

Д.В. Сиротин

ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОГО ЭЛЕКТРОННОГО КОМПЛЕКСА

Электроника – одна из важнейших отраслей, оказывающих существенное влияние на социально-экономический рост индустриально развитых территорий. Целью исследования является оценка пространственного развития российского электронного комплекса. Для достижения поставленной цели в работе выделены основные показатели развития в федеральных округах РФ электронной индустрии, рассмотрена структура производимой электронной продукции.

Уровень и темпы развития электронной промышленности задают прежде всего микроэлектронные производства, но отсутствие индикаторов их развития в Стратегии развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года затрудняет проведение оценки результативности ее реализации. В рамках работы проверена гипотеза о возможности рассматривать в качестве сквозного индикатора пространственного развития микроэлектронной индустрии интегральный показатель оценки локализации производств интегральных электронных схем. Для этого разработан интегральный показатель, учитывающий структурные особенности отрасли. Целесообразность применения такого подхода определяется необходимостью учета при проведении оценки помимо физических также и интеллектуальных производств микросхем как основной деятельности фаблесс-организаций.

Апробация разработанного интегрального показателя в российских условиях позволила установить уровни развития микроэлектронных производств, локализованных в федеральных округах РФ. Полученные результаты могут быть интересны органам законодательной и исполнительной власти при формировании и корректировании проектов госу-

дарственных программ и стратегий развития российской электронной промышленности и пространственного развития субъектов РФ в целом.

Ключевые слова: пространственное развитие; электронное производство; микроэлектроника; передовые производственные технологии; цифровизация; интегральный показатель; перспективные экономические специализации; локализация производств

Для цитирования: Сиротин Д.В. Оценка пространственного развития российского электронного комплекса // Регион: экономика и социология. – 2022. – № 1 (113). – С. 43–72. DOI: 10.15372/REG20220102.

РОЛЬ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРОИЗВОДСТВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Сегодня доля российской электронной индустрии на мировом рынке составляет менее 1%. Возможности для наращивания научно-технологического и производственного потенциала отечественной электроники будут определять объемы инвестиций в развитие отрасли и их эффективное распределение между проектами в ключевых областях микроэлектроники и электронного машиностроения. Важную роль при этом играет стимулирование спроса на отечественную электронику, который формируют прежде всего высокотехнологичные отрасли. Существенным условием для повышения эффективности мер промышленной политики в данном секторе является уточнение пространственного развития в стране электронных производств, что и определило цель настоящей работы.

Сводной Стратегией развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2024 года и на период до 2035 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 6 июня 2020 г. № 1512-р) в рамках приоритетных направлений развития электронной промышленности России определены традиционные и новые рынки электронной продукции, а также формирующиеся рынки будущего. Технологическая база рынков будущего включает нейротехнологии, устройства виртуальной и дополненной реальности, робототехнику, сенсорику, квантовые технологии и другие направления,

определяющие скорость и эффективность создания цифровой инфраструктуры экономики в целом. Практическое освоение выделенных направлений должно основываться на отечественных разработках и локализованной в РФ электронно-компонентной базе, что закреплено на законодательном уровне и учитывается в программах и стратегиях развития отрасли, а также в положениях национальных проектов Российской Федерации.

Закрепление на традиционных рынках и выход на новые позволит не только нарастить потенциал смежных отраслей (информационно-коммуникационные технологии, машиностроение, электротехника, энергетика, авиа-, судо-, автомобиле-, приборостроение и др.), но и создать условия для цифровизации экономики, способствовать чему будет прежде всего развитие технологической базы. К важным индикаторам технологического развития относятся показатели разработки и освоения принципиально новых и передовых производственных технологий (рис. 1).

