



DOI: 10.22363/2313-2329-2023-31-2-350-369

EDN: AZJWFB


УДК 339.545

Научная статья / Research article

## Оценка воздействия технологических санкций на импорт вычислительной техники

В.Н. Наумов , Е.В. Жиряева  

*Северо-Западный институт управления Российской академии народного хозяйства  
и государственной службы при Президенте РФ,  
Российская Федерация, 199178, Санкт-Петербург, Средний пр. Васильевского острова, д. 57/43*

 [Zhiryayeva-ev@ranepa.ru](mailto:Zhiryayeva-ev@ranepa.ru)

**Аннотация.** Цель исследования — оценить риски модернизации экономики, вызванные технологическими санкциями. Гипотеза: введенные санкции незначимо повлияли на реальные поставки в Россию компонентов вычислительной техники. Поскольку рассматриваемые санкции ужесточались с 2014 г., было принято допущение, что не произошло кардинальных изменений в структуре и объеме импортных поставок. Анализ системы экспортного контроля США показал, что имеется четыре причины контроля экспорта в Российскую Федерацию ряда компьютеров и их компонентов. Для экспорта в Российскую Федерацию и Беларусь все заявки на лицензии рассматриваются с презумпцией отказа. Политика эмбарго предусматривает ограничение экспорта в Россию товаров товарных позиций 8541 (полупроводниковые приборы), 8542 (схемы электронные интегральные). В адрес предприятий, которые считаются конечными военными пользователями, ограничен экспорт микросхем с высокой скоростью обработки. Под эмбарго попадают квантовые компьютеры, которые, как полагают, не производятся в России. Доминирующими субпозициями в структуре импорта являются 8542 31 (микропроцессоры) и 8542 39 (интегральные схемы прочие). Методами главных компонент и многомерного шкалирования построены кластеры стран-экспортеров. Установлено, что основными из них являются Китай, Тайвань, Вьетнам и Малайзия. Далее выполнялся анализ динамики импорта для проверки гипотезы. Использованы графические, количественные методы теории временных рядов, методы математической статистики и регрессионного анализа. Для стран без экспортного контроля прирост импорта в Россию за 15 лет как по процессорам (160 %), так и по интегральным микросхемам (224 %) был на порядок больше, чем для стран с экспортным контролем. Поскольку доля импорта из стран без экспортного контроля растет, значимость санк-

---

© Наумов В.Н., Жиряева Е.В., 2023



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

ций уменьшается, что подтверждает сформулированную гипотезу. В то же время правило «прямого иностранного продукта», позволяющее США контролировать экспорт из Тайваня, может отрицательно повлиять на эту динамику.

**Ключевые слова:** микропроцессоры, интегральные схемы, вычислительная техника, технологические санкции, экспортный контроль, экспорт


**Благодарности:** Статья написана в рамках инициативной НИР «Внешнеэкономическая политика страны в условиях санкций» № 122112800085–8 ЕГИСУ НИОКР.

**История статьи:** поступила в редакцию 12 февраля 2023 г.; проверена 28 февраля 2023 г.; принята к публикации 15 марта 2023 г.

**Для цитирования:** Наумов В.Н., Жиряева Е.В. Оценка воздействия технологических санкций на импорт вычислительной техники // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. 2023. Т. 31. № 2. С. 350–369. <https://doi.org/10.22363/2313-2329-2023-31-2-350-369>

## Assessing the impact of technological sanctions on computer equipment imports

Vladimir N. Naumov , Elena V. Zhiryeva  

*North-West Institute of Management, Russian Presidential Academy  
of National Economy and Public Administration,  
57/43 Sredny pr. Vasilyevsky Island, St. Petersburg, 199178, Russian Federation*  
 Zhiryeva-ev@ranepa.ru

**Abstract.** The purpose of the study is to assess the risks of economic modernization caused by technological sanctions. Hypothesis: the imposed sanctions had little effect on actual imports of computer hardware components to Russia. Since the sanctions under consideration have been tightened since 2014, it was assumed that there were no fundamental changes in the structure and volume of imports. Analysis of the US export control system showed that there are four reasons for controlling the export to the Russian Federation of a number of computers and their components. For export to the Russian Federation and Belarus all applications for licenses are considered with a presumption of denial. The embargo policy provides for the restriction of exports to Russia of goods of headings 8541 (semiconductor devices) and 8542 (electronic integrated circuits). Enterprises that are considered military end users are restricted from exporting to them chips with high processing speed. The embargo covers quantum computers that are believed not to be manufactured in Russia. The dominant subheadings in the import structure are 8542 31 (microprocessors) and 8542 39 (other integrated circuits). Clusters of exporting countries have been constructed using the methods of principal components and multidimensional scaling. It is established that the main ones are China, Taiwan, Vietnam and Malaysia. Next, an analysis of the dynamics of imports was performed to test the hypothesis. Graphical, quantitative methods of the theory of time series, methods of mathematical statistics and regression analysis are used. For countries without export controls the increase in imports to Russia over 15 years, both in terms of processors (160 %) and integrated circuits (224 %), was an order of magnitude greater than for countries with export controls. As the share of imports from countries without export controls increases,

the significance of sanctions decreases, which confirms the formulated hypothesis. At the same time, the “foreign direct product” rule, which allows the US to control exports from Taiwan, could negatively affect this dynamic.

**Keywords:** microprocessors, integrated circuits, computer technology, technological sanctions, export control, export

**Acknowledgements:** The article was written as part of the initiative research work “The country’s foreign economic policy under sanctions” No. 122112800085–8 EGISU R&D.

**Article history:** received February 22, 2023; revised February 28, 2023; accepted March 15, 2023.

**For citation:** Naumov, V.N., & Zhiryayeva, E.V. (2023). Assessing the impact of technological sanctions on computer equipment imports. *RUDN Journal of Economics*, 31(2), 350–369. (In Russ.). <https://doi.org/10.22363/2313-2329-2023-31-2-350-369>

## Введение

В эпоху четвертой промышленной революции одним из самых эффективных инструментов экономического принуждения в международных отношениях считаются санкции в сфере технологий, высокотехнологичных товаров и компонентов для их производства (Иванов, 2019). За день до 24 февраля 2022 г., когда Россия начала специальную военную операцию на территории Украины, сначала США, затем ЕС и Япония объявили о технологических санкциях. Технологические санкции, вводимые через систему экспортного контроля, лишают доступа к современному оборудованию не только военные, но и гражданские отрасли, не попадающие под прямые санкции (Акимов, 2016). Американские производители микросхем Intel, AMD и NVIDIA прекратили поставки в страну, при этом все пять самых мощных суперкомпьютеров России используют процессоры AMD (Matthews, 2022). Тайвань, ключевой игрок в мировых технологиях благодаря Taiwan Semiconductor Manufacturing Co (TSMC), также объявил, что «присоединяется к международным экономическим санкциям против России». Главные отечественные разработки в области микропроцессоров «Байкал» и «Эльбрус» производились на мощностях тайваньского завода корпорации TSMC. После введения новых санкций российской компании МЦСТ, разрабатывающей эти микропроцессоры, было отказано в производстве чипов на заводе TSMC<sup>1</sup>.

Меры экспортного контроля Соединенных Штатов, воздействие которых оценивается в данной статье, имеют по меньшей мере два аспекта: ограничения в целях политической безопасности и санкционный эффект на технологическое развитие целевых стран.

---

<sup>1</sup> Производство и отгрузка российских «Байкалов» и «Эльбрусов» полностью прекращены // Cnews. 2022. Февраль. URL: [https://www.cnews.ru/news/top/2022-02-27\\_rossijskie\\_bajkaly\\_i\\_elbrusy](https://www.cnews.ru/news/top/2022-02-27_rossijskie_bajkaly_i_elbrusy) (дата обращения: 01.02.2023).

