они приобрели большой объем комплектующих во времена Холодной войны и значительно расширили закупки после ее окончания и снятия санкций. Во многих случаях именно для того, чтобы защитить производство от возможных санкций, российские военные закупали комплектующие для критических систем чуть ли не на десять лет вперед. Но очевидно, что им не удалось это сделать в отношении всех компонентов, указанных в данном отчете. Ввиду того, что Россия накопила целый арсенал современных вооружений представляющих серьезную угрозу для международной безопасности, и продемонстрировала в Украине готовность воспользоваться этим оружием в целях ведения агрессивной войны, включая удары по мирному населению, жизненно важно, чтобы в будущем санкции были эффективными и строго исполнялись, не давая России восстановить свой военный потенциал.

Большая часть российских закупок западной микроэлектроники в военных целях подразумевала использование поддельных сертификатов конечного пользователя, подставных компаний и перевалки груза. Картирование и ликвидация этих теневых сетей поставок является первым шагом в наложении ограничений на оборонную промышленность РФ. Однако, чтобы предотвратить передачу компонентов России, нужна постоянная бдительность, так как Россия реструктурирует архитектуру

закупок, злоупотребляет Венской конвенцией, перемещая комплектующие, приобретаемые на ложных основаниях, и стремится коррумпировать регуляторные органы или внедриться в них. В свете масштабного использования перевалки и перепродажи электронных компонентов становится ясно, что ограничение возможностей оборонной промышленности РФ потребует значительного международного сотрудничества.

Важно также учитывать непреднамеренные последствия перекрытия доступа к критическим компонентам, используемым в сложных российских вооружениях. Многие государства зависят от поставок российского оружия. Оно необходимо для обеспечения безопасности этих стран. Для таких стран, как Индия, где 45% оборонного импорта поступает из РФ,²²⁶ потеря доступа к российской технике является угрозой национальной безопасности. Она может побудить страны, находящиеся в аналогичном положении, способствовать обходу санкций. С другой стороны, поскольку мало в каких из этих стран есть сильная микроэлектронная промышленность, ограничения могут послужить катализатором для смены поставщиков. Тем самым открываются возможности для западного альянса – если он сможет предложить этим странам конструктивную альтернативу и избежать эксплуатации в подходе к продажам оружия. Отношения с некоторыми сильными государствами могут испортиться, если их национальная безопасность пострадает из-за западных санкций, а конструктивных предложений не поступит.

Военная мощь России подпитывается «кремниевой артерией», берущей начало в США и проходящей через Великобританию,

Нидерланды, Германию, Швейцарию и Францию в Тайвань, Южную Корею и Японию. Без этой подпитки российские военные будут вынуждены использовать все более устаревающие технологии и лишатся средств ведения высокоточных и эффективных действий на поле боя. В результате Россия может стать все более зависимой от Китая в области вооружений. Она также может перейти к более быстрой эскалации и применению тактического ядерного оружия в условиях военного конфликта, учитывая неблагоприятное соотношение конвенциональных средств ведения войны. Данный отчет ставит важный вопрос перед теми, кто формирует политику на Западе: нужно ли перерезать эту «кремниевую артерию», и готовы ли страны воспользоваться возможностями, которые откроются в этом случае?

АВТОРЫ

Джеймс Бирн является директором отдела информации и анализа открытых источников (OSIA) в RUSI.

Гари Сомервилл - научный сотрудник в OSIA, RUSI.

Джозеф Бирн - научный сотрудник в OSIA, RUSI.

Джек Уотлинг - старший научный сотрудник отдела наземных боевых действий в RUSI.

Ник Рейнолдс - старший аналитик отдела наземных боевых действий в RUSI.

Джейн Бэйкер - независимый консультант.

²²⁶ *Economic Times*. 'Russia's Share of Arms Import to India Fell from 69% in 2012-17 to 46% in 2017-21: [Доля России в индийском импорте вооружений снизилась с 69% в 2012-17 гг. до 46% в 2017-21 гг.] Отчет. 15 марта 2022 г. <<https://economictimes.indiatimes.com/news/defence/russias-share-of-arms-import-to-india-fell-from-69-in-2012-17-to-46-in-2017-21-report/articleshow/90218483.cms>>, (дата обращения: 10 июля 2022 г.)



18



31

