

СОСТОЯНИЕ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: ФОРМИРОВАНИЕ НОВЫХ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ

ТРЕСОРУК Андрей Андреевич, к.э.н., tresoruk85@gmail.com, научный сотрудник, Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, Москва, Россия
ORCID: 0000-0002-1575-6260

В статье рассмотрено состояние, состав и структура российской радиоэлектронной промышленности, а также формирование новых тенденций развития, в том числе адаптация отрасли к новым условиям функционирования, сформированным вследствие масштабных санкционных ограничений и ответных действий правительства РФ по донастройке системы поддержки и стимулированию ускоренного импортозамещения. Проведена статистическая реконструкция основных экономических показателей радиоэлектронной промышленности. Рассматриваются актуальные глобальные тренды развития радиоэлектронной промышленности, которые будут оказывать влияние на российскую экономику в среднесрочной перспективе.

Ключевые слова: высокотехнологичная промышленность, радиоэлектронная промышленность, импортозамещение, санкционные ограничения, стратегическое развитие, промышленная политика

DOI: 10.47711/2076-3182-2024-4-115-134

Введение в задачу и обзор литературы. Под радиоэлектронной (электронной) промышленностью (далее – РЭП) рассматривается отрасль экономики, связанная с разработкой и производством электронного оборудования, модулей, компонентов и встраиваемого программного обеспечения¹. РЭП характеризуется интенсивными изменениями в технологиях и рынках, короткими жизненными циклами продуктов [1], ускоренными (по отношению к другим секторам экономики)

¹ Стратегия развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17 января 2020 года №20-р. URL: <http://government.ru/docs/38795/> (дата обращения: 10.12.2024).

темпами роста, сложной сегментацией рынка, сложной и разветвленной межстрановой кооперацией (глобальные производственные сети), а в части элементной базы – высоким уровнем концентрации производств и специализации, ограниченным количеством компаний, имеющих технологические компетенции по выпуску инновационной продукции и высокими затратами на освоение передовых технологий. При этом инновации в электронной промышленности являются кумулятивными, а ведущие компании обладают широким портфелем прав интеллектуальной собственности. Для отдельных сегментов РЭП также важны «сетевые внешние эффекты»² [2].

Вклад радиоэлектронной промышленности в мировой ВВП составляет около 3%, в части микроэлектроники – доля около 0,6%, при этом с 1990 г. она увеличилась в три раза. Наблюдается устойчивый рост стоимости элементной базы в составе конечной продукции – за 20 лет практически в два раза до 34%³. Вместе с тем, отрасль имеет сложную структуру, а динамика и перспективы развития ее отдельных сегментов неравномерны.

Объем мирового рынка радиоэлектронной (электронной) продукции и услуг цифровой индустрии по итогам 2023 г. составил 6,3 трлн долл.⁴ Крупнейшими сегментами являются: электронные компоненты (24%), системы автоматизации (12%), оборудование для сбора, обработки и передачи информации (9%) и коммуникационное оборудование (9%), оборудования для энергетики (5%), бытовая электроника и техника (10%). В региональном разрезе крупнейшими рынками являются КНР, США, Япония, Республика Корея и Германия, на которые приходится около 67% от мирового рынка. Масштабы российского рынка радиоэлектроники оцениваются примерно в 1%.

Рынок электронной продукции или скорее его ключевые сегменты цикличны. В частности, цикличность характерна для сегмента микроэлектроники. Исторически «полупроводниковый цикл»

² «Когда клиенты ожидают, что установленная база ... (компаний) ... технологий (станет) больше, чем любая другая», в результате чего клиенты «принимают эту технологию, фактически исключая другие» [3].

³ По данным авторитетной информационной платформы в области полупроводниковой промышленности TechInsights.

⁴ По данным немецкой Ассоциации производителей электротехнической и электронной промышленности (ZVEI, Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie).

характеризовался периодами повышенного спроса на передовые чипы, что в условиях ограниченного объема мощностей способных их производить, временно формировало избыточный неудовлетворенный спрос до нормализации предложения. Несмотря на периоды волатильности производство электроники (и микроэлектроники) характеризуется положительной динамикой.

Радиоэлектронная промышленность является базовой отраслью промышленности. Ее конкурентоспособность один из ключевых факторов успешного развития национальной промышленности. С точки зрения национальных экономик достижение успехов по данным направлениям означает укрепление конкурентных позиций и технологического лидерства, что обостряет борьбу в данной сфере.

В мировой практике выпуск передовой радиоэлектронной продукции предполагает достаточно сложную кооперационную цепочку, состоящую из разветвленной сети поставщиков, в том числе иностранных. В частности, в микроэлектронике множество специализированных компаний работает на разных этапах цепочки поставок, участвуя в производстве специализированных полупроводников. Специализация позволяет компаниям эффективней управлять затратами на проектирование и производство и получать выгоду от эффекта масштаба, а также поддерживать устойчиво высокие расходы на НИОКР и капитальные вложения для сохранения конкурентоспособности, а в некоторых случаях использовать различные налоговые послабления от создания новых производств в иностранных юрисдикциях. Существующая бизнес-модель ведущих американских продуктовых компаний и дизайн-центров (Fabless Chip Designers), в частности, крупнейшие американские Qualcomm Inc., Broadcom Inc., AMD (Advanced Micro Devices, Inc.), Apple Inc., предполагает передачу на «аутсорсинг» производство чипов на зарубежные заводы, в том числе свои дочерние иностранные компании (FABS). В итоге американские компании контролируют производственные мощности по выпуску полупроводников на уровне 22%, но на США приходится лишь 10% их выпуска⁵.

⁵ Источник: *Frequently Asked Questions: CHIPS Act of 2022 Provisions and Implementation*. Congressional Research Service (Исследовательская служба конгресса США). [электронный ресурс]. – URL: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R47523> (дата обращения: 10.12.2024).

Нарушение устойчивых поставок в 2020 году, вследствие пандемии COVID-19, и в дальнейшем распространение практики торговых и экспортных ограничений вынудило ведущие страны пересмотреть подход к стратегии развития национальных радиоэлектронных комплексов, в первую очередь, в части его передового сегмента – индустрии полупроводников, делая акценты на создание собственной региональной инфраструктуры для наиболее критичных видов продукции и микроэлементной базы.

В частности, в 2020 г. США ужесточил экспортный контроль в отношении Huawei Technology Co. Ltd. и ее аффилированных лиц, включая требование расширенной лицензии для товаров, попадающих под экспортный контроль. В результате Taiwan Semiconductor Manufacturing Company прекратила отгрузку продукции Huawei Technologies Co. Ltd. В 2022 г. была создана межгосударственная рабочая группа (U.S.-East Asia Semiconductor Supply Chain Resilience Working Group, Fab 4 / Chip 4) США с ведущими странами производителями (исключая КНР) для координации действий по «укреплению» цепочек поставок. В сентябре 2024 г. со стороны США были введены экспортные ограничения в отношении китайских компаний на некоторые сложные чипы, в том числе на ускорители алгоритмов искусственного интеллекта и графические процессоры (GPU). Также достигнуто соглашение между США с Нидерландами и Японией, которое предполагает, что последние должны координировать контроль над экспортом определенного литографического оборудования в КНР. Эти действия направлены на вытеснение ведущих китайских компаний из глобальных цепочек поставок полупроводников.

С 2014 г. в рамках инициативы «Сделано в Китае 2025» в качестве дорожной карты технологического самообеспечения предполагалось превращение национально производственного сектора в лидера высоких технологий. В качестве одного из приоритетов была выбрана РЭП, а для финансовой поддержки ее ускоренного развития был создан специальный фонд (China Integrated Circuit Industry Investment Fund), а также введены дополнительные инструменты фискальной политики, в том числе целевые субсидии, гранты и налоговые льготы. Одной из задач было резкое снижение зависимости от иностранных технологий за счет увеличения внутреннего производства

чипов на 70% к 2025 году путем создания собственной вертикально-интегрированной полупроводниковой промышленности. Несмотря на все еще имеющееся технологическое отставание как минимум в одно поколение, предполагается, что отрасль сможет достичь глобальное лидерство к 2030 г. После введенных санкций Правительством КНР были выделены дополнительные инвестиции на создание новых производств, а концепция развития отрасли предполагает формирование автономной радиоэлектронной промышленности за счет налаживания полного производственного цикла современных сложных чипов и электронных систем. Объем поддержки развития микроэлектронной продукции (индустрии полупроводников) в КНР оценивается в 150 млрд долл.⁶ (рассматривается выделение дополнительных ассигнований в объеме 145 млрд долл.). Одновременно с развитием собственных производств китайские компании активны на рынках M&A и венчурного финансирования в активы вне страны (включая вложения в американские и европейские компании), по мнению экспертов отрасли, их активность может сохраниться несмотря на вводимые ограничения⁷.

Специальные программы стимулирования радиоэлектронной промышленности функционируют и в других странах: США (CHIPS&Science Act, предусматривает финансирование в объеме 278,2 млрд долл. до 2032 г., ряд налоговых послаблений и пр.)⁸, Европейском союзе (EU Chips Act), Индии (в рамках программы Made in India). Формируются отдельные региональные технологические зоны. При этом США и КНР позиционируют создание конкурирующих устойчивых внутренних экосистем производства полупроводников, включая собственный сектор исследования и разработок, а также подготовку высококвалифицированной рабочей силы.

⁶ *Frequently Asked Questions: CHIPS Act of 2022 Provisions and Implementation. Congressional Research Service (Исследовательская служба конгресса США).* URL: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R47523> (дата обращения: 10.12.2024).

⁷ Ханпимер, Phil Garrou. Walker discusses emergence of new business models in semiconductor industry. URL: <https://sst.semiconductor-digest.com/2017/03/walker-discusses-emergence-of-new-business-models-in-semiconductor-industry/> (дата обращения: 10.12.2024).

⁸ По данным международной консалтинговой компании McKinsey & Company. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/public-sector/our-insights/the-chips-and-science-act-heres-whats-in-it#/> (дата обращения: 10.12.2024).

Возникновение новых точек развития и расширение существующих производств в перспективе повышает риски перепроизводства и, вероятно, окажет сильное ценовое давление уже в среднесрочной перспективе (в части менее технологичных «базовых» чипов и изделий из них) и, как следствие, может вызвать новую волну тарифных и экспортных ограничений в отношении отдельных стран-производителей, в том числе на чипы «прошлых» поколений.

Исследования в части анализа экономики и индустриальной модели развития радиоэлектронной (электронной) промышленности имеют широкое распространение в зарубежной литературе (например, D. Erns [4, 5, 6]), в том числе по тематике доминирующих трендов отрасли (например, S.K. Saha [7]) и особенностям функционирования национальных РЭП (например, [8, 9, 10, 11]).

Исторически российская электронная промышленность является составной частью оборонно-промышленного комплекса страны, а ряд выпущенных российских исследований связан с рассмотрением проблематики и специфики развития отрасли как составной части ОПК – основы российского высокотехнологического сектора (И.Э. Фролов [12, 13] и пр. [14, 15]). Большинство новых работ посвящено описанию отрасли в отрыве от ее «оборонного» прошлого, в частности в качестве составной части ИКТ (О.Б. Кошовец, Н.А. Ганичев, М.А. Бендииков [16, 17]). Ряд статей по тематикам текущего состояния, особенностям функционирования, перспективам развития и источникам финансирования РЭП был подготовлен авторами, принявшими непосредственное участие в формировании программных документов стратегического развития отрасли на долгосрочную перспективу (В.В. Шпак [18, 19], А.В. Фомина [20, 21]) или анализировавшими реализацию соответствующих программных мероприятий (В.Г. Когденко [22]).

Оценка основных тенденций развития российской радиоэлектронной промышленности. Советская радиоэлектронная промышленность была сформирована в 1960 гг. на базе предприятий оборонной промышленности. Отрасль производила широкую номенклатуру продукции, закрывая все основные потребности военного и гражданского секторов страны. В основных нишах радиоэлектронной продукции по уровню технологического развития СССР был близок к паритету с США, по ряду

направлений – имел лидирующие позиции (СВЧ-электроника, вакуумная техника). Но уже в 1970 гг. в части микроэлектроники (в том числе в сегменте высокоточного машиностроения, создании средств проектирования микросхем и производства высокочистых материалов) сформировалось отставание от США не менее одного поколения и в дальнейшем оно только нарастало [23].

В СССР функционировала самодостаточная замкнутая система разработки и создания радиоэлектронной продукции, в том числе военного и двойного назначения (включая атомную и космическую промышленность) на уровне мировых стандартов, а также были сформированы устойчивая многоуровневая кооперационная цепочка и система подготовки квалифицированных кадров для отрасли.

Распад СССР привел к деградации сложившейся системы разработки и производства, более того, были утрачены технологии производства электронной компонентной базы (ЭКБ) 70-80-ых годов разработки, необходимой для выпуска военной техники и вооружений [24]. Формирование новой промышленной политики в отношении РЭП и увеличение мер поддержки привели к ряду положительных сдвигов в части восстановления производств и освоения утраченных технологий. Но на начало 2022 года сохранялось существенное технологическое отставание во всех ключевых сегментах РЭП. Указанное в том числе связано с качественно более низким уровнем развития ЭКБ. Отечественные производители микроэлектроники имеют возможность производить чипы по топологическим нормам 65 нм (серийно 90 нм), в то время как ведущие компании США, Европы и Тайваня используют в производстве техпроцессы вплоть до 3 нм. Производство по технологическим нормам 28 нм на 300-мм кремниевых пластинах предполагается освоить после 2030 года, при этом крупнейшие мировые производители освоили данный техпроцесс с 2009 года. Наиболее передовые производители полупроводниковой продукции работают над переходом к массовому выпуску чипов по техпроцессу 2 нм (переход на 1,4 нм техпроцесс ожидается в 2027 году).

Между тем, в России имеется задел в разработке отдельных видов конечной продукции и создании сервисов на их основе, но он слабо реализован в массовом сегменте рынка. В отдельных нишах производится конкурентная продукция, в том числе

поставляемая на экспорт. Это, в первую очередь, относится к электронным устройствам специального назначения, имеющим повышенные требования к надежности, которые изготавливаются по техпроцессам 130 нм и выше. Такие изделия преимущественно используются в военной и космической аппаратуре, устройствах, работающих в условиях воздействия ионизирующего излучения. Также на экспорт поставляются относительно простые изделия (микросхемы управления питанием, RFID-чипы, кристаллы (чипы) электронных компонентов (диоды, транзисторы, ограничители и регуляторы напряжения и т.д.) на кремниевых пластинах диаметром 100- и 150-мм). При этом внутреннее потребление электронной продукции в военной и космической сферах преимущественно обеспечивалось российскими компаниями, в том числе за счет ограничений на использование импортной продукции. Отдельно следует отметить, что согласно данным о загрузке мощностей предприятий отрасли – они в среднем находились ниже 50%⁹.

Компетенции российских компаний и их специализация во многом определяла структурный облик отрасли. Радиоэлектронную промышленность России можно разделить на три основные группы:

- компании с госучастием;
- частные компании;
- дочерние и совместные предприятия с иностранным участием.

Первая группа обеспечивает более 60% выпуска отрасли, но преимущественно связана с поставкой продукции для нужд оборонного сектора или госкомпаний. В целом внутреннее производство имеет оборонную направленность: более половины выпуска обеспечивают организации, включенные в контур ОПК.

В сегменте массовой бытовой электронной техники и другой массовой продукции внутренний спрос удовлетворялся или за счет импорта (часть российских компаний выступали в роли дистрибьютеров) или локальными производствами транснациональных иностранных компаний: Samsung и LG (бытовая техника), Bosch (автомобильные комплектующие и компоненты) и прочие.

⁹ Минпромторг России. Точки роста электронной промышленности Российской Федерации. URL: <https://www.moglino.ru/upload/iblock/9db/Elektronnaya-promyshlennost.pdf>; <https://www.mckinsey.com/industries/public-sector/our-insights/the-chips-and-science-act-heres-whats-in-it#/> (дата обращения: 10.12.2024).

В 2022 году в отношении России реализовались риски полного отсечения отечественных гражданских компаний от электронной компонентной базы ряда ключевых иностранных компаний, обеспечивающих в отдельных сегментах 80-90% поставок комплектующих. Были полностью или частично приостановлены локальные производства, в том числе по причине нарушения поставок импортных комплектующих. Российский рынок и производственные компании РЭП оказались в новых для себя условиях. Но несмотря на снижение доступности импорта, с 2022 г. формально отмечается как резкое увеличение масштабов рынка (повышение спроса на продукцию РЭП), так и одновременно ускорение внутреннего выпуска радиоэлектронной продукции.

Объем рынка радиоэлектронной продукции в 2023 г. мог достигнуть 6,1 трлн руб. (рост с 2017 г. в 1,8 раза). По разным оценкам, до 2022 года до половины рынка приходилось на закупки государства и госкомпаний (оборонный заказ, 44-ФЗ и 223-ФЗ). Текущие оценки предполагают, что оборонный заказ может формирует около 40%¹⁰ объема рынка, еще 30% – на продукцию инвестиционного спроса (телекоммуникационное оборудование, средства промышленной автоматизации для производства), в котором высока доля закупок госкомпаний, еще 30% – массовая потребительская продукция.

В части рынка гражданской продукции порядка 60% приходится на три сегмента: потребительская электроника, вычислительная техника и средства связи (телекоммуникационное оборудование). Последние два характеризуются исключительно высокой долей импорта, при этом значимая часть закупок в отдельных нишах данных сегментов приходится на государство и госкомпании.

Объем производства радиоэлектронной продукции в России в 2023 г. составил 2,63 трлн руб. (рост с 2017 г. в 2,5 раза)¹¹. В структуре выпуска около половины приходится на изделия военного назначения, на радиолокационное и радионавигационное оборудование – более 10%, на коммуникационное, теле-

¹⁰ Сетевое издание «Elec.ru». Деловая программа мероприятия *ExpoElectronica*, круглый стол «Исследование российского рынка электроники». URL: <http://www.elec.ru> (дата обращения: 10.12.2024).

¹¹ Примечание автора: по оценке Ассоциации разработчиков и производителей электроники, по итогам 2023 г. на российскую продукцию на внутреннем рынке пришлось около 35% или в абсолютном значении около 2,1 трлн руб.

и радиопередающее оборудование – около 10%, на инструменты и приборы для измерения, контроля и испытаний и компьютерную технику и периферийное оборудование – по 6%¹². Доля российской гражданской радиоэлектронной продукции в общем объеме внутреннего рынка составляла около 30%, в том числе на регулируемом рынке (госзакупки и закупки госкомпаний) – около 50%. При этом еще в 2020 г. на долю продукции российского производства приходилось около 23% (или 285 млрд руб. при объеме данного сегмента выше 1 трлн руб.). В 2023 г. согласно данным статистики закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд, в части продукции, в отношении которой установлена минимальная доля закупок российских товаров, предусмотренная статьей 30.1 Закона № 44-ФЗ, по позициям радиоэлектронной продукции, с наибольшим объемом (в стоимостном выражении) проведенных закупок, доля уже в основном выше 70%¹³.

По итогам 2024 г. выпуск продукции РЭП может составить около 3,5 трлн руб., что предполагает дальнейшее увеличение доли продукции, обеспеченной внутренним производством.

Публикуемые данные Минпромторгом России, реализующим единую промышленную политику в отношении отрасли, носят фрагментарный характер, при этом претерпевают методические изменения за счет включения тех или иных сегментов/групп компаний. Следует отметить, что министерство использует ведомственный подход, а к составу РЭП отнесены не только предприятия с соответствующими кодами ОКВЭД 2¹⁴, но также научные организации и предприятия, чей основной вид деятельности не связан с выпуском изделий РЭП (например,

¹² На основе данных за 2021 г.

¹³ Сводный аналитический отчет о результатах мониторинга закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд, а также закупок товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц за 2023 г. Минфин России. URL: https://minfin.gov.ru/common/upload/library/2024/05/main/Svodnyy_2023.pdf (дата обращения: 10.12.2024).

¹⁴ Согласно Приказу Минпромторга России от 14.04.2022 N 1440 «О внесении изменений в перечень распределения кодов классифицируемых группировок видов экономической деятельности, содержащихся в Общероссийском классификаторе видов экономической деятельности (ОКВЭД 2), и кодов классифицируемых группировок продукции по видам экономической деятельности, содержащихся в Общероссийском классификаторе продукции по видам экономической деятельности (ОКПД 2), за структурными подразделениями Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, утвержденный приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 14 декабря 2020 г. N 4343».

у АО «Концерн ВКО "Алмаз – Антей"» код 25.40 – Производство оружия и боеприпасов). Указанное не позволяет обеспечить единство с ведомственными данными при реконструкции показателей РЭП на основе данных Росстата. Использование иных информационных источников позволяет более детально рассмотреть отдельные аспекты функционирования РЭП. В частности, радиоэлектронная промышленность может быть описана на основании статистической информации Росстата через группировку данных согласно следующим кодам ОКВЭД 2 – 26.1-5, 26.8, 27.3, что дает информацию по производственному агрегату сектора информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) согласно классификации (группировки) Минцифры России. Реконструкция основных экономических показателей радиоэлектронной промышленности в период 2017-2024 гг. на основе различных источников информации представлена в таблице 1.

Таблица 1

Реконструкция основных экономических показателей
русской радиоэлектронной промышленности в 2017-2024 гг.