Для регулирования торговли оборонной продукцией экспортный контроль в западных странах является одним из основных типов нормативного регулирования наряду с ограничениями прямых иностранных инвестиций (ПИИ) (Winge, 2023). Д. Менденхалл и Р. Терней (Mendenhall, Terney, 2019) представляют краткий обзор законов и процедур США, которые недавно были дополнены законом о модернизации системы контроля за рисками иностранных инвестиций, положенных в основу работы Комитета по иностранным инвестициям США, CFIUS. С. Данзман и С. Меуниер (Danzman, Meunier, 2022) описывают механизмы проверки ПИИ в странах ОЭСР в связи с возросшими проблемами национальной безопасности. Меры экспортного контроля направлены на выявление угроз от торговли, имеющей не коммерческое, а стратегическое значение, связанное с возможностью передачи технологий<sup>2</sup>. Такая политика представляет собой совокупность военных, политических и экономических факторов. Военная безопасность всегда считается доминирующей причиной (Niu, 2010). В рамках экспортного контроля выделяют три вида высокотехнологичной продукции: боеприпасы, товары двойного назначения и коммерческие товары. Торговля боеприпасами противоречит действующему в США «оружейному эмбарго» (Hardin, Gao, 2012). Товары двойного назначения имеют как коммерческое, так и военное использование. Типичными примерами являются компоненты химического и биологического оружия. Другие технические продукты подпадают под относительно более слабый контроль.

Механизмы экспортного контроля западных стран находятся в развитии. Так, известен случай разрешения продажи в 2021 г. двигателей норвежской компании «Bergen Engines» российской компании «Трансмаш Холдинг», включенной в санкционный список США. После пристального внимания общественности сделка была отменена. Вызвал дискуссию тот факт, что продажа не была остановлена ранее в административном порядке в соответствии с норвежским законом об экспортном контроле или законом о безопасности (Winge, 2023).

Имеется немало исследований, показывающих, что меры экспортного контроля, работающие как технологические санкции, оказываются эффективными. Санкции ограничивают международные обмены, сокращают торговые потоки и импорт технологий целевыми странами (Afesorgbor, 2019, Kim, 2013, Yang et al., 2004).

Ограничения на экспорт высоких технологий в Китай имеют долгую историю, показавшую, что это не временная политика, а продукт сложных военных, политических и экономических обстоятельств. Ограничения стремились продлить отставание Китая и максимизировать экономическую прибыль США. В работе Чунмеи Янга и Веньи Маи (Chunmei, Wenyi, 2016)

---

<sup>2</sup> Benson E. Trade and investment controls: The transatlantic toolkit. Commentary. 2022. 2 August. Center for Strategic and International Studies, CSIS. URL: <https://www.csis.org/analysis/trade-and-investment-controls-transatlantic-toolkit>. (accessed: 12.03.2023).

обсуждается как положительное, так и отрицательное влияние технологических санкций на экспортера и импортера. Указывается, что ограничения действительно создают дополнительные расходы промышленности на исследования и разработки. Осознав сложность импорта технологической продукции из западных стран, Китай начал концентрироваться на собственных независимых исследованиях и разработках (Reshetnikova, Mikhailov, 2023). В то же время в условиях санкций способности страны к инновациям угнетаются (Chen et al., 2021; Zhao et al., 2022, Impullitti & Licandro, 2017; Navas, 2015). Используя панельные данные по 91 стране за период 1988–2016 гг., Вен Д. и др. (Wen, Zhao & Chang, 2022) подтвердили значительное негативное влияние международных санкций на инновации в целевых странах на протяжении пяти лет после их введения. Снижение открытости торговли ограничивает возможности отечественных компаний в доступе к передовой науке и технологиям за счет эффекта обучения или распространения технологий, что увеличивает затраты на НИОКР (Damijan & Kostevc, 2015). Международные санкции могут сократить степень межличностной глобализации путем дипломатических мер, запретов на полеты и визы (Wen et al., 2022).

Меры экспортного контроля США, рассматриваемые ниже, изложены в документе «Свод федеральных правил, раздел 15 «Коммерция и внешняя торговля», глава VII «Бюро промышленности и безопасности, Министерство торговли»» (BIS — Bureau of Industry and Security) (в дальнейшем документ обозначается как EAR — US Export Administration Regulations) (Code of Federal Regulation, 2022). Общедоступные технологии не являются предметом EAR. Под действие EAR подпадают все товары американского происхождения, где бы они ни находились. Правило прямого иностранного продукта (FDP) предусматривает также контроль определенных зарубежных «прямых продуктов» американских «технологий» и «программного обеспечения» и «прямых продуктов» иностранного производства. Под действие EAR подпадают все товары, перечисленные в Контрольном списке торговли (CCL — Commerce Control List), и некоторые другие, не указанные в CCL, обозначенные как «EAR99»<sup>3</sup>. CCL<sup>4</sup> включает товары (в том числе программное обеспечение и технологии), подлежащие экспортному лицензированию. Группа 4А означает «Оборудование, узлы и компоненты компьютеров»<sup>5</sup>. Под лицензирование подпадают, например, компьютеры, рассчитанные на работу при температурах ниже  $-45^{\circ}\text{C}$  и выше  $85^{\circ}\text{C}$ , радиационно-стойкие, обладающие повышенной пиковой производительностью. Имеются четыре причины лицензирования экспорта компьютеров в Россию: СС — Борьба с преступностью; МТ — Ракетные технологии; NS — Национальная безопасность; RS — Региональная стабильность. На основании политики региональной стабильности лицензия не потребуется при экспорте для

<sup>3</sup> Часть 734 EAR.

<sup>4</sup> CCL содержится в дополнении № 1 к части 774 EAR.

<sup>5</sup> Часть 738 EAR.

использования на Международной Космической станции. В остальных случаях заявки на экспорт или реэкспорт будут рассматриваться с презумпцией отказа<sup>6</sup>. На основании политики национальной безопасности<sup>7</sup> в отношении стран группы D:1, куда относится и Россия, общая политика состоит в одобрении заявок на основе рассмотрения каждого конкретного случая, если предметы предназначены для гражданского использования. Для Российской Федерации и Беларуси все заявки будут рассматриваться с презумпцией отказа. В отношении России и Беларуси<sup>8</sup> правило FDP распространяется на товары иностранного производства, включенные в группы D (программное обеспечение) или E (технологии) CCL, а также на все товары, указанные в приложении № 6 к части 746 EAR (табл. 1).

Таблица 1

**Товары, подпадающие под эмбарго на поставки в Российскую Федерацию**

Пункт EAR	№ Дополнения	Характеристика объектов	Лицензионная политика
§ 746.5. (a) (1) (i)	2 к части 746	Для использования при разведке или добыче нефти или газа в российских глубоководных (более 500 футов) или арктических шельфовых районах или сланцевых формациях	Политика отказа за исключением поставок, необходимых по соображениям здоровья и безопасности (применяется политика проверки лицензии в каждом конкретном случае)
§ 746.5. (a) (1) (ii)	4 к части 746	93 четырехзначных товарных позиций, в т.ч. 8541, 8542	Политика отказа, за исключением поставок, необходимых по соображениям здоровья, безопасности или отвечающих гуманитарным потребностям (применяется политика проверки лицензии в каждом конкретном случае)
§ 746.5. (a) (1) (iii)	6 к Части 746	Пункт (g) идентифицирует оборудование и другие предметы, которые, как определило BIS, не производятся в России или иным образом важны в развитии передовых производственных и опытно-конструкторских мощностей. (g) (1) Квантовые компьютеры и специально разработанные электронные сборки и компоненты для них	Политика отказа. Заявки, связанные с предметами для удовлетворения гуманитарных потребностей, например в медицинских устройствах, будут рассматриваться в каждом конкретном случае
§ 746.10	1 к части 746	Ноутбуки стоимостью от 750 долларов США за единицу, оптовая цена в США	Политика отказа. Заявки, связанные с предметами для удовлетворения гуманитарных потребностей, например в медицинских устройствах, будут рассматриваться в каждом конкретном случае

Источник: Code of Federal Regulation, 2022.

<sup>6</sup> § 742.6 EAR.

<sup>7</sup> § 742.4 EAR.

<sup>8</sup> § 734.9 (f) EAR.



**Goods subject to an embargo on deliveries to the Russian Federation**

Number EAR	Supplement No	Characteristics of items	Licensing Policy
§ 746.5. (a) (1) (i)	2 to Part 746	For use in the exploration or production of oil or gas in Russian deep water (deeper than 500 feet) or arctic offshore areas or shale formations	Presumption of denial, except for supplies required for health and safety reasons (license verification policy applies on a case-by-case basis)
§ 746.5. (a) (1) (ii)	4 to Part 746	93 four-digit headings, incl. 8541, 8542	Presumption of denial, except for supplies required for health, safety or humanitarian reasons (license verification policy applies on a case-by-case basis)
§ 746.5. (a) (1) (iii)	6 to Part 746	Item (g) identifies equipment and other items that BIS has determined are not manufactured in Russia or are otherwise important in the development of advanced manufacturing and development facilities. (g) (1) Quantum computers and specially designed electronic assemblies and components therefor	Presumption of denial, except for supplies required for health, safety or humanitarian reasons (license verification policy applies on a case-by-case basis)
§ 746.10	1 to Part 746	Notebooks starting at \$750/unit, US wholesale price	Opt out policy. Applications related to humanitarian items, such as medical devices, will be considered on a case-by-case basis

Source: Code of Federal Regulation, 2022.

Некоторые юридические лица в России включены в дополнение № 4 к части 744 (Entity List — Список объектов) и обозначены как «военные конечные пользователи». При экспорте, когда полагают, что товар будет передан этим организациям<sup>9</sup>, потребуется лицензия на определенные микропроцессоры<sup>10</sup>. Существует презумпция отклонения лицензионных заявок. Согласно § 744.22 аналогичные лицензионные требования распространяются на конечных пользователей военной разведки Беларуси и России.

С марта 2022 г. BIS опубликовало дополнительные правила экспортного контроля в отношении России и Беларуси, среди которых так называемое «Правило об отраслевых санкциях», вступившее в силу 3 марта 2022 г.<sup>11</sup> В часть 746 EAR «Эмбарго и другие специальные меры контроля» были включены определенные санкции в отношении российского промышленного сектора (табл. 1, § 746.5. (a) (1) (i)). Новый пункт (a) (1) (ii) (см. табл. 1) налагает дополнительные

<sup>9</sup> § 744.17.

<sup>10</sup> «Микропроцессорные микросхемы», «микрокомпьютерные микросхемы» и микросхемы микроконтроллеров, имеющие скорость обработки 5 GFLOPS или более и арифметико-логические устройства с разрядностью доступа 32 бита или более, в том числе с функциями «защиты информации».

<sup>11</sup> Expansion of Sanctions Against the Russian Industry Sector Under the Export Administration Regulations (EAR). 87 FR 12856 (March 2022). URL: <https://www.federalregister.gov/documents/2022/03/08/2022-04912/expansion-of-sanctions-against-the-russian-industry-sector-under-the-export-administration> (accessed: 20.01.2023).

лицензионные требования для ЭРП в Россию любых предметов, указанных в дополнении № 4 к части 746, где они обозначены кодами Гармонизированной системы описания и кодирования товаров (ГС). Добавление 205 кодов ГС на уровне субпозиций позволило согласовать меры США с контролем Европейского Союза. В дополнении № 4 2022 г. имеется в итоге 22 подсубпозиции полупроводниковых приборов и микропроцессоров согласно тарифной таблице США, что соответствует десяти субпозициям ГС: 8541 10 (диоды), 8541 51 (преобразователи на основе полупроводников), 8541 59 (прочие приборы полупроводниковые), 8541 60 (кристаллы пьезоэлектрические собранные), 8541 90 (части полупроводниковых приборов), 8542 31 (микропроцессоры), 8542 32 (запоминающие устройства), 8542 33 (усилители), 8542 39 (прочие схемы электронные интегральные), 8542 90 (части электронных интегральных схем). Это правило, как заявлено в его описании, ограничивает источники доходов, которые могли бы поддерживать военный потенциал России, способность противостоять экономическому воздействию многосторонних санкций. Правило пересматривает политику лицензирования, дает возможность по усмотрению отказывать в лицензиях. Заявки, связанные с гуманитарными потребностями, будут рассматриваться в каждом конкретном случае.

Предметом исследования являются компоненты вычислительной техники, охваченные системой экспортного контроля США. Задача состояла в анализе влияния стран, имеющих систему экспортного контроля, аналогичную США, на общую структуру импорта в Россию указанных товаров. Цель — оценка рисков модернизации экономики, вызванные технологическими санкциями. Мы опираемся на исследования Чунмеи Янга и Веньи Май (Chunmei, Wenyi, 2016), которые показали, что, поскольку США не были единственным источником технологий, санкции не воспрепятствовали эффективному технологическому развитию Китая — привлекательного рынка для экспортеров высоких технологий Японии, Кореи и Европейского Союза. Гипотеза работы: введенные санкции незначительно повлияли на реальные поставки в Россию высокотехнологичных компонентов. В силу того что основной массив санкций уже был введен с 2014 г., принято допущение, что не произошло кардинальных изменений в структуре и объеме импортных поставок анализируемых субпозиций.

## Методы и материалы

Анализ импорта выполнен за период с 2007 по 2021 г., поскольку с 2007 г. была принята новая классификация товаров по товарным позициям 8541 и 8542 ГС. Источник данных — Торговая карта Международного торгового центра<sup>12</sup>. Методология исследования основана на анализе временных рядов импорта товаров девяти из десяти субпозиций, связанных со средствами вычислительной техники, перечисленными в дополнении № 4 к части 746 ЕАР. Субпозиция 8541 51

<sup>12</sup> Trade statistics for international business development. URL: Trademap.org (accessed: 12.03.2023).



исключена из анализа, так как информация по ней отсутствует в Торговой карте. Страны были подразделены на две группы. Первая — страны, применяющие экспортный контроль в отношении Российской Федерации (страны с ЭК) — определена в дополнении № 4 к части 746 EAR и характеризуется BIS как «взятые на себя обязательство осуществлять практически одинаковый экспортный контроль в отношении России и Беларуси в соответствии со своим внутренним законодательством»<sup>13</sup>. Вторая группа — страны без ЭК.

Проводилось исследование структуры импорта по субпозициям с целью определения доминирующих. Данные о девяти субпозициях в течение пятнадцати лет наблюдений рассмотрены как пространственные, в которых каждая субпозиция представлена как отдельное наблюдение, а каждый год — как признак. Полученное пятнадцатикординатное пространство требовалось редуцировать, а затем визуализировать. Для этого были использованы метод главных компонент (PCA) (Хасты и др., 2020) и метод многомерного шкалирования (MDS) (Wickelmaier, 2003). Использование пакета Orange позволило реализовать методологию Low code<sup>14</sup>.

Портрет импорта из разных стран мира выполнен методами многомерного шкалирования, главных компонент и кластерного анализа. Методика исследования динамики импорта основана на сравнительном анализе временных рядов импорта товаров выбранных субпозиций из стран с ЭК и без ЭК. Для такого анализа использованы графические методы, количественные методы теории временных рядов, методы математической статистики и регрессионного анализа. Исследование вида диаграмм временных рядов, коррелограмм их автокорреляционных и частных автокорреляционных функций позволяет сформулировать гипотезы о стационарности временных рядов, а также о виде модели (Нильсен, 2021). Их дополнительная проверка производится с помощью статистического критерия Льюинга — Бокса. В том случае, если исследуемый ряд является стационарным, его общую характеристику можно выполнить по оценкам математического ожидания и дисперсии. Если ряд не является стационарным, то данные характеристики являются функциями времени, методы анализа усложняются. В этом случае производится построение линейной регрессионной модели для каждого из исследуемых временных рядов.

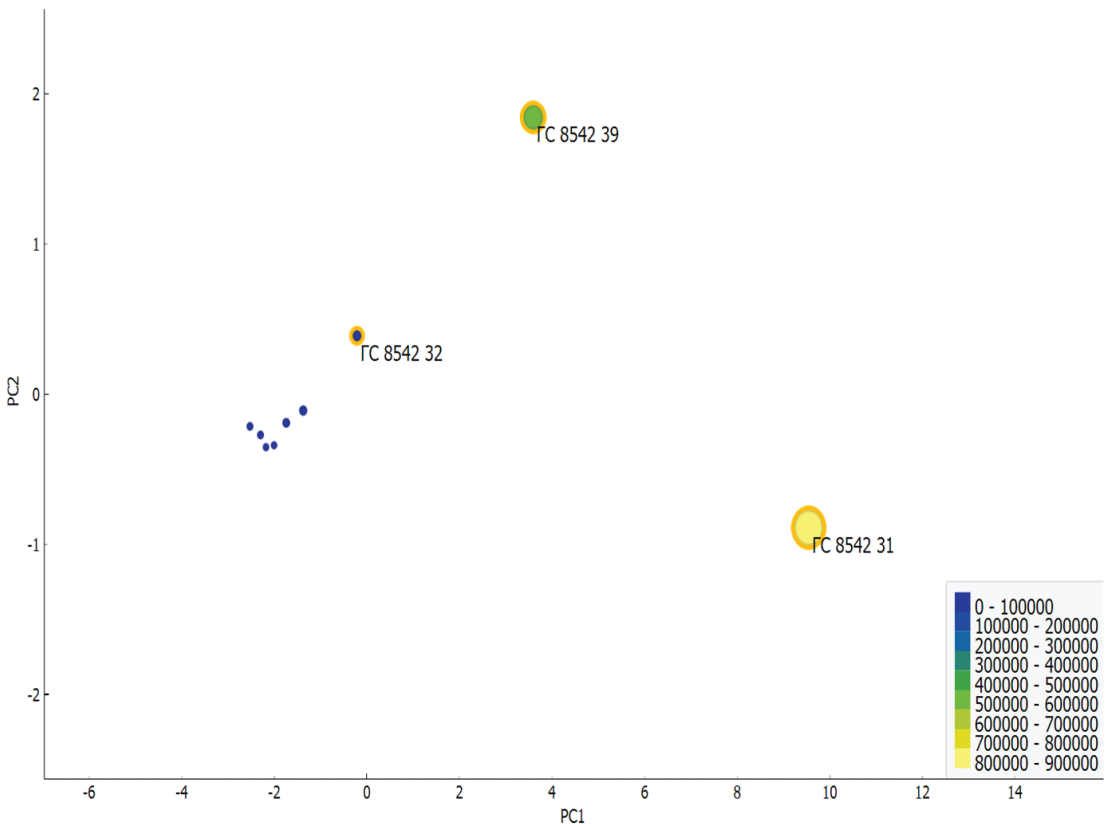
В качестве инструментальных средств анализа выбраны язык программирования R и интегрированная среда разработки Rstudio (Джеймс и др., 2016).

<sup>13</sup> Параграф 746.8 (a) (4) EAR. В перечень входят: Австралия, Австрия, Бельгия, Болгария, Канада, Хорватия, Кипр, Чешская Республика, Дания, Эстония, Финляндия, Франция, Германия, Греция, Венгрия, Исландия, Ирландия, Италия, Япония, Латвия, Лихтенштейн, Литва, Люксембург, Мальта, Нидерланды, Новая Зеландия, Норвегия, Польша, Португалия, Румыния, Словакия, Словения, Южная Корея, Испания, Швеция, Швейцария, Великобритания

<sup>14</sup> Orange Visual Programming Documentation Release 3. (September 2017). *Orange Data Mining*. [https://orange3.readthedocs.io/\\_/downloads/en/3.5.0/pdf/](https://orange3.readthedocs.io/_/downloads/en/3.5.0/pdf/) (accessed: 20.01.2023).

## Результаты и обсуждение

При задании параметров решения задачи методом главных компонент использован метод каменистой осыпи, позволяющий определить требуемое число главных компонент, описывающих с высоким качеством исходные переменные. Установлено, что две главные компоненты объясняют около 97% дисперсии. Таким образом, метод позволяет снизить размерность задачи от 15 (число лет наблюдения, размер временных рядов) до двух. Диаграмма рассеяния в системе координат двух главных компонент (PC1, PC2) приведена на рис. 1. Координаты представлены в стандартизированном формате, где нулевому значению соответствует математическое ожидание. Если главная компонента принимает отрицательное значение, она меньше математического ожидания, и наоборот. При этом стандартное отклонение равно единице.



**Рис. 1.** Диаграмма рассеяния в системе координат главных компонент

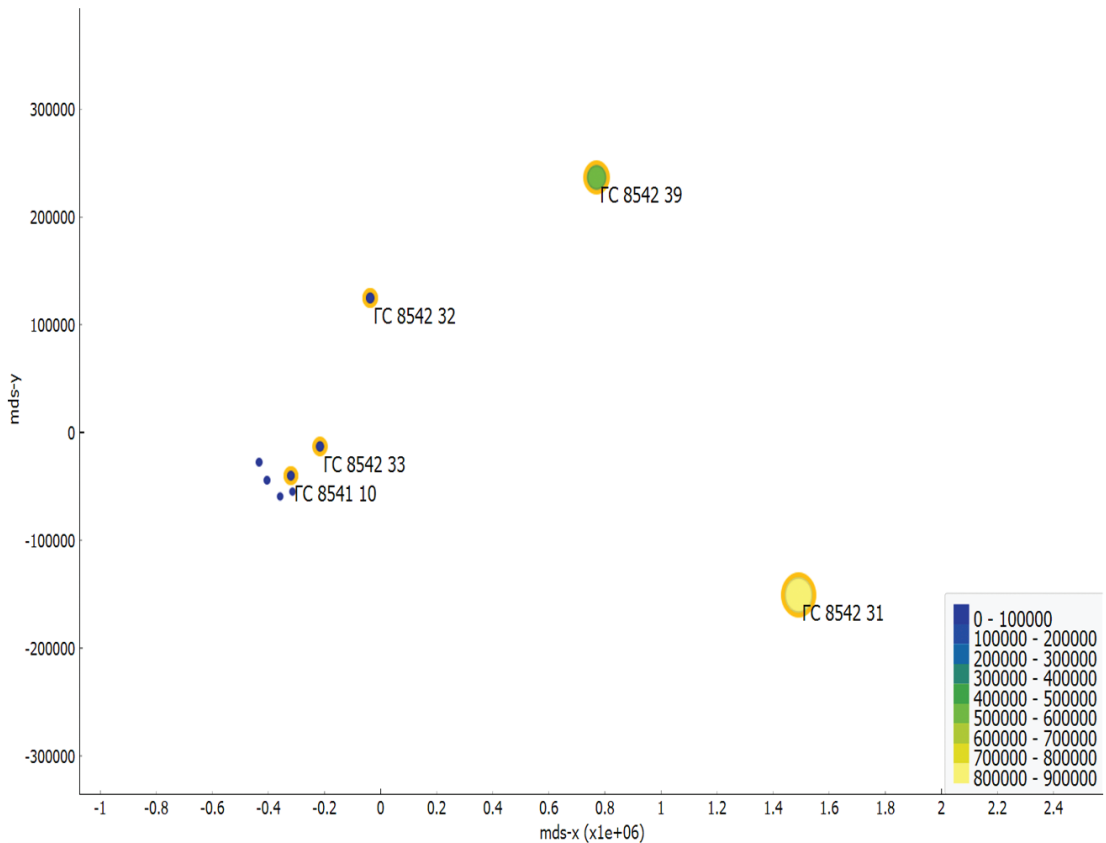
*Источник:* составлено авторами.

**Figure 1.** Scatterplot in Principal Component Coordinates

*Source:* compiled by the authors.

Для трех субпозиций ГС (см. рис. 1): 8542 32, 8542 31, 8542 39 значения одной или двух главных компонент больше математического ожидания. Для двух последних обе главные компоненты принимают положительные значения, т.е. объем импорта товаров этих субпозиций существенно превышает импорт

других товаров. Проверим данный вывод методом многомерного метрического шкалирования. Предположим, что новая многомерная система координат, которая сохраняет меры близости анализируемых субпозиций, состоит из двух размерностей (mds-x, mds-y). Полученная диаграмма рассеяния приведена на рис. 2. Совпадение двух из этих трех субпозиций (8542 32, 8542 31, 8542 39) является косвенным подтверждением адекватности результатов моделирования. Размер маркера на обеих диаграммах соответствует 2021 году.



**Рис. 2.** Диаграмма рассеяния в системе координат многомерного шкалирования (маркированы только выбранные объекты)

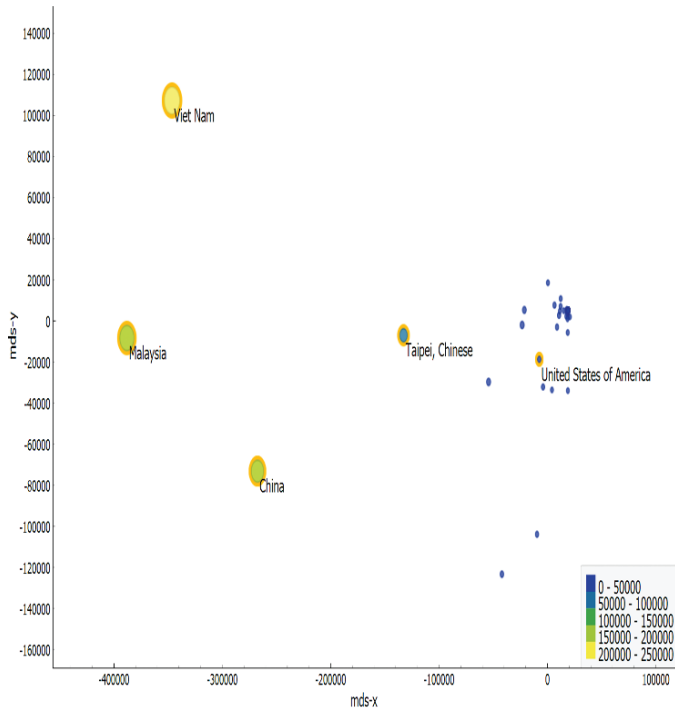
*Источник:* составлено авторами.

**Figure 2.** Scatterplot in multidimensional scaling coordinate system (only selected objects are labelled)

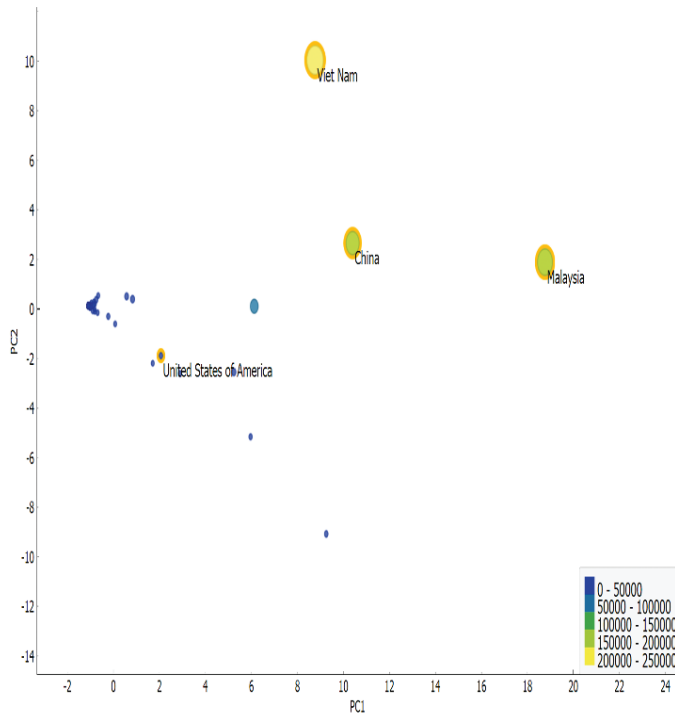
*Source:* compiled by the authors.

Таким образом, интерес для дальнейшего исследования представляют две субпозиции: 8542 31 (микропроцессоры) и 8542 39 (интегральные схемы прочие — ИС).

В структуре экспорта США Россия занимает незначительное место. За период наблюдения доля экспорта в Россию обоих исследуемых товаров — микропроцессоров и ИС — не превышала 0,5%. Следовало исследовать портрет импорта из разных стран мира. Диаграммы рассеяния для методов многомерного шкалирования и главных компонент приведены на рис. 3.



**a / a**



**б / б**

**Рис. 3.** Диаграммы рассеяния: *a* — многомерное шкалирование; *б* — метод главных компонент  
*Источник:* составлено авторами.

**Figure 3.** Scatterplots: *a* — multidimensional scaling; *b* — principal component method  
*Source:* compiled by the authors.

Размер маркера и его цвет (рис. 3) определяются значением импорта в Россию за 2021 г. Из данных рис. 3 видно, что три страны (Вьетнам, Малайзия и Китай) составляют основу импорта в Россию микропроцессоров и ИС. Для подтверждения данной гипотезы был выполнен иерархический кластерный анализ. Дендрограмма кластерного анализа (не приводится) показала, что при задании трех кластеров в первый попали Китай, Вьетнам и Малайзия, что соответствует результатам редукции задачи методом многомерного шкалирования и методом главных компонент. В первый кластер (страны, импорт из которых мал) экспортеров микропроцессоров вошло большинство стран мира, в том числе и страны, которые применяют ЭК против России. Во второй кластер (страны, импорт из которых является определяющим) — Китай, Вьетнам и Малайзия. В третий (страны, импорт из которых большой) — Тайвань, Сингапур и Коста-Рика.

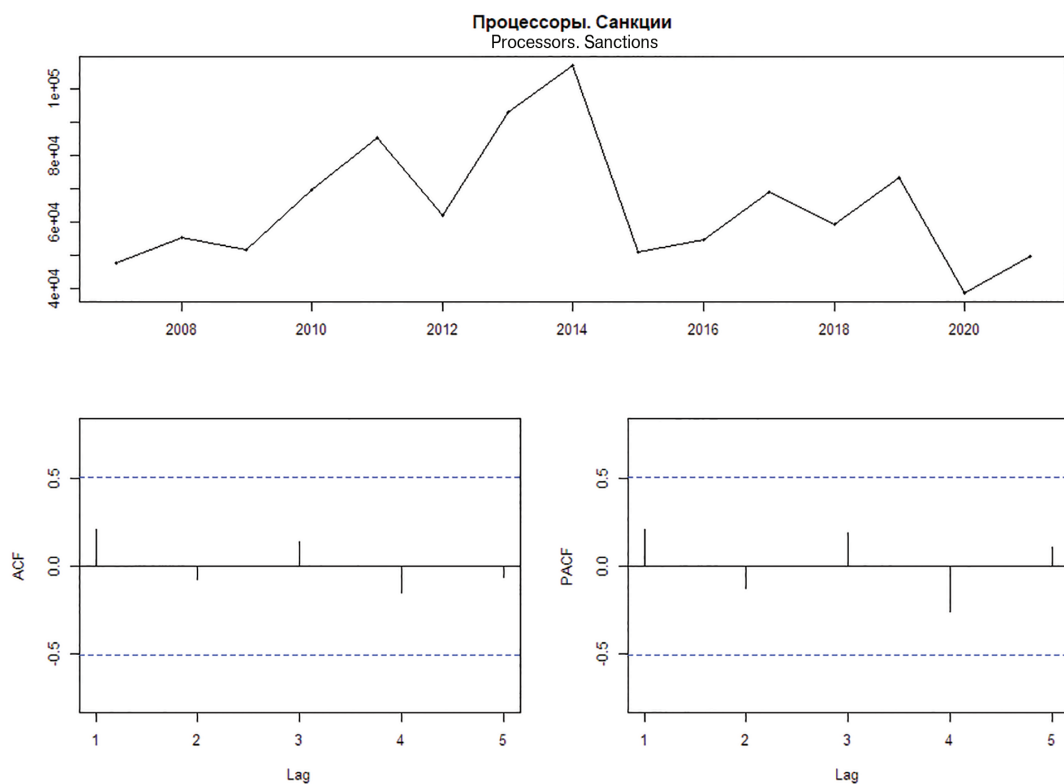
Решение аналогичной задачи для набора данных импорта Россией ИС показало, что в первый кластер (страны с малым импортом в Россию) попадает большинство стран мира. Во второй (страны, определяющие импорт) — Китай, Вьетнам и Малайзия. В третий (страны со сравнительно большим импортом) — Беларусь, Филиппины, Таиланд, США, Южная Корея.

Таким образом, основу импорта в Россию микропроцессоров и ИС по данным 15 лет наблюдения дают четыре экспортера: Китай, Тайвань, Вьетнам и Малайзия. При допущении, что ситуация сохранится, можно решить задачу прогнозирования объема импорта в Россию исследуемых товаров. Рассматривая Тайвань в числе одного из четырех основных поставщиков, мы делаем допущение, что, хотя Тайвань и ввел в 2022 г. технологические санкции против России, они не являются персистентными, так как Тайвань не имеет системы экспортного контроля в отношении России. В таком случае санкционная политика, проводимая США по анализируемой группе товаров, практически не влияет на торговлю. Однако США, вводя санкции по рассматриваемым товарам, вероятно, делали ставку не на прямой экспорт, а на правило FDP, под которое подпадает экспорт из Тайваня.

На следующем этапе исследования для каждой из выявленных субпозиций рассмотрены два кумулятивных временных ряда. Первый из них содержит данные суммарного объема импорта товаров исследуемых субпозиций в Россию из стран с ЭК. Второй ряд — из стран без ЭК.

В качестве примера приведены результаты графического анализа временного ряда для стран с ЭК (рис. 4). Представленные графики позволяют сформулировать гипотезу о стационарности временного ряда как по виду верхней диаграммы, так и по виду коррелограмм общей (ACF) и частной (PACF) автокорреляционных функций.

Статистические характеристики исследуемых временных рядов приведены в табл. 2. Из данных таблицы видно (см. значения критериев и уровней значимости), что только первый ряд является стационарным. Для него определены оценки математического ожидания и среднего квадратического отклонения.



**Рис. 4.** Результаты графического анализа временного ряда импорта процессоров из стран с ЭК в 2008–2020 гг.

*Источник:* составлено авторами.

**Figure 4.** Results of the graphical analysis of the time series of processor imports from countries with export control, 2008–2020

*Source:* compiled by the authors.

Таблица 2

**Статистические характеристики временных рядов**

Временной ряд	Значение критерия Льюинга – Бокса	Уровень значимости	Оценка математического ожидания, тыс. долл. США	Оценка среднего квадратического отклонения, тыс. долл. США
8542 31 с ЭК	0,79	0,37	64 554	18 723
8542 31 без ЭК	9,52	0,002	var	var
8542 39 с ЭК	9,37	0,002	var	var
8542 39 без ЭК	10,57	0,001	var	var

*Источник:* составлено авторами.



Table 2

**Statistical characteristics of time series**

Time series	Value of the Lewing – Box test	Significance level	Estimation of mathematical expectation, thousand dollars	Estimation of standard deviation, thousand dollars
8542 31 with export control (EC)	0.79	0.37	64 554	18 723
8542 31 without EC	9.52	0.002	var	var
8542 39 with TC	9.37	0.002	var	var
8542 39 without EC	10.57	0.001	var	var

Source: compiled by the authors.

В допущении о наличии линейного тренда у нестационарных временных рядов и возможности использовать классический метод наименьших квадратов были построены парные линейные регрессионные модели. Характеристики построенных моделей сведены в табл. 3. Сравнительно высокое качество построенных моделей позволяет принять гипотезу о наличии линейного тренда. При этом ежегодный прирост объема импорта в Россию интегральных микросхем для стран с ЭК (см. последний столбец) составляет 4674 тыс. долл. США. Для стран без ЭК прирост как по процессорам, так и по интегральным микросхемам на порядок больше. Этот факт позволяет сформулировать гипотезу о том, что доля импорта анализируемых товаров из стран без ЭК растет и, следовательно, значимость санкций на общую структуру импорта в Россию микропроцессоров и ИС уменьшается. На рис. 5 приведены диаграммы сглаживания уровней временных рядов доли импорта стран без ЭК методом регрессионного анализа.

Таблица 3

**Характеристики регрессионных моделей**

Временной ряд	Модель	R2adj	F-statistics	AIC	Ежегодный прирост, тыс. долл. США
8542 31 без ЭК	$y = -39605 + 49604t$	0,92	141	381,07	49 604
8542 39 с ЭК	$y = 13099 + 4674t$	0,67	29,9	333,47	4 674
8542 39 без ЭК	$y = -85287 + 32069t$	0,87	91,36	374,49	32 069

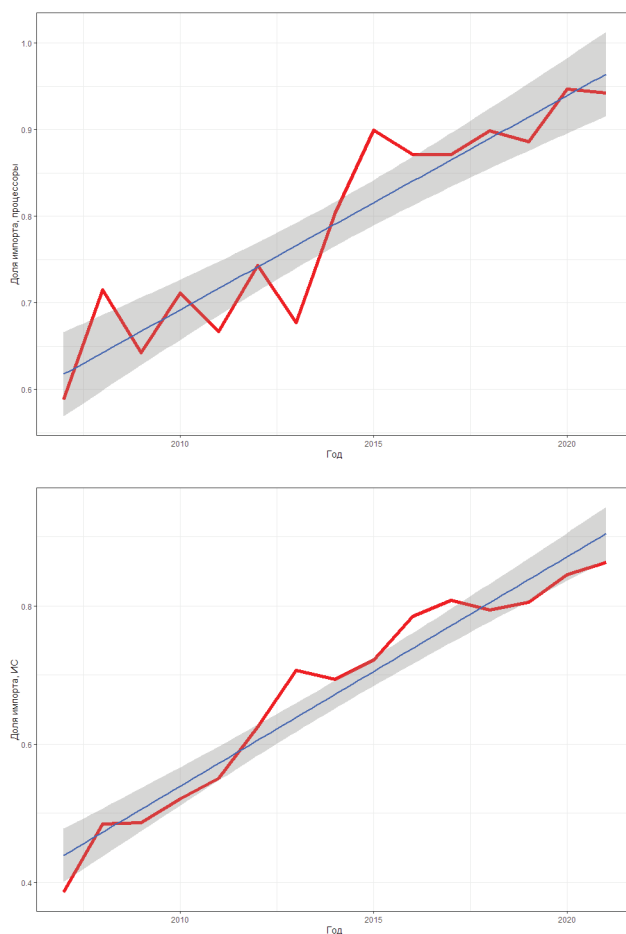
Источник: составлено авторами.

Table 3

**Characteristics of Regression Models**

Time series	Model	R2adj	F-statistics	AIC	Annual growth, thousand dollars
8542 31 без ЭК	$y = -39605 + 49604t$	0.92	141	381.07	49 604
8542 39 с ЭК	$y = 13099 + 4674t$	0.67	29.9	333.47	4 674
8542 39 без ЭК	$y = -85287 + 32069t$	0.87	91.36	374.49	32 069

Source: compiled by the authors.



**Рис. 5.** Результаты сглаживания временных рядов доли импорта процессоров и ИС из стран без ЭК  
 Источник: составлено авторами.

**Figure 5.** Results of time series smoothing of the share of imports of processors and integrated circuits from countries without export control  
 Source: compiled by the authors.

Результаты сглаживания показывают, что за исследуемый интервал времени доля в импорте России микропроцессоров из стран с ЭК уменьшилась с 41 до 6 %. Доля в импорте из стран без ЭК увеличилась с 59 до 94 %. Темп роста объема импорта микропроцессоров из стран без ЭК по сравнению с 2007 г. составил 160 %. Доля импорта ИС из стран с ЭК уменьшилась с 60 до 14 %. Темп роста объема импорта в Россию ИС из стран без ЭК по сравнению с 2007 г. составил 224 %. Это свидетельствует о том, что на момент введения санкций 2022 г. импорт уже перераспределился в пользу более дружественных стран.

### Обсуждения и заключения

Анализ системы экспортного контроля США показал, что имеется четыре причины контроля экспорта в Российскую Федерацию ряда компьютеров, находящихся в ССЛ. Это борьба с преступностью, ракетные

технологии, национальная безопасность и региональная стабильность. Если общая лицензионная политика в отношении группы стран, куда включена Россия, состоит в одобрении заявок на основе рассмотрения каждого конкретного случая, для Российской Федерации и Беларуси все заявки рассматриваются с презумпцией отказа. Компьютеры, представляющие собой потребительские товары, экспортируются без лицензий, однако правительства России, Беларуси и организации, контролируемые ими, являются неправомерными конечными пользователями в рамках этого лицензионного исключения. Ноутбуки стоимостью от 750 долл. США считаются предметами роскоши, на основании чего их экспорт запрещен.

Политика эмбарго предусматривает ограничение экспорта в Россию широкого круга товаров, в том числе товарных позиций 8541 (полупроводниковые приборы), 8542 (схемы электронные интегральные), исследованию торговли которыми посвящена расчетная часть статьи. В адрес предприятий, которые считаются конечными военными пользователями, ограничен экспорт микросхем с высокой скоростью обработки. Под эмбарго попадают квантовые компьютеры, которые, как полагают, не производятся в России.

Основу импорта в Россию микропроцессоров и ИС обеспечивают Китай, Тайвань, Вьетнам и Малайзия. Для стран без ЭК прирост импорта в Россию за 15 лет как по процессорам, так и по интегральным микросхемам был на порядок больше, чем для стран с ЭК. Таким образом, в целом, с учетом только прямого экспорта, введенные санкции не должны были бы оказать существенного эффекта на состояние ИТ-отрасли России, на ее обеспеченность схемотехникой, что подтверждает выдвинутую гипотезу.

В то же время правило FDP позволяет США контролировать экспорт из стран, производящих товары, которые являются «прямым продуктом» американской «технологии» или «программного обеспечения», если такие технологии или программное обеспечение являются контролируруемыми в системе EAR. Это не позволяет полагаться и в дальнейшем на положительную динамику импорта из тех стран, которые не вводили системы экспортного контроля в отношении России. Исследования, проведенные в этой области (Wen, Zhao & Chang, 2022), содержат рекомендации для стран-мишеней повышать открытость торговли, что противодействовало бы негативным последствиям санкций, принимать углубляющие глобализацию меры поощрения международного обмена факторами производства, улучшать институциональную среду для инноваций.

### Список литературы

- Акимов А.В. Технологические риски для России в условиях санкций // Запад — Восток — Россия. 2016. С. 21–25.
- Джеймс Г. и др. Введение в статистическое обучение с примерами на языке R. М.: ДМК Пресс, 2016.
- Иванов О.Б. Современный мир: глобальные тенденции, вызовы и угрозы // Этап: экономическая теория, анализ, практика. 2019. № 1. С. 20–36. <https://doi.org/10.24411/2071-6435-2019-10066>

- Нильсен Э. Практический анализ временных рядов: прогнозирование со статистикой и машинное обучение. СПб.: Диалектика, 2021. 544 с.
- Хастис Т., Тибширани Р., Фридман Д. Основы статистического обучения. Интеллектуальный анализ данных, логический вывод и прогнозирование. Санкт-Петербург: Диалектика, 2020.
- Afesorgbor S.K. The impact of economic sanctions on international trade: How do threatened sanctions compare with imposed sanctions? // *European Journal of Political Economy*. 2019. Vol. 56. P. 11–26. <https://doi.org/10.1016/j.ejpoleco.2018.06.002>
- Chen Y.E. et al. Identifying the influence of natural disasters on technological innovation // *Economic Analysis and Policy*. 2021. Vol. 70. P. 22–36. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2021.01.016>
- Chunmei Y., Wenyi M. The US high technology export control towards China // *Journal of Business*. 2016. Vol. 1.No. 2. P. 13–16.
- Code of Federal Regulation, Title 15 “Commerce and Foreign trade”, Chapter VII “Bureau of Industry and Security, Department of Commerce”. 2022. Retrieved January 20, 2023, from <https://www.ecfr.gov/current/title-15/subtitle-B/chapter-VII>.
- Damijan J.P., Kostevc Č. Learning from trade through innovation // *Oxford bulletin of economics and statistics*. 2015. Vol. 77. No. 3. P. 408–436.
- Danzman S.B., Meunier S. Mapping the Characteristics of Foreign Investment Screening Mechanisms: The New PRISM Dataset. 2022. Vol. 25. SSRN Working Paper. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3913248](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3913248). (accessed: 12.03.2023).
- Hardin D., Gao J. The Export Control Risks of US-China Technology Collaboration // *China Business Review*. 2011. №4. <https://www.chinabusinessreview.com/the-export-control-risks-of-us-china-technology-collaboration/>. (дата обращения: 12.03.2023).
- Impullitti G., Licandro O. Trade, firm selection and innovation: The competition channel // *The Economic Journal*. 2017. Vol. 128. No. 608. P. 189–229.
- Kim D.H. Coercive assets? Foreign direct investment and the use of economic sanctions // *International Interactions*. 2013. Vol. 39. No. 1. P. 99–117.
- Matthews D. Russian labs run out of equipment as sanctions begin to bite. *Science | Business*. March 2022. <https://sciencebusiness.net/news/russian-labs-run-out-equipment-sanctions-begin-bite>. (accessed: 20.01.2023).
- Mendenhall J., Terney R. CFIUS overview. Chapter 10. // JHJ Bourgeois, ed. 2019, EU framework for foreign direct investment control. 2019. P. 137–149. Alphen aan den Rijn: Kluwer Law International.
- Navas A. Trade liberalisation and innovation under sector heterogeneity // *Regional Science and Urban Economics*. 2015. Vol. 50. P. 42–62. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2014.08.007>
- Niu X. Sino-US Relations: Dependence and Fragility // *Contemporary International Relations*. 2010. No. 20. P. 74–95. (На кит.).
- Reshetnikova M.S., Mikhailov I.A. Artificial intelligence development: implications for China // *Montenegrin Journal of Economics*. 2023. Vol. 19, no. 1. P. 139–152. <https://doi.org/10.14254/1800-5845/2023.19-1.12>
- Wen J., Zhao X., Chang C.P. The impact of international sanctions on innovation of target countries // *Economics & Politics*. 2022. <https://doi.org/10.1111/ecpo.12231>
- Wickelmaier F. An introduction to MDS // Sound Quality Research Unit, Aalborg University, Denmark. 2003. Vol. 46, no. 5. P. 1–26.
- Winge A.S. Chain of negligence: analysis of the decision-making in the proposed sale of Bergen Engines to a Russian-controlled entity // *European Security*. 2023. P. 1–28. <https://doi.org/10.1080/09662839.2022.2155947>
- Yang J., Askari H., Forrer J., & Teegen H. US economic sanctions against China: Who gets hurt? // *World Economy*. 2004. Vol. 27. No. 7. P. 1047–1081.

Zhao X.X., Zheng M., Fu Q. How natural disasters affect energy innovation? The perspective of environmental sustainability // *Energy Economics*. 2022. Vol. 109. P. 105992. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.105992>

## References

- Afesorgbor, S.K. (2019). The impact of economic sanctions on international trade: How do threatened sanctions compare with imposed sanctions? *European Journal of Political Economy*, 56, 11–26. <https://doi.org/10.1016/j.ejpoleco.2018.06.002>
- Akimov, A.V. (2016). Technological risks for Russia under sanctions. *West — East — Russia*. 21–26. (In Russ.).
- Chen, Y.E., Li, C., Chang, C.P., & Zheng, M. (2021). Identifying the influence of natural disasters on technological innovation. *Economic Analysis and Policy*, 70, 22–36. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2021.01.016>
- Chunmei, Y. & Wenyi, M. (2016). The U.S. High Technology Export Control Towards China. *Journal of Business*, 1(2), 13–16.
- Code of Federal Regulation, Title 15 “Commerce and Foreign trade”, Chapter VII “Bureau of Industry and Security, Department of Commerce”. (2022). Retrieved January 20, 2023, from <https://www.ecfr.gov/current/title-15/subtitle-B/chapter-VII>
- Damijan, J.P., & Kostevc, Č. (2015). Learning from trade through innovation. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 77(3), 408–436.
- Danzman, S.B. & Meunier, S. (2022). The Big Screen: Mapping the diffusion of foreign investment screening mechanisms, 25. SSRN Working Paper. Retrieved March 12, 2023, from [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3913248](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3913248).
- Hardin, D., & Gao, J. (October 2012). The Export Control Risks of US-China Technology Collaboration. *China Business Review*. Retrieved March 12, 2023, from <https://www.chinabusinessreview.com/the-export-control-risks-of-us-china-technology-collaboration/>
- Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2020). *Fundamentals of Statistical Learning: Data Mining, Inference and Prediction*, 2nd ed.: trans. from English. St. Petersburg: Dialetika LLC, 768. (In Russ.).
- Impullitti, G., & Licandro, O. (2017). Trade, firm selection and innovation: The competition channel. *Economic Journal*, 128(608), 189–229.
- Ivanov, O.B. (2019). Modern world: global trends, challenges and threats. *Stage: economic theory, analysis, practice*. (1), 20–36. <https://doi.org/10.24411/2071-6435-2019-10066> (In Russ.).
- James, G., Whitton, G., & Hastie, T. (2016). *Introduction to Statistical Learning with R Examples*. Moscow: DMK Press, 455. (In Russ.).
- Kim, D.H. (2013). Coercive assets? Foreign direct investment and the use of economic sanctions. *International Interactions*, 39(1), 99–117.
- Matthews, D. Russian labs run out of equipment as sanctions begin to bite. (March 2022). *Science|Business*. Retrieved January 20, 2023, from <https://sciencebusiness.net/news/russian-labs-run-out-equipment-sanctions-begin-bite>
- Mendenhall, J. & Terney, R. (2019). CFIUS overview. Chapter 10. In JHJ Bourgeois (Ed.), *EU framework for foreign direct investment control* (pp. 137–149). Alphen aan den Rijn: Kluwer Law International.
- Navas, A. (2015). Trade liberalisation and innovation under sector heterogeneity. *Regional Science & Urban Economics*, 50, 42–62. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2014.08.007>
- Nielsen, E. (2021). Practical analysis of time series. *Forecasting with statistics and machine learning*. Moscow: Dialectics, 544 p. (In Russ.).
- Niu, X. (February 2010). Sino-US Relations: Dependence and Fragility. *Contemporary International Relations*, (20), 74–95. (In Chinese).

- Reshetnikova, M.S., & Mikhailov, I.A. (2023). Artificial intelligence development: implications for China. *Montenegrin Journal of Economics*, 19(1), 139–152. <https://doi.org/10.14254/1800-5845/2023.19-1.12>
- Wen, J., Zhao, X., & Chang, C.P. (2022). The impact of international sanctions on innovation of target countries. *Economics & Politics*, 1–41. <https://doi.org/10.1111/ecpo.12231>
- Wickelmaier, F. (2003). An introduction to MDS. *Sound Quality Research Unit, Aalborg University, Denmark*, 46(5), 1–26.
- Winge, A.S. (January 2023). Chain of negligence: analysis of the decision-making in the proposed sale of Bergen Engines to a Russian-controlled entity. *European Security*, 1–28 <https://doi.org/10.1080/09662839.2022.2155947>
- Yang, J., Askari, H., Forrer, J., & Teegen, H. (2004). US economic sanctions against China: Who gets hurt? *World Economy*, 27(7), 1047–1081.
- Zhao, X.X., Zheng, M., & Fu, Q. (2022). How natural disasters affect energy innovation? The perspective of environmental sustainability. *Energy Economics*, 109, 105992. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.105992>

### Сведения об авторах / Bio notes

Наумов Владимир Николаевич, доктор военных наук, профессор, заведующий кафедрой бизнес-информатики, Северо-Западный институт управления — филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Санкт-Петербург. ORCID: 0000-0002-0385-3530. E-mail: [naumov-vn@ranepa.ru](mailto:naumov-vn@ranepa.ru)

Vladimir N. Naumov, Dr. Sci. (Military Science), Head of the Department of Business Informatics, North-West Institute of Management, Branch of RANEPa, Saint Petersburg, Russian Federation. ORCID: 0000-0002-0385-3530. E-mail: [naumov-vn@ranepa.ru](mailto:naumov-vn@ranepa.ru)

Жиряева Елена Васильевна, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики, Северо-Западный институт управления — филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Санкт-Петербург. ORCID: 0000-0002-8233-5212. E-mail: [Zhiryayeva-ev@ranepa.ru](mailto:Zhiryayeva-ev@ranepa.ru)

Elena V. Zhiryayeva, Dr. Sci. (Econ.), Professor of the Department of Economics, North-West Institute of Management, Branch of RANEPa, Saint Petersburg, Russian Federation. ORCID: 0000-0002-8233-5212. E-mail: [Zhiryayeva-ev@ranepa.ru](mailto:Zhiryayeva-ev@ranepa.ru)