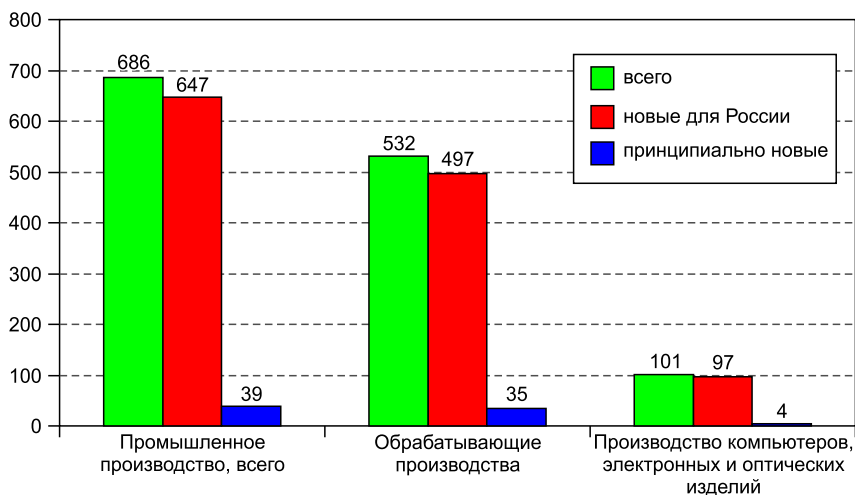


Рис. 1. Число разработанных в России передовых производственных технологий, 2019 г., ед.

Источник: данные Федеральной службы государственной статистики
(URL: <https://fedstat.ru/indicator/58661>)

Согласно Общероссийскому классификатору видов экономической деятельности во второй редакции (ОКВЭД 2), к электронной индустрии относятся организации, задействованные в производстве компьютеров, электронных и оптических изделий. Доля технологий производства компьютеров, электронных и оптических изделий в структуре принципиально новых разработанных в 2019 г. технологий в целом по обрабатывающим видам деятельности составляла всего 11%. При этом в числе разработанных в РФ передовых производственных технологий с учетом новых для России основной вес приходится на компьютерное проектирование – 22 ед., производство, обработку и сборку элементов электронной аппаратуры и печатных схем (плат) – 19 ед., производство оборудования и машин с цифровым (ЦУ) и компьютерным цифровым (КЦУ) управлением – 18 ед., изготовление оборудования автоматизированного контроля – 7 ед., получение гибких производственных элементов и систем – 5 ед. Количество прочих технологий составляет 29 ед.

Относительно невысокая значимость электронной индустрии в развитии передовой технологической базы обрабатывающих производств страны связана с устаревшей технической платформой. По данным Росстата, степень износа основных фондов организаций электронного комплекса РФ в 2019 г. составила 52,2%, в том числе машин и оборудования – 62%. Физически и морально устаревшие основные фонды, прежде всего машины и оборудование, являются одним из основных факторов, препятствующих развитию в стране электронной индустрии.

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ИНДУСТРИИ РФ

На современном этапе экономического развития электронные производства закладывают основу цифровой инфраструктуры [4; 13]. Комплекс электронных производств охватывает предприятия, сфера деятельности которых учитывает проектирование, производство, корпусирование микроэлектроники, продукции электронного машиностроения. Ключевую роль в создании условий для развития циф-

ровой экономики могут играть регионы, у которых электронная индустрия относится к числу развитых отраслей-специализаций. Так, Стратегией пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года установлен перечень перспективных экономических специализаций субъектов РФ¹. Количество субъектов, в числе специализаций которых в Стратегии указан вид экономической деятельности «производство компьютеров, электронных и оптических изделий», составляет 57 ед. Помимо регионов, концентрация производственных мощностей электроники в которых значима (это города федерального значения Москва и Санкт-Петербург, Калужская, Рязанская области, Удмуртская Республика, Республика Татарстан и др.), в эту группу входят Республика Дагестан, Кабардино-Балкарская Республика, Республика Крым, Республика Мордовия, Республика Северная Осетия – Алания, Алтайский, Краснодарский, Красноярский и Приморский края, Астраханская, Белгородская, Брянская, Вологодская области и другие территории, доля которых в структуре отгруженной электронной продукции по России в целом, по данным Росстата за 2019 г., составляет менее 1%. Такое несоответствие определяет необходимость уточнения пространственного развития электронного комплекса РФ.

Размещение производственных мощностей является одним из ключевых параметров развития территорий. Данная проблемная область охватывает ряд важнейших задач в рамках теории пространственного размещения производительных сил. Основу этой теории составляют работы И.Г. фон Тюнена. Развитию теории способствовали исследования У. Айзарда, В. Кристаллера, А. Леша, посвященные выявлению факторов, определяющих оптимальность размещения предприятий на уровне мезоэкономики [9; 20]. В числе актуальных задач современных исследований по теоретическим и методологическим вопросам пространственного развития экономики можно выделить оценку мультифункциональной роли регионов, проведение

¹ См.: *Стратегия* пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года: утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 февраля 2019 г. № 207-п. – URL: <http://static.government.ru/media/files/UVA1qUtT08o60RktoOXI22JjAe7irNxc.pdf>.

ретроспективного анализа территорий, выделение их сетевых и кластерных структур [1; 6; 7; 10]. Также к важным направлениям относятся разработка и применение математических моделей для обоснования размещения территориально-производственных комплексов, для оценки их структуры и динамики развития. В контексте решения этих задач большой интерес представляют работы М.К. Бандмана (см., например, [2]).

Обзор литературы по теме пространственного развития экономики показал высокую актуальность вопросов развития и локализации в субъектах РФ отдельных, прежде всего высокотехнологичных, отраслей, а также неравномерности их пространственного развития [8; 14; 17; 23]. В частности, в последние годы активно изучаются особенности развития электронной индустрии, в том числе за рубежом, и влияние на нее проводимой промышленной политики [3; 16; 18; 19; 24]. В рамках уточнения методологического аппарата настоящего исследования проведен анализ работ, посвященных оценке пространственных эффектов и определению особенностей формирования интегральных показателей пространственного развития промышленно значимых территорий [5; 10–12]. При этом отмечается универсальность построения интегральных показателей, комплексный характер которых позволяет оценить исследуемые территории в отраслевом разрезе по ключевым критериям.

Сегодня электронная индустрия РФ в региональном разрезе представляет собой слабо сбалансированный комплекс производств, ядро которого формируют предприятия Центрального федерального округа. Для уточнения особенностей развития электронного комплекса страны на уровне федеральных округов проведен анализ на базе основных показателей развития организаций, занятых в производстве компьютеров, электронных и оптических изделий (табл. 1).

Как видно из данных табл. 1, территориальное распределение инвестиций в электронный сектор и их объемы в целом соответствуют географии и концентрации производственных мощностей электроники в России. Прежде всего это Центральный и Приволжский федеральные округа, в меньшей степени – Северо-Западный, Сибирский и Уральский.

Таблица 1

Показатели развития организаций, относящихся к виду экономической деятельности «производство компьютеров, электронных и оптических изделий», по федеральным округам РФ, 2019 г.

Показатель	ЦФО	СЗФО	ЮФО	СКФО	ПФО	УрФО	СФО	ДФО
Отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами организаций, млрд руб.	533,2	134,1	12,0	13,1	247,5	55,0	64,3	2,7
Инвестиции в основной капитал организаций (кроме субъектов малого предпринимательства), млрд руб.	24,0	4,3	0,4	0,7	15,3	2,3	4,9	0,1
Среднесписочная численность работников по полному кругу организаций, чел.	159 114	49 582	10 702	6 950	122 595	26 944	31 031	2 689
Число разработанных передовых производственных технологий, ед.	56	17	0	0	9	7	8	0
Удельный вес организаций данного вида деятельности, осуществляющих технологические инновации, %	32,2	23,7	18,6	12,0	39,5	34,9	45,6	9,1
Число соглашений по экспорту, ед.	15	61	1	0	49	7	2	0
Число соглашений по импорту, ед.	64	43	0	0	37	49	9	0

Источник: составлено автором на основе данных Федеральной службы государственной статистики (URL: <https://www.fedstat.ru/>).

Среднесписочная численность работников организаций, относящихся к виду экономической деятельности «производство компьютеров, электронных и оптических изделий», в 2019 г. в целом по России оценивалась в 409,6 тыс. чел. Наиболее высокая численность сотрудников отмечается в организациях Центрального (38,8%), Приволжского (29,9%) и Северо-Западного (12,1%) федеральных округов.

Распределение территорий РФ по уровню инновационного развития электронных производств неоднозначно. Разработка передовых производственных технологий ведется в основном в Центральном и Северо-Западном федеральных округах, в то время как наибольший вес организаций, занимающихся технологическими инновациями, сосредоточен в Сибирском, Приволжском и Уральском округах. Такое расхождение можно объяснить расположением в ЦФО и СЗФО крупнейших производственных предприятий и научно-исследовательских учреждений в области электроники, деятельность которых чаще находит поддержку институтов развития федерального уровня. Так, только на Москву и Санкт-Петербург в совокупности приходится 40% передовых производственных технологий, разрабатываемых в России. В первую очередь это технологии, связанные с производством, обработкой и сборкой микроэлектроники, с проектированием и инжинирингом, с созданием отдельных машин (ЦУ/КЦУ), с развитием систем управления и коммуникаций, компьютерного проектирования, с созданием аппаратуры автоматизированного наблюдения и контроля. Высокая инновационная активность организаций, расположенных в других регионах (прежде всего в Уральском и Сибирском федеральных округах, где концентрация электронных производств невысока), может быть связана с внедрением инноваций, предлагаемых предприятиями других субъектов РФ.

Основным предметом экспортно-импортных соглашений в электронной отрасли является оказание инжиниринговых услуг. В региональном разрезе экспорт таких услуг в основном осуществляют предприятия Санкт-Петербурга, Пермского края, Свердловской и Тульской областей. Поддержание договорных отношений по импорту инжиниринговых услуг в электронной сфере закономерно в условиях зависимости производств от зарубежного оборудования.

Сегодня имеющиеся у российских производителей технические возможности позволяют выпускать широкий ассортимент электроники, применяемой в различных секторах экономики. Структура отечественной электронной продукции учитывает компьютерную технику и периферийное оборудование, СВЧ-электронику, спутниковое, телекоммуникационное оборудование, ИТ-оборудование и др. Локализованная прежде всего в Центральном и Приволжском федеральных округах элементно-компонентная база включает производство интегральных электронных схем, транзисторов, диодов, резисторов, конденсаторов и др. В 2019 г. в России было изготовлено более 900 млн шт. интегральных электронных схем (ИЭС), 21 млн шт. печатных плат, почти 38 млн шт. светодиодных ламп, 28 млн шт. электрических конденсаторов, чуть менее 122 млн шт. резисторов (кроме нагревательных). Общая сумма изготовленных в 2019 г. в РФ диодов и транзисторов составила почти 21 млрд руб.

Основные электронные мощности Центрального федерального округа расположены в Московской, Калужской и Рязанской областях. Здесь сосредоточено почти все производство интегральных электронных схем, UHF-меток радиочастотной идентификации и чипов для них, производится более 50% от общего объема выпускаемых в стране печатных плат, резисторов, компьютеров и периферийного оборудования, телевизионных устройств и радиоприемников, около 25% навигационных, метеорологических и геофизических приборов, электрических трансформаторов, не менее 30% приборов для измерения электрических величин и ионизирующих излучений, а также магнитных карт. Основные производства Московской области сосредоточены в Москве и Зеленограде.

Более 80% электроники, выпускаемой предприятиями Северо-Западного федерального округа, производится в Санкт-Петербурге. В регионе имеются мощности по производству печатных плат, компьютерного оборудования, телевизионной техники, навигационных, метеорологических, геофизических устройств, приборов для контроля и измерения электрических величин, генераторов переменного тока, сигнализирующих устройств, звуковой аппаратуры. Здесь

выпускается больше половины производимых в РФ электрических конденсаторов.

Второй по мощности после ЦФО электронный комплекс сосредоточен в Приволжском федеральном округе. Здесь основные производители электроники размещены в Удмуртской Республике, Республике Татарстан, Нижегородской, Ульяновской и Саратовской областях, Чувашской Республике. Предприятия ПФО являются основными отечественными поставщиками активных полупроводниковых элементов (в том числе диодов и транзисторов), звуковых плат и видеоплат, сетевых и аналоговых плат для машин автоматической обработки информации, волоконно-оптического кабеля, светодиодных ламп. Структура электронной продукции предприятий ПФО учитывает: 9% производимых в РФ печатных плат; 19% общероссийского производства компьютеров и периферийного оборудования; 76% прочих устройств автоматической обработки данных; более 55% производимых в стране приборов навигационных, метеорологических и геофизических; около 30% отечественных приборов для измерения электрических величин или ионизирующих излучений; почти 29% изготавливаемых в стране приборов для контроля прочих физических величин; 35,5% прочих инструментов и приборов для измерения, контроля и испытаний; 23% электрических трансформаторов; 24% электрических конденсаторов и 49% резисторов; 54% магнитных карт; более 50% электрических статических преобразователей; почти половину производимых в РФ свинцовых аккумуляторов; 78% батарей аккумуляторных никель-кадмиевых, никель-металл-гидридных, литий-ионных, литий-полимерных, никель-железных и др.; 18% машин электрических и аппаратуры специализированной.

Поставки электроники, производимой в Сибирском федеральном округе, осуществляются в основном из Новосибирска, в меньших объемах из Омской и Томской областей. В СФО производят: печатные смонтированные платы (20%); устройства автоматической обработки данных (20%); приборы для измерения электрических величин или ионизирующих излучений (12%); инструменты и приборы для измерения, контроля и испытаний физических величин, кроме электрических (10%); генераторы переменного тока (синхронные

Таблица 2

Производство основных видов продукции организациями, относящимися к виду экономической деятельности «производство компьютеров, электронных и оптических изделий», по федеральным округам РФ, 2019 г.

Основные производители, расположенные в федеральном округе	Продукция, доминирующая в структуре электронного производства федерального округа	Произведено продукции
<i>Центральный федеральный округ</i>		
АО «Ангстрем» (Зеленоград); ПАО «Микрон» (Зеленоград); ООО «Крокус Нанoeлектроника» (Москва); АО «Росэлектроника» (Москва); ООО «Микролит» (Зеленоград); ООО «Альтоника» (Москва); НПК «Технологический центр» (Зеленоград); АО «НПП «Исток» им. Шокина» (Фрязино); ООО НТО «ИРЭ-Полюс» (Фрязино); АО «Группа Кремний ЭЛ» (Брянск); АО «Синтез Микроэлектроника» (Воронеж); АО «Научно-производственное предприятие «Пульсар» (Москва); ОАО «Смоленский завод радиодеталей» (Смоленск) и др.	Аппаратура коммуникационная, радио- или телевизионная передающая; телевизионные камеры, тыс. руб.	103 781 730,0
	Аппаратура радиолокационная, радионавигационная и радиоаппаратура дистанционного управления, тыс. руб.	32 093 668,4
	Компьютеры и периферийное оборудование, тыс. руб.	21 673 764,9
	Оборудование электрическое и электронное для автотранспортных средств, тыс. руб.	21 316 625,7
	Оборудование и приборы для облучения, реабилитации, электрические диагностические и терапевтические приборы, применяемые в медицине, тыс. руб.	17 468 822,6
	Диоды и транзисторы, тыс. руб.	4 083 398,0
	Схемы интегральные электронные, тыс. шт.	899 260,1
	Платы печатные смонтированные, тыс. шт.	11 535,2
	Конденсаторы электрические, тыс. шт.	4 072,5
	Резисторы, кроме нагревательных резисторов, тыс. шт.	61 850,1

Продолжение табл. 2

Основные производители, расположенные в федеральном округе	Продукция, доминирующая в структуре электронного производства федерального округа	Произведено продукции
<i>Северо-Западный федеральный округ</i>		
ООО «А-Контракт» (Санкт-Петербург); НПО «Старлайн» (Санкт-Петербург); GS Nanotech (Гусев); НПО «Цифровые телевизионные системы» (Гусев); АО «ОКБ-Планета» (Великий Новгород); АО «Светлана-Рост» (Санкт-Петербург)	Аппаратура радиолокационная, радионавигационная и радиоаппаратура дистанционного управления, тыс. руб.	9 424 109,6
	Оборудование электрическое и электронное для автотранспортных средств, тыс. руб.	7 300 361,6
	Компьютеры и периферийное оборудование, тыс. руб.	5 558 752,4
	Конденсаторы электрические, тыс. шт.	16 395,6
	Платы печатные смонтированные, тыс. шт.	3 344,0
<i>Южный федеральный округ</i>		
ОАО «Горизонт» (Ростов-на-Дону); ОАО «Уранис-Радиосистемы» (Севастополь); ООО «ДНПП «Муссон-Морсвязь-Сервис» (Севастополь); АО «Электроавтоматика» (Ставрополь); ООО «Марлин-Юг» (Матвеев Курган); ЗАО «Налком-Сервис» (Волжский)	Аппаратура радиолокационная, радионавигационная и радиоаппаратура дистанционного управления, тыс. руб.	3 510 742,9
	Оборудование и приборы для облучения, реабилитации, электрические диагностические и терапевтические приборы, применяемые в медицине, тыс. руб.	1 087 524,3
<i>Северо-Кавказский федеральный округ</i>		
АО «ДНИИ ВОЛНА» (Дербент); ООО «НПП Сигма» (Нальчик)	Аппаратура радиолокационная, радионавигационная и радиоаппаратура дистанционного управления, тыс. руб.	4 971 120,7

Продолжение табл. 2

Основные производители, расположенные в федеральном округе	Продукция, доминирующая в структуре электронного производства федерального округа	Произведено продукции
	Оборудование и приборы для облечения, реабилитации, электрические диагностические и терапевтические приборы, применяемые в медицине, тыс. руб.	1 128 023,8
<i>Приволжский федеральный округ</i>		
Научно-исследовательский институт измерительных систем им. Ю.Е. Седакова (НИИИС) (Нижний Новгород); АО «НПП «РУБИН» (Пенза); ПАО «ПНППК» (Пермь); АО «Завод полупроводниковых приборов» (ЗПП) (Йошкар-Ола); АО «НПП «АЛМАЗ» (Саратов); АО ЭОКБ «Сигнал» им. А.И. Глухарева (Энгельс); ООО ЭПО «СИГНАЛ» (Энгельс); АО «ПНИЭИ» (Пенза); АО «ПО «Электроприбор» (Пенза)	Аппаратура радиолокационная, радионавигационная и радиоаппаратура дистанционного управления, тыс. руб.	59 753 161,2
	Оборудование электрическое и электронное для автотранспортных средств, тыс. руб.	30 889 232,9
	Диоды и транзисторы, тыс. руб.	14 350 560,4
	Аппаратура коммуникационная, радио- или телевизионная передающая; телевизионные камеры, тыс. руб.	11 890 238,3
	Компьютеры и периферийное оборудование, тыс. руб.	7 427 030,9
	Резисторы, кроме нагревательных резисторов, тыс. шт.	59 270,5
	Лампы светодиодные, тыс. шт.	36 720,2
	Конденсаторы электрические, тыс. шт.	6 883,1
	Платы печатные смонтированные, тыс. шт.	2 048,6
	Магнетроны, клистроны, приборы СВЧ и прочие электронные вакуумные или газонаполненные трубки, тыс. шт.	769,3

Окончание табл. 2

Основные производители, расположенные в федеральном округе	Продукция, доминирующая в структуре электронного производства федерального округа	Произведено продукции
<i>Уральский федеральный округ</i>		
ФГУП «ПО «Октябрь» (Каменск-Уральский); АО «УПП «Вектор» (Екатеринбург); ООО «ИНГОРТЕХ» (Екатеринбург); ООО «ПЛАНАР» (Челябинск); АО «ЧРЗ «ПОЛЕТ» (Челябинск); ООО НПО «РТС» (Челябинск); ОАО «Завод радиоаппаратуры» (Екатеринбург); ОАО «Егоршинский радиозавод» (Артемовский)	Аппаратура радиолокационная, радионавигационная и радиоаппаратура дистанционного управления, тыс. руб.	1 664 950,3
	Оборудование и приборы для облучения, реабилитации, электрические диагностические и терапевтические приборы, применяемые в медицине, тыс. руб.	1 622 955,5
	Машины электрические и аппаратура специализированные, тыс. руб.	1 040 693,5
<i>Сибирский федеральный округ</i>		
АО «НПФ «Микран» (Томск); АО «НЗПП с ОКБ» (Новосибирск); ОАО «НПП «Восток» (Новосибирск); АО «НИИПП» (Томск); АО «ЦКБА» (Омск-27); АО «ЭЛЕСИ» (Томск)	Аппаратура коммуникационная, радио- или телевизионная передающая; телевизионные камеры, тыс. руб.	25 918 567,7
	Платы печатные смонтированные, тыс. шт.	4 368,4
<i>Дальневосточный федеральный округ</i>		
Крупные производители отсутствуют	Компьютеры и периферийное оборудование, тыс. руб.	2 581 799,0

Примечание: приведен перечень наиболее крупных предприятий, занятых в производстве электронной продукции.

Источник: составлено автором с использованием данных Федеральной службы государственной статистики (URL: <https://fedstat.ru/indicator/58636>).

генераторы) (21%); преобразователи электрические статические (12%); электрические машины и специализированную аппаратуру (17%)².

² Здесь и в следующем абзаце в скобках указан удельный вес региона в структуре производства соответствующего вида готовой продукции электронного комплекса РФ.

Электронный комплекс Уральского федерального округа формируется преимущественно на базе предприятий Свердловской области. Урал принято относить к старопромышленным регионам России [1]. Здесь налажено производство инструментов и приборов для измерения, контроля и испытаний физических величин, кроме электрических (14%), а также электрических трансформаторов (24%), свинцовых аккумуляторов (18%) и батарей первичных элементов (9%).

В Южном и Северо-Кавказском федеральных округах объемы производства электронной продукции минимальны, в Дальневосточном округе производство электроники практически отсутствует (табл. 2).

РАЗВИТИЕ ВНУТРЕННЕГО РЫНКА МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

Несмотря на определенные успехи на отдельных субрынках, в целом сегодня отечественная электронная продукция не пользуется большим спросом. По данным за 2018 г., доля гражданской продукции российских предприятий на внутреннем рынке электроники составляла 31%³. При этом слабые конкурентные позиции не позволяют отечественным производителям перейти на уровень самоокупаемости, а попытки государства восстановить электронный комплекс страны посредством создания государственных корпораций и институтов развития (ГК «Ростех», ГК «Внешэкономбанк» и др.) сформировали условия, близкие к национализации всей отрасли. Основными источниками финансирования электронных производств сегодня являются федеральные средства и бюджеты субъектов РФ, средства институтов развития. Для повышения инвестиционной привлекательности предприятий Стратегией развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года предусматривается снижение доли государственного участия. Способствовать этому должно привлечение инструментария поддержки реализации инвестиционных

³ См.: *Стратегия* развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 17 января 2020 г. № 20-п). – URL: <http://government.ru/docs/38795/>.

проектов на базе государственно-частного партнерства. Прежде всего такой подход ориентирован на наиболее капиталоемкие и инвестиционно привлекательные сектора электронной индустрии, к которым можно отнести микроэлектронику.

Микроэлектронные производства оказывают мультипликативное воздействие на функциональность отраслей-потребителей (ИКТ, авиационно-космический сектор, ядерная энергетика, судо-, автомобиле-, приборо-, станкостроение и др.) [15; 21; 22]. Продукция предприятий отрасли отличается высокой долей добавленной стоимости, средняя рентабельность микроэлектронных производств составляет около 30%.

Показательным в развитии микроэлектронных производств является рост объемов выпуска современных интегральных электронных схем – одного из ключевых продуктов микроэлектроники. Классификация ИЭС учитывает датчики и детекторы, микропроцессоры (аналоговые ИЭС), усилители и преобразователи сигналов, стабилизаторы напряжения и др. Интегральные микросхемы можно найти практически во всей современной электронике. