

# Причины системных проблем в развитии радиоэлектронной и электронной промышленности России

Часть 1. Период 1917–1945 годы

А. Брыкин, д. э. н.<sup>1</sup>

УДК 621.37 | ВАК 05.27.01

Развитие производственно-технологического комплекса электронной и радиоэлектронной отрасли связано с приоритетами в развитии промышленности и страны в целом. Ситуация, которая сегодня сложилась в отрасли, была предопределена веком раньше и запрограммирована еще 40–60 лет назад. Недальновидные приоритеты государственного научно-технического развития, ведомственная разобщенность и ошибки планирования развития новых индустрий, Первая и Вторая мировые войны, Гражданская война, изоляция страны от международной кооперации, начиная с непризнания и бойкота СССР, режима КОКОМ и санкций в сочетании с накопившимся колоссальным недофинансированием отрасли, обусловили долгосрочное системное отставание российской электроники от конкурентов. Цикл из трех статей посвящен попытке ответить на вопрос: возможно ли переломить ситуацию, сложившуюся из-за череды стратегических просчетов прошлых периодов развития страны и может ли это произойти при реализации Стратегии развития электронной промышленности до 2030 года?

**И**з Стратегии развития электронной промышленности России до 2030 года (далее – Стратегия), принятой распоряжением Правительства РФ от 17 января 2020 года № 20-р, следует, что «электронная промышленность – отрасль экономики, связанная с разработкой и производством электронного оборудования, модулей, компонентов и встраиваемого программного обеспечения» [1]. Несмотря на всеобщую цифровизацию экономики, доля электронной промышленности в ВВП Российской Федерации составляет всего 1,8%.

Стратегия фиксирует, что главная проблема в производственно-технологической области – это дефицит, а в некоторых областях отрасли и отсутствие современного российского производственного, контрольно-измерительного и испытательного оборудования, отдельных видов полупроводниковых материалов, эпитаксиальных структур, специальных материалов, российских средств автоматизированного проектирования, системного программного обеспечения и систем управления базами данных. Данный факт в значительной степени тормозит освоение производства конкурентоспособной высокотехнологичной электронной продукции.

Закупка готового оборудования, в основном иностранного производства, не развивает внутреннее производство, а мелкосерийное производство (в основном, оборонные заказы) не внедряет инновационные разработки и в ряде случаев лишает рентабельности изготовителя [1]. Проблема импортозамещения и обеспечения импорто-независимости в области радиоэлектронной промышленности на сегодняшний день не решена.

В стране нет единого органа, уполномоченного развивать отрасль в ее аппаратной и программной компонентах. В России твердотельных типов электронной компонентной базы (ЭКБ) разработано всего около 200 – и это за последние 15 лет. Наиболее критичные компоненты приходится закупать у зарубежных фабрик, так как российских аналогов пока нет [2, с. 74]. Доля отечественного экспорта не достигает 1%.

Возникают вопросы: что явилось причиной столь плачевных результатов? Какие события привели к этому? Возможно, анализ ошибок прошлого позволит не допустить их в будущем и поможет принять правильные решения в настоящем.

Проведя ретроспективный анализ понимания сущности электронной промышленности, следует согласиться с выводами Б.Н.Авдонина и В.В.Мартынова: «Электронная промышленность как термин носит

<sup>1</sup> Финансовый университет при Правительстве РФ, профессор; НИЯУ МИФИ, профессор, e-mail: brka@mail.ru.

административно-управленческий характер и во многом имеет конъюнктурную историю создания и развития. Он полностью зависит от структуры управления экономикой государства и взглядов руководителей страны на самостоятельное (обособленное) решение вопросов создания изделий электронной техники... Все его количественные показатели и критерии носят чисто условный характер... Например, изготовление электронной аппаратуры (телевизоры, видеоманитофоны и т. д.) в других отраслях промышленности СССР (радиопромышленности, промышленности средств связи, машиностроении) не относилось в СССР к электронной промышленности, хотя доля применяемых изделий электронной техники зачастую превышала 90% стоимости конечного изделия» [3].

Принято считать, что решение, принятое в 1961 году, формально дало старт развитию электроники. В СССР был образован Государственный комитет по электронной технике, который возглавил А. И. Шокин. Однако этому решению предшествовали долгие годы развития промышленности средств связи, электротехнической, радиотехнической и радиоэлектронной промышленности.

## ДОРЕВОЛЮЦИОННЫЙ И РЕВОЛЮЦИОННЫЙ ПЕРИОДЫ

В журнале Комиссии, рассматривающей вопросы соотношения государственной обороны и русской промышленности, 22 июня 1905 года было записано: «...Телефонные и электроосветительные аппараты, электрические кабели и проводники, всевозможные электрические приборы, а также кабели и тросы для мин инженерного ведомства... все эти предметы почти всецело выписываются из-за границы, так как в России нет фабрик, изготавливающих эти приборы... Ввиду большой и постоянно возрастающей потребности военного ведомства в этих приборах и материалах, а также для развивающейся промышленности и общественной жизни было бы необходимо установить в России изготовление всех вообще электрических приборов, электроосветительных аппаратов, проводников, кабелей и тросов, устроив для этого казенный завод или поощряя частную промышленность...» [4, с. 224–231].

Русское правительство, несмотря на достижения ученых (изобретение А. С. Попова), не оценило в должной мере их значимость и не предприняло никаких действий. В то же время в США и передовых странах Запада приоритет в развитии радиоаппаратуры был сформирован, в результате чего стали появляться в большом количестве новые, инновационные для своего времени, компании. По итогам дореволюционных реформ вновь формирующийся и быстро растущий рынок радиоаппаратуры России был отдан зарубежным компаниям, которые возглавляли Г. Маркони, З. Дюкрете, В. Сименс, К. Браун. Отечественные предприниматели не могли конкурировать с высокотехнологичными иностранными компаниями (*Siemens-Schuckertwerke*,

*Siemens & Halske, Telefunken, LM Ericsson & Co* и др.), захватившими рынок сбыта, а высококлассные специалисты концентрировались на локализованных зарубежных предприятиях Петрограда (на иностранных компаниях внутри России работало более семи тысяч человек). Попытки создать собственное предприятие «Общество беспроводных телеграфов и телефонов системы С. М. Айзенштейна» не вышли за пределы сборки аналогов иностранной аппаратуры на основе импортируемых комплектующих.

Первое промышленное предприятие радиоэлектронной отрасли появилось в России лишь 29 января 1913 года. Это было телеграфное депо Морского военного ведомства, которое собирало аппаратуру из иностранных комплектующих. Из письма председателя ЦВПК А. И. Горчакова от 30 августа 1915 года военному министру А. А. Поливанову: «Несмотря на крупное усиление производства, существование фабрики не в состоянии полностью удовлетворить потребности армии, и потому без сооружения новых предприятий приходится обращаться к заказам за границу... По отношению к предприятиям, изготавливающим телефоны, имеется налицо одно неблагоприятное обстоятельство: они все находятся в Петрограде (за исключением двух небольших фабрик, из которых одна находится в Юрьеве» [4, с. 523–524].

Все предприятия нового сегмента промышленности в России, кроме тех, что имели иностранных собственников, до 1917 года носили лабораторный характер. После Революции иностранные компании вывезли свои заводы из России, а оставшиеся мощности трех отечественных производств – Радиотелеграфный завод Морского ведомства, Русское общество беспроволочных телеграфов и телефонов (РОБТиТ), завод «Дека» – с 1918 года попеременно были законсервированы или находились в стадии дезорганизованного функционирования.

В 1918 году были национализированы немногочисленные остатки радиоэлектронной промышленности Советской Республики. Их передали в ведение Высшего совета народного хозяйства (ВСНХ), где был создан отдел электротехнической промышленности. Заводы вошли в состав Объединенных государственных электротехнических предприятий слабого тока. Согласно Декрету «О централизации радиотехнического дела Советской Республики» (от 19 июля 1918 года) комплекс подчинили Наркомату почт и телеграфов [5].

Электротрест, подчиняющийся отделу электропромышленности ВСНХ, с марта 1920 года включил эти предприятия в свой состав. 1 января 1922 года в Петрограде был создан Государственный электротехнический трест заводов слабого тока, формально объединивший 11 предприятий, с общей численностью работающих 1 400 человек. В рамках треста 1 августа 1922 года на территорию завода РОБТиТ был перемещен Петроградский завод пустотных аппаратов Н. А. Федорицкого. На его базе открыли первое в стране

электронное предприятие – электровакуумный завод, главным инженером которого стал С. А. Векшинский. Далее чехарда ведомственной разобщенности и переподчинения предприятий радиоэлектронной промышленности продолжилась вплоть до 1961 года.

## ДОВОЕННЫЙ ПЕРИОД

Появившееся на карте мира в 1922 году новое государство – СССР – представляло собой огромную полуразрушенную после горнил Первой мировой и Гражданской войн аграрную страну. Индустриализация для СССР в тот период была тождественна выживанию страны в более чем агрессивном макроэкономическом окружении.

К 1924 году состояние радиотелеграфного производства в стране было критическим, о чем 16 декабря по инстанции докладывал Главэлектро ВСНХ (Главное электротехническое управление ВСНХ). И уже 30 июня 1924 года от Совета труда и обороны ВСНХ поступает просьба о рассмотрении вопроса унификации электрорадиоизделий для военного ведомства. Такие обращения следовали непрерывно [3].

В 1925 году Электротехнический трест заключил договор с французской компанией о технической помощи в изготовлении радиоаппаратуры и радиоламп. «Зависимость от заграничного рынка в области радио приносит за собой другой ущерб. Трест принужден закупать во Франции отсутствующие на нашем рынке части, и вследствие довольно ограниченного подбора частей конструктор, применяя тот или другой прибор, не руководствуется заданной нормой (например, дальностью действия требуемого военведом образца, а в силу необходимости – такую превышает, иными словами, становится пленником прибора. Таким путем зачастую вес и размеры и, в конечном итоге, стоимость станции значительно увеличиваются. По указанному – вывод: необходимо в срочном порядке наладить в СССР производство всех деталей, необходимых для радиостроительства» [4, с. 608–609].

Впервые об индустриализации руководство страны заговорило на XXIV съезде ВКП(б), в конце 1925 года, констатируя, что еще довольно долгое время страна обречена быть преимущественно аграрной.

Основные цели индустриализации – преодоление технико-экономического отставания, обеспечение экономической независимости страны, создание мощной тяжелой и оборонной промышленности, машинно-технической базы для проведения коллективизации [6]. Никаких других приоритетов, связанных с развитием современных, на тот момент только зарождающихся, индустрий, не ставилось. Для проведения индустриализации было выделено три пятилетки с 1928 по 1941 год. Изначально грандиозный план «догнать и перегнать капиталистические страны» предполагал строительство 1200 промышленных объектов. Однако из-за нехватки финансирования внимание было

сосредоточено на 14-ти крупнейших системообразующих объектах: Магнитке, ТуркСибе, Уралмаше, Комсомольске-на-Амуре, ДнепроГЭСе и т. д. На них ушло более 50% всех ресурсов, доступных стране в тот период.

Вторая пятилетка ознаменовалась борьбой за качество и увеличение производительности. Третья делала упор на развитии химической, электрической промышленности и ВПК и была прервана войной.

В СССР ежегодно в период с 1922 по 1937 год вводилось до 700 фабрик и заводов (минимально 600). Масштаб производства в промышленности 1937 года был в 2,5 раза выше показателей 1913 года. Советский Союз по объемам промышленной продукции вышел на 2-е место в мире (в 1913 году Российская империя занимала по этому показателю 5-е место в мире). СССР в плане военном и экономическом стал полностью независимым государством, было достигнуто полное отсутствие безработицы (в 1928 году она составляла 12%) [7].

Несмотря на создание мощного промышленного базиса и быстрый старт практически с нуля, пятилетки индустриализации сопровождалась стратегическими просчетами в части целеполагания в отношении новых индустрий, которые советское правительство во многом игнорировало. Выстроенной системы научно-технического прогнозирования, увязанной с системой долгосрочного планирования развития промышленности, не существовало. Стратегической ошибкой следует считать и то, что для организации жесткого административного контроля над проектами индустриализации было создано 21 министерство и ведомство, каждое из которых стремилось к созданию собственной замкнутой монополии.

Затерявшиеся в ведомственной разобщенности зачатки радиоэлектронной промышленности были практически не заметны, они не воспринимались руководителями страны как нечто целостное и важное. Из доклада (30.11.1926) о состоянии мобилизационной готовности радиопромышленности СССР старшего помощника инспектора связи РККА Ляймберга заместителю председателя Реввоенсовета СССР И. С. Уншлихту: «...Крупных специалистов по радио у нас довольно мало, и поэтому они принуждены работать в разных отраслях радиопромышленности... Это, конечно, разбрасывание, а не узкая специализация. Рабочий персонал на заводах также ограничен. Существует опасность, что замедление и частичное аннулирование военных заказов в тресте приведет к сокращению рабочего персонала. Собрать таковой в случае военной опасности будет весьма трудно... Основа всех телемеханических приборов и образцов, изготавливаемых заводом (Завод им. Кулакова; ныне – АО «Концерн «Гранит-Электрон». – А. Б.), несколько устарела. На западе имеются более точные и устойчивые приборы («Сименс и Шукерт»). Было бы весьма желательно дать возможность некоторым специалистам завода ознакомиться с приборами фирмы «Сименс»... Трест

# Анализатор спектра и сигналов высшего класса FSW

Новый стандарт анализа  
в миллиметровом диапазоне

**3** года  
гарантии



Анализ импульсных сигналов  
ЛЧМ и ППРЧ

5G

6G

WLAN

Разработка современных  
и перспективных стандартов радиосвязи



Защита  
пользовательских  
данных



Тестирование  
спутниковой связи



[www.rohde-schwarz.com/ru](http://www.rohde-schwarz.com/ru)

**ROHDE & SCHWARZ**

Make ideas real



в своих лабораториях производит крупные изыскания в области радио- и телемеханики. Достижения большие, но, с одной стороны, таковые в значительной мере уступают заграничным достижениям, а с другой – необходимо отметить полный параллелизм во всех работах. Одни и те же изыскания и опыты проводятся в разных лабораториях... По указанному – вывод: необходимо строго согласовать и планировать постановку опытных изысканий, что в итоге значительно уменьшит накладные расходы треста, а тем самым удешевит приборы» [8, с. 608–609]. К сожалению, данный документ был актуален как для довоенного, так и для послевоенного периода развития промышленности России, частично он актуален до сих пор. Несмотря на признанные достижения советских ученых в области радиоэлектроники, обособленной отрасли в довоенный период в СССР не существовало.

С 1917 года и до начала Великой Отечественной войны в стране было построено всего шесть новых радиотехнических производств. К 1940 году в СССР насчитывалось всего 15 серийных радиозаводов, с общей численностью работников около 25 тыс. человек. Практически все заводы в годы первых пятилеток были реконструированы с помощью *Radio Corporation of America (RCA)*, президентом которой был выходец из России Давид Сарнов. В это же время только в Берлине действовало более 2,5 тыс. предприятий радиотехнической и электровакуумной промышленности, численность работников которых достигала 250 тыс. человек (всего в Германии функционировало около 500 фирм по данному направлению). В 1936 году немецкое командование приняло доктрину военной радиосвязи, которая готовила отрасль к войне и определяла реестр радиосредств для различных родов войск, их частотные диапазоны и т. д. Радиосвязь стала определяющим условием превосходства отдельных бронетанковых частей Вермахта над противником. Аналогичных приоритетов у советского правительства до войны не существовало вовсе.

Несмотря на то, что президент США Франклин Делано Рузвельт проводил знаменитые беседы у камина, разъясняя американцам пути развития страны и преодоления Великой депрессии, к 1936 году у населения США находилось в эксплуатации более 16 млн радиоприемников (всего в мире тогда было 20 млн приемников). Радиопромышленность Америки уже крупносерийно обеспечивала большую страну радиоаппаратурой гражданского назначения, чего нельзя сказать о других регионах земного шара, включая СССР. Разрыв в создании гражданских рынков радиоаппаратуры и разворачивании мощностей по ее производству стремительно нарастал. Во Франции в 1940 году насчитывалось уже 5 млн радиоприемников, в Англии – 10 млн, в США – более 50 млн, а в СССР – около 500 тыс. Это наглядно демонстрирует уровень развития радиофикации в Советском Союзе.

## ВОЕННЫЙ ПЕРИОД

Невнимание к новой отрасли моментально сказалось в первые месяцы Великой Отечественной войны. В начале войны в систему противовоздушной обороны Москвы входила единственная зенитная батарея, способная с помощью опытной радиолокационной станции вести прицельный огонь. Остальные батареи вели лишь заградительный огонь, расходуя на каждый летящий в сторону Москвы самолет до трех тысяч снарядов.

Приказ наркома обороны СССР И. Сталина от 23 июля 1941 года № 0243 «Об улучшении работы связи в Красной Армии» иллюстрирует, как отставание в развитии радиоэлектронной промышленности вылилось в стратегические просчеты: «...Опыт войны показал, что неудовлетворительное управление войсками в значительной мере является результатом плохой организации работы связи и, в первую очередь результатом игнорирования радиосвязи, как наиболее надежной формы связи. <...> Управление войсками, опирающееся главным образом на телефон, непрочно и ненадежно, так как при порче телефонных линий оно прекращается на продолжительный срок. <...> Приказываю в кратчайший срок ликвидировать недооценку радиосвязи, как основного средства управления войсками в подвижных формах современного боя. Под личную ответственность командиров и комиссаров частей и соединений, военных советов армий и фронтов немедленно обеспечить полное использование радиосредств для управления войсками с обязательным соблюдением секретности передач» [9, с. 165–169].

Стратегические просчеты 30-х годов 20 века в период активных боевых действий устранить было невозможно, равно как нереально было развернуть новую индустрию в момент, когда традиционная промышленность в экстренном порядке передислоцировалась на Восток и должна была обеспечивать фронт типовым оружием и боеприпасами того времени.

Первый год войны серьезным образом обескровил технологические зачатки отрасли. Рижский VEF и Минский радиозавод достались немцам. Несмотря на указанный Приказ И. Сталина, и без того малочисленные действующие радиозаводы на год перепрофилировали под традиционные военные производства (изготовление патронов). Война стала причиной большой территориальной распределенности предприятий радиоэлектроники по неоккупированной территории СССР. Если к началу войны почти 70% выпускаемой в СССР радиоэлектронной продукции выпускалось в Ленинграде, то во время эвакуации все поменялось. Так, эвакуированные радиозаводы оказались в Петропавловске (Казахстан), Красноярске, в поселке Касли Челябинской области, Барнауле, Новосибирске, Омске, Ташкенте, Уфе, Саратове и Саранске. До сих пор в этих городах и населенных пунктах функционируют радиоэлектронные предприятия и институты.

19-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ЭЛЕКТРОНИКИ

# ChipEXPO-2021

КОМПОНЕНТЫ | ОБОРУДОВАНИЕ | ТЕХНОЛОГИИ

ВЫСТАВКА ПРОЙДЕТ

14-16.09

В ТЕХНОПАРКЕ ИННОВАЦИОННОГО ЦЕНТРА

СКОЛКОВО



ТЕМАТИЧЕСКИЕ ЭКСПОЗИЦИИ:

- Экспозиция Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга России, включая:
  - экспозицию предприятий, являющихся изготовителями изделий, включенных в единый реестр российской радиоэлектронной продукции [Постановление Правительства РФ №878]
  - экспозицию разработок, созданных в рамках государственной программы «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности на 2013-2025 годы» [Постановление Правительства РФ №109]
  - экспозицию разработок, обеспечивающих выполнение приоритетных национальных проектов.
- Дивизионы кластера «Радиоэлектроника» ГК «Ростех»
- Стартапы в электронике
- Квалифицированные поставщики ЭКБ
- Консорциумы и дизайн-центры по электронике
- Участники конкурса «Золотой Чип»
- Корпорация развития Зеленограда

ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА:



МИНПРОМТОРГ  
РОССИИ



РОСЭЛ



ОРГАНИЗАТОРЫ:

ЗАО «ЧипЭКСПО» Москва, 121351, ул. Ярцевская, д.4. Тел.: +7 (495) 221-50-15  
E-mail: info@chipexpo.ru <http://www.chipexpo.ru>

Так как у СССР не было собственной радиоаппаратуры и достаточных средств для ее производства, огромное количество автобронетанковой техники и самолетов, произведенных предприятиями СССР, в период войны стали оснащать полученной по ленд-лизу техникой американского и английского производства (25 тыс. долл. за одну танковую радиостанцию).

Осознавая критичность ситуации со связью в войсках, 15 февраля 1942 года во исполнение постановления от 10 февраля 1942 года № ГКО-1265сс «О создании Главного Управления Формирования и Комплектования ВВС Красной Армии» [10] нарком электропромышленности И. Г. Кабанов подписал приказ о создании в Москве первого в СССР радиолокационного предприятия. Завод № 465 (далее – НИИ-160, ныне – АО «НПП «Исток») с конструкторским бюро и лабораториями для разработки и производства радиолокационных станций орудийной наводки уже к ноябрю 1942 года разработал и начал производить два образца станций орудийной наводки СОН-2а (копия английской *GL-MkII*). Постановлением Государственного комитета обороны (ГКО) от 20 декабря 1942 года станция была принята на вооружение и поставлена на серийное производство.

В условиях войны заводы безальтернативно продолжили воспроизводить аналоги иностранной радиоаппаратуры на весьма скудных и устаревших технологических мощностях. В органах управления в этот период многие представители считали приоритетом исключительно танки и самолеты, а не средства радиотехники и электроники. Те, кто считал иначе, просто не имели ресурсов для ликвидации накопленного за несколько десятилетий технологического отставания.

Только с 1943 года действия руководства страны можно считать реальной попыткой системного решения проблемы развития собственного производства радиоаппаратуры. При участии ученых, военных и представителей промышленности было подготовлено и принято Постановление ГКО СССР от 04 июля 1943 года № ГОКО-3686 «О радиолокации», согласно которому при ГКО создавался Совет по радиолокации, решающий следующие задачи:

«1) подготовка проектов военно-технических заданий ГКО для конструкторов по вопросам вооружения Красной армии и Военно-морского флота средствами радиолокации;

2) всемерное развитие радиолокационной промышленности; привлечение к делу радиолокации наиболее крупных научных, конструкторских и инженерно-технических сил;

3) систематизация и обобщение всех достижений мировой науки и техники в области радиолокации;

4) подготовка предложений для ГКО по вопросам импорта радиолокационной техники» [11].

Главкомом радиолокационной промышленности был назначен А. И. Берг, который до этого был заместителем наркома электропромышленности. В состав главка вошли НИИ-108 (ныне – АО «ЦНИРТИ имени академика А. И. Берга»), Электрорадиотехнический институт – НИИ-160 (ныне – АО «НПП «Исток» имени А. И. Шокина), проектно-конструкторское бюро (ныне – АО «РНИИ «Электронстандарт») и три завода – в Ленинграде, Москве и во Фрязино.

«Разработка конструкторской документации на отечественные радиолампы проводилась следующим образом: все английские прототипы, изъятые из ЗИП английской станции (орудийной наводки), с величайшей предосторожностью разрезали, тщательно промеряли внутренние элементы и, составив чертежи, изготавливали. Волшебники-стеклодувы буквально творили чудеса» [12, с. 29].

К концу войны отечественными радиолокационными приборами было оснащено 40% всех советских кораблей, около 200 самолетов и малая часть зенитных батарей ПВО.

Во второй части статьи будут проанализированы причины системных проблем в развитии радиоэлектронной и электронной промышленности России в послевоенный период (1945–1961 гг.).

## ЛИТЕРАТУРА

1. СЗ РФ. 2020. № 4. Ст. 410.
2. **Щепанов А.** Развитие российской электронной компонентной базы: Взгляд эксперта // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2019. № 7. С. 74–77.
3. **Авдониин Б. Н., Мартынов В. В.** Отечественная электроника. Этапы создания и развития. М.: Креативная экономика, 2012. 198 с. ISBN 978-5-91292-089-9.
4. Военная промышленность России в начале XX века 1900–1917. Сборник документов / Под ред. Р. Ш. Ганелина. М.: Новый хронограф, 2004. 832 с. ISBN 5-94881-031-3.
5. ЦПА. Ф. 2. Оп. 1. Ед. хр. 6655.
6. **Лельчук В. С.** Индустриализация СССР: история, опыт, проблемы. М.: Политиздат, 1984. 304 с.
7. **Катасонов В. Ю.** Экономическая война против России и сталинская индустриализация. М.: Алгоритм, 2014. 310 с. ISBN 978-5-4438-0740-9.
8. Советское военно-промышленное производство 1918–1926. Сборник документов. М.: Новый хронограф, 2005. 766 с. ISBN 5-94881-037-2.
9. РГВА. Ф. 4. Оп. 11. Д. 65. Л. 165–169.
10. РГАСПИ. Ф. 644. Оп. 1. Д. 21. Л. 30.
11. РГАСПИ Ф. 644. Оп. 1. Д. 129. Л. 195–197.
12. **Давыдов М. В.** Годы и люди: (Из истории НИЭМИ): в 2 ч. Ч. 1. М.: Радио и связь, 2001. 302 с.; Ч. 2. М.: Радио и связь, 2001. 463 с. ISBN 5-256-01601-6.

# ★ ARMY 2021

МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ  
ФОРУМ



**22–28 АВГУСТА  
ПАТРИОТ ЭКСПО**

**WWW.RUSARMYEXPO.RU**

ОРГАНИЗАТОР



МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВЫСТАВОЧНЫЙ  
ОПЕРАТОР



МКВ

МЕЖДУНАРОДНЫЕ  
КОНГРЕССЫ И ВЫСТАВКИ



ПАТРОНАЖ ТПИ РФ

**21-24**

СЕНТЯБРЯ 2021

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»

**Radel**

# XXI МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА РАДИОЭЛЕКТРОНИКА & ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

- ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ И КОМПЛЕКТУЮЩИЕ
- ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ И ДРУГИЕ НОСИТЕЛИ СХЕМ
- СВЕТОДИОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
- РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ
- РОБОТОТЕХНИКА
- КОНСТРУКТИВЫ
- МАТЕРИАЛЫ
- ТЕХНОЛОГИИ
- ПРОМЫШЛЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТЫ
- КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ



ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ:



**FarEXPO** | **FE**<sup>®</sup>

[radelexpo.ru](http://radelexpo.ru) (812) 718-35-37