Показатель	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Ведомственные данные Минпромторга России по радиоэлектронной промышленности								
Объем рынка радиоэлектронной продукции, трлн руб.	3,4	3,5	3,5	3,7	4,1	н/д	6,1	н/д
Объем производства радиоэлектронной продукции, трлн руб.	0,7	н/д	1,0	1,5	1,69	2,2	2,6	3,5
Численность работников РЭП, тыс. чел.	290	н/д	389	398	409	410	438	н/д
Данные статистики и расчеты по производственному агрегату сектора ИКТ								
Выпуск продукции, трлн руб.	1,2	1,2	1,3	1,3	1,8	2,3	3,0	н/д
Валовая добавленная стоимость, трлн руб.	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	1,1	н/д
Инвестиции, млрд руб.	56	55	47	57	87	93	177	н/д
Отношение инвестиций к выпуску	4,5%	4,4%	3,5%	4,3%	4,8%	4,0%	5,8%	н/д
Отношение ВДС к выпуску	40,1%	43,0%	41,9%	42,2%	41,8%	34,0%	35,2%	н/д
Рентабельность (отношение прибыли к выпуску)	8,6%	8,2%	8,6%	8,9%	8,6%	0,3%	5,2%	н/д

Источники: оценки автора по данным Минпромторга России, Росстата и открытой печати.

Существенное увеличение выпуска РЭП наблюдается после 2020 г., но если в 2021 г. его скорее можно связать с восстановительным ростом после пандемии, то после 2022 г. – вследствие

влияния новых условий. При этом столь существенное увеличение вызвано не только дополнительным спросом на отечественные изделия в рамках программ импортозамещения госкомпаний и оборонного сектора, но и с ослаблением национальной валюты, как следствие, удорожания иностранных комплектующих.

Обращает на себя внимание снижение отношения ВДС к выпуску и падение рентабельности, что может быть обусловлено увеличением вклада гражданской продукции. Только в 2023 г. опережающую к производству динамику показали инвестиции. Ряд российских гражданских компаний переходит от дистрибуции импортной конечной продукции к созданию собственных производств, что косвенно подтверждается резким увеличением стоимости оборудования для производства электроники, используемого для установки компонентов на платы, сборки и ростом производства элементов электронной аппаратуры и печатных схем (плат). Это должно поддержать рост выпуска в последующие годы.

На основании данных по производственному агрегату сектора ИКТ может быть проанализирована структура выпуска продукции РЭП (таблица 2).

Формально рост обеспечен широкой номенклатурой продукции, за исключением сегмента бытовой электроники. Опережающую динамику показало производство компьютеров и периферийного оборудования (к 2023 г. по сравнению с 2017 г. рост более чем в 5 раз, а к 2024 г., по оценке, – в 8 раз), что преимущественно связано с реализацией программ импортозамещения в компаниях с государственным участием.

Дополнительно для анализа могут быть использованы данные по производству компьютеров, электронных и оптических изделий и выпуску полупроводников приборов (в абсолютном выражении, таблица 3). В частности, в 2024 г. темп роста выпуска соответствующих видов деятельности (за январь-октябрь 2024 г. к аналогичному периоду прошлого года) составил 135%. При этом выпуск полупроводниковых приборов (в абсолютном выражении) прирос за аналогичный период менее 1%. Это косвенно указывает на увеличение импорта комплектующих и ЭКБ при производстве российской продукции, а определяющим для динамики выпуска РЭП остается конечная продукция.

Таблица 2

Изменение структуры и объема производства радиоэлектронной промышленности (по отгруженной продукции) в 2017-2024 гг.

Вид деятельности	2017	2021	2022	2023	2024 (оценка)	Изменение доли в РЭП с 2017 по 2014 гг.		Изменение объема с 2017 по 2023 гг., раз
						с 2017 по 2023 гг.	с 2017 по 2024 гг.	
Производство элементов электронной аппаратуры и печатных схем (плат)	9,9%	9,0%	8,2%	10,1%	9,2%	-0,7 п.п.	+0,2 п.п.	2,4
Производство компьютеров и периферийного оборудования	5,8%	4,6%	12,2%	13,3%	15,7%	+9,9 п.п.	+11,2 п.п.	5,2
Производство коммуникационного оборудования	19,1%	23,0%	13,4%	14,8%	16,9%	-2,1 п.п.	-6,0 п.п.	1,8
Производство бытовой электроники	6,5%	11,3%	4,2%	2,6%	1,5%	-5,0 п.п.	-9,8 п.п.	0,9
Производство незаписанных магнитных и оптических технических носителей информации	0,3%	0,4%	0,5%	0,6%	0,3%	0 п.п.	-0,1 п.п.	3,8
Производство кабелей и кабельной арматуры	17,8%	20,1%	21,0%	18,9%	16,8%	-1,0 п.п.	-3,3 п.п.	2,4
Производство контрольно-измерительных и навигационных приборов и аппаратов; производство часов	40,6%	31,7%	40,5%	39,7%	39,5%	-1,0 п.п.	7,8 п.п.	2,3

Источники: расчеты автора по данным Росстата.

Согласно утвержденной в 2020 г. Стратегии развития электронной промышленности РФ до 2030 года объем производства отрасли должен к 2030 году вырасти до 6,3 трлн руб., при этом внутреннее производство должно обеспечивать не менее 70% (рынок – до 9 трлн руб.) и к 2035 г. – 75%. На регулируемом рынке (в сегменте госзаказчиков и госкомпаний) к 2030 году доля российской радиоэлектроники должна вырасти до не менее 95%.

Таблица 3

Отдельные показатели выпуска продукции радиоэлектронной промышленности в 2017-2024 гг.

Показатель	2019	2020	2021	2022	2023	2024 (октябрь)
Изменение объемов промышленного производства компьютеров, электронных и оптических изделий, изм. г/г в %	10,6	3,3	9,9	9,4	32,8	34,8 ¹⁵
Приборы полупроводниковые и их части, млн штук	29,4	25,5	39,6	42,3	54,7	42,4
Приборы полупроводниковые и их части, изм. г/г в %	-38,9	-13,3	55,3	6,8	29,3	0,5 ¹⁴
Компьютеры, их части и принадлежности, млрд руб.	35,2	50,7	47,0	88,9	154,0	н.д.
Компьютеры, их части и принадлежности, изм. г/г в %	-4,9	44,0	-7,3	89,1	73,2	17,0 ¹⁴
Производство процессоров и контроллеров, млн шт.	11,5	7,5	10,3	9,8	8,1	н.д.

Источники: расчеты автора по данным Росстата, аналитической компании *BusinesStat*.

Сложившаяся ситуация с динамичным ростом выпуска продолжит наблюдаться в среднесрочном периоде за счет замещения иностранной продукции со стороны госкомпаний и государства, в том числе за счет дополнительного спроса ОПК. Дальнейший устойчивый рост выпуска и приближение к целевым показателям утвержденной стратегии возможны за счет интенсификации инвестиций и расширения мер поддержки, в том числе ограничительного характера, способствующих расширению новых источников предложения (законодательные инициативы, предусматривающие полный запрет со стороны госкомпаний на приобретение иностранной радиоэлектронной продукции, или уже принятые, например, ограничения для операторов сотовой связи по использованию с 2028 г. зарубежных базовых станций.)¹⁶. Кроме того, дополнительные драйверы могут находиться в развитии смежных отраслей (прежде всего новые точки роста спроса со стороны авиастроения, судостроения и, потенциально, автомобилестроения).

¹⁵ За период январь-октябрь 2024 к аналогичному периоду 2023 г.

¹⁶ Минпромторг просят поддержать запрет на импортную электронику для госкомпаний // Ведомости. URL: <https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2024/07/30/1052734-minprom-torg-prosyat-podderzhat-zapret-na-importnuyu-elektroniku-dlya-goskompanii> (дата обращения: 10.12.2024).

С точки зрения мировых трендов в качестве ключевого драйвера, формирующего дополнительный спрос в среднесрочной перспективе, отмечается использование генеративного искусственного интеллекта и других инновационных технологий. К 2030 г. ожидается, что наибольший спрос на микроэлектронику в мире придется на: центры обработки данных (вычислительная инфраструктура), транспорт (увеличение числа электронных компонентов), промышленность (цифровизация и повышение автономности технологических процессов). Следует отметить, что одним из трендов последних лет является повышение спроса на относительно дешевые технологические решения (более 55 нм). Такие решения составляют около 50% всех производственных мощностей, и ожидается их дальнейшее расширение для удовлетворения роста спроса в промышленности, в транспорте, в потребительской электронике. Текущие планы предполагают освоение к 2028 году серийного выпуска с топологией 65 нм процессоров.

Вместо заключения: государственная поддержка российской радиоэлектронной промышленности на современном этапе. Основы современной единой государственной политики в области развития российской радиоэлектронной промышленности были заложены в 2005-2007 гг. и были связаны с формированием Стратегии развития электронной промышленности на долгосрочную перспективу и соответствующих федеральных целевых программ, в рамках которых происходило финансирование ключевых мероприятий поддержки отрасли. Внимание в первую очередь было уделено развитию его военной составляющей и парамилитарных технологий, восстановлению утраченных технологий и частичному обновлению производственной базы, при этом в дальнейшем декларировалась возможность встраивания в мировые цепочки поставок и привлечение иностранных компаний технологических партнеров для трансфера технологий и создания современных производств. Инструменты целевой поддержки отрасли (бюджетное финансирование НИОКР, капитальных вложений в основные фонды) реализуются в рамках мероприятий федеральных целевых программ «Развитие оборонно-промышленного комплекса РФ на 2007-2010 годы и на период до 2015 года», «Глобальная

навигационная система» и подпрограммы «Развитие электронной компонентной базы на 2007-2011 годы» (в дальнейшем в рамках ФЦП «Развитие электронной компонентной базы и радиоэлектроники на 2008-2015 годы»). Основными целями было восстановление производств и разработка национальной ЭКБ преимущественно специального и парамилитарного назначения. Масштабы финансовой поддержки были ограничены, а финансовая помощь осуществлялась только в отношении предприятий так или иначе относимых к оборонному комплексу. На базе ключевых предприятий отрасли, акции которых были в собственности государства, были сформированы вертикально-интегрированные структуры. Отрасль характеризовалась малыми масштабами выпуска и слабым участием в мировых цепочках создания электронной продукции, высокой зависимостью от иностранных средств производства (оборудования). В сложившихся условиях ускоренное закрытие технологического гэпа с передовыми иностранными компаниями было невозможно. Развитие гражданской составляющей длительное время оставалось без существенной поддержки государства, а в части предприятий, относимых к оборонному комплексу – зачастую воспринималось как «побочное» производство. Меры поддержки спроса на гражданскую продукцию РЭП не были внедрены.

Оказывалась точечная поддержка попыток «клонирования» иностранных производств ЭКБ, в том числе с топологией 65 нм. В 2013 г. ПАО «Микрон» изготовил тестовые образцы микросхем, созданных по технологии 65 нм, но серийное производство так и не было запущено.

Внимание государства к системному развитию электронной промышленности усилилось после 2014 г. Это обусловлено резким ростом рисков нарушения целостности производственных цепочек в военном секторе и прецедентами удаленного отключения оборудования в ОПК и на объектах энергетической инфраструктуры (удаленно были отключены промышленные компрессоры производства LMF, используемые ПАО «Газпром»). В 2016 г. были введены санкции в отношении предприятий (ПАО «Микрон», АО «Ангстрем», АО «Ангстрем-Т» и прочие), в том числе производящих ЭКБ, которые имели широкий перечень иностранных партнеров-поставщиков комплектующих,

материалов и оборудования. В 2022 году были введены санкции в отношении оставшихся крупных производителей: «Аквариус», Yadro, «Байкал Электроникс», МЦСТ, НПЦ «Элвис» и пр.

Дальнейшее развитие электронной промышленности рассматривается как с точки зрения обеспечения технологической независимости страны и информационной безопасности, так и формирования новых производств с высоким уровнем добавленной стоимости, в том числе в долгосрочной перспективе, имеющих экспортный потенциал. Предполагалось создание собственных производств для удовлетворения потребностей ОПК и госсектора в части замены импорта в критической инфраструктуре путем замещения поставщиков из «недружественных стран» и переориентацией на ряд азиатских стран. Потребности в финансировании для обеспечения устойчивого развития РЭП не соответствовали фактически выделяемому объему средств. Данные по параметрам бюджетных ассигнований на цели развития отрасли варьируются в зависимости от включения в них ассигнований по оборонно-ориентированной программе. Согласно отчету Минпромторга России, в период 2016-2018 гг. они могли находиться на уровне 45-50 млрд руб. ежегодно¹⁷, в том числе по гражданским направлениям – около 10 млрд руб. в год. В 2020 г. параметры финансовой целевой поддержки составляли около 30 млрд руб. (без объемов финансирования по парамилитарным направлениям).

После усиления санкционного давления ключевой задачей является поддержание бесперебойного производства высокотехнологичной продукции для удовлетворения гражданских и военных потребностей государства. Параметры текущего финансирования РЭП в части прямой финансовой поддержки на период 2020-2024 гг. составляют 430,4 млрд руб., в том числе в 2023 г. – 147,6 млрд руб. и в 2024 г. – 232,2 млрд руб. Предварительно с 2025 по 2027 годы на поддержку радиоэлектронной промышленности государство выделит 246,1 млрд руб. По оценкам Минпромторга России, требуемый объем финансирования РЭП в период 2021-2030 гг. превышает 1 трлн руб.

¹⁷ Доклад о целях и задачах Минпромторга России на 2019 год и основных результатах деятельности за 2018 год. URL: <https://minpromtorg.gov.ru/docs/9c2b2ccd-8382-4550-855b-0445b022b92b> (дата обращения: 10.12.2024).

Кроме того, расширяются масштабы поддержки спроса на отечественную продукцию. Нормативно установлена минимальная доля приобретения российской продукции, в том числе отдельных видов электронной продукции и комплектующих, в рамках квотирования госзакупок, а также введены ограничения (в том числе правило «второй лишней») госзакупок некоторых видов электроники и медицинской техники зарубежного производства.

Расширяется перечень механизмов поддержки (например, субсидирование льготных кредитов производителям электронной техники). Внедряются налоговые льготы – пониженные ставки по налогу на прибыль: 8% в федеральный бюджет и 0% – в региональные, а также тарифы страховых взносов – 7,6%.

Стоит отметить, что существенным отличием в инструментарии мер поддержки, в частности, от китайских программ – отсутствие специального финансового института развития отрасли.

В целом обозначенные объемы поддержки, в условиях расширяющихся протекционистских мер, могут быть достаточны для поддержания развития отрасли в части повышения уровня локализации выпускаемой номенклатуры продукции и освоения отдельных технологий. Вместе с тем, отдельной темой исследования может быть оценка эффективности таких мер поддержки и «компенсация» ими недостатка прямого финансирования капитальных вложений со стороны государства.

Список литературы

1. Ernst D. *A New Geography of Knowledge in the Electronics Industry? Asia's Role in Global Innovation Networks* // *East-West Center Policy Studies series*. 2009. №54. URL: https://www.files.ethz.ch/isn/104328/ps054_2.pdf (дата обращения: 10.12.2024).
2. Katz M. L., Shapiro Carl. *Network Externalities, Competition, and Compatibility* // *The American Economic Review*. 1985. Vol. 75. No. 3. Pp. 424-440.
3. Sheremata W.A. *Competing Through Innovation in Network Markets: Strategies for Challengers*. *Academy of Management Review*. 2004. 29(3). Pp. 359–77.
4. Ernst D., Luethje B. *Global Production Networks, Innovation, and Work: Why Chip and System Design in the IT Industry are Moving to Asia* // *East-West Center Working Papers*. 2003. No. 63. URL: https://www.researchgate.net/publication/5021348_Global_Production_Networks_Innovation_and_Work_Why_Chip_and_System_Design_in_the_IT_Industry_are_Moving_to_Asia (дата обращения: 10.12.2024).
5. Ernst D. *The Economics of the Electronics Industry: Competitive Dynamics and Industrial Organization* // *The International Encyclopedia of Business and Management (IEBM), Handbook of Economics*. London: International Thomson Business Press. 2022. URL: https://www.researchgate.net/publication/5021292_The_Economics_of_Electronics_Industry_Competitive_Dynamics_and_Industrial_Organization (дата обращения: 10.12.2024).

6. Ernst D. Beyond the 'Global Factory' Model: Innovative Capabilities for Upgrading China's IT Industry. *International Journal of Technology and Globalization*. 2007. 3(4). Pp. 437–60.
7. Saha S.K. Emerging Business Trends in the Microelectronics Industry // *Open Journal of Business and Management*, 2016, № 4. pp. 105–113.
8. Chang Yuan-Chieh, Chin-Tay Shih. Hooking up Local and National Innovation Networks: A Study of Foreign-Affiliated R&D Centers in Taiwan // Paper Greater China's Innovative Capacities: Progress and Challenges" co-sponsored by SPRIE/Stanford University and CISTP/Tsinghua University, 2006.
9. Rasiah R. The industrial policy experience of the electronics industry in Malaysia // *WIDER Working Paper Series wp-2015-123*, World Institute for Development Economic Research (UNU-WIDER). 2015.
10. Alice H. Amsden, Wan-wen Chu. Beyond Late Development: Taiwan's Upgrading Policies // MIT Press Books, The MIT Press. 2003. edition 1. vol. 1. 223 p.
11. Chang Yanzi, Berenguer Gemma, Zhang, Zhi-Hai. A subsidized reverse supply chain in the Chinese electronics industry // *Omega*, Elsevier. 2024. vol. 122(C). <https://doi.org/10.1016/j.omega.2023.102937>
12. Фролов И.Э. Оценка развития российского высокотехнологического комплекса в условиях низкой инфляции и ограниченности господдержки // *Проблемы прогнозирования*. 2019. № 4. С. 3–15. URL: <https://ecfor.ru/publication/tendentsii-razvitiya-rossijskogo-opk-v-2011-2017-gg/> (дата обращения: 10.12.2024).
13. Фролов И.Э. Возможности и проблемы модернизации российского высокотехнологического комплекса // *Проблемы прогнозирования*. 2011. № 3. С. 31–55.
14. Борисов В.П. Революция в электронике и формирование отечественной высокотехнологической отрасли промышленности // *Управление наукой: теория и практика*. 2020. Т. 2. № 2. С. 129–149. <https://doi.org/10.19181/smtpr.2020.2.2.6>.
15. Макушин М. Развитие бизнес-моделей электроники: зарубежный опыт и актуальность для России. Ч. 1 // *Электроника: наука, технологии, бизнес*, 2017. № 4. С. 44–54.
16. Кошовцев О.Б., Ганичев Н.А. Долгосрочные перспективы развития российского информационно-коммуникационного комплекса. *Проблемы прогнозирования*, 2011. №6. С.53–71.
17. Бендиков М.А., Ганичев Н.А. Электронная импортозависимость и пути ее преодоления (на примере космической промышленности) // *Экономический анализ: теория и практика*. 2015. №3 (402). С. 2–17.
18. Шпак В. В. Стратегия развития электронной промышленности Российской Федерации и её финансовое обеспечение. *Экономика науки*. 2021; 7(3):195–204. <https://doi.org/10.22394/2410-132X-2021-7-3-195-204>.
19. Шпак В. В. Формирование организационно-управленческой модели реализации «стратегии развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года» // *Вестник ЧелГУ*. 2021. №3 (449). С. 10–23. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-organizatsionno-upravlencheskoy-modeli-realizatsii-strategii-razvitiya-elektronnoy-promyshlennosti-rossiyskoy> (дата обращения: 10.12.2024).
20. Фомина А.В., Французова В.В., Корначев Д.В. Формирование национальной модели поддержки отечественного производителя радиоэлектронной продукции на основе международного опыта. *Экономические стратегии*. 2016. № 3. Режим доступа: https://www.ines-net.ru/wp-content/mag_archive/2016_03/es2016-03-016-25_Fomina_Frantsuzova_Kornachev.pdf
21. Батьковский А.М. Фомина А.В. Влияние рынка на объемы производства диверсификационной продукции // *International Journal of Professional Science*, 2021г. Вып. 1 С. 35–42.
22. Коденко В.Г., Казакова Н.А., Санжаров А.А. Мониторинг реализации стратегии развития электронной промышленности Российской Федерации // *Проблемы прогнозирования*. 2021. № 6 (189). С. 135–143. DOI: 10.47711/0868-6351-189-135-143
23. Брыкин А. Причины системных проблем в развитии радиоэлектронной и электронной промышленности России Часть 3. 1950–1990 годы. Журнал «ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ». 2021. №6 (00207). С.130–138. DOI: 10.22184/1992-4178.2021.207.6.130.138
24. Брыкин А. Причины системных проблем в развитии радиоэлектронной и электронной промышленности России Часть 4. Конец 1970 х – начало 2000 х годов. Журнал «ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ». 2021. №7 (00208). С. 82–92. DOI: 10.22184/1992-4178.2021.208.7.82.94

Для цитирования: Тресорук А.А. Состояние радиоэлектронной промышленности: формирование новых тенденций развития // Научные труды. Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. 2024. № 4. С. 115-134.
DOI: 10.47711/2076-3182-2024-4-115-134.

Summary

STATE OF THE RADIOELECTRONIC INDUSTRY: FORMATION OF NEW DEVELOPMENT TRENDS

TRESORUK Andrey A., Cand. Sci. (Econ.), tresoruk85@gmail.com,
Researcher, Institute of Economic Forecasting RAS, Moscow, Russia,
ORCID: 0000-0002-1575-6260

Abstract. This article examines the state, composition, and structure of the Russian radioelectronic industry, as well as the formation of new development trends. This includes the adaptation of the industry to new operational conditions that have arisen due to extensive sanctions and the government's responsive actions to recalibrate the support and stimulation system for accelerated import substitution. The informational basis of the research is an expanded statistical reconstruction of the main economic indicators of the radioelectronic industry. The working paper also addresses current global trends in the development of the radioelectronic industry that will impact the Russian economy in the medium term.

Keywords: high-tech industry, radioelectronic industry, import substitution, sanctions, strategic development, industrial policy

For citation: *Tresoruk A.A.* State of the Russian Radioelectronic Industry: Formation of the New Development Trends // Scientific works: Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences. 2024. No. 4. Pp. 115-134.
DOI: 10.47711/2076-3182-2024-4-115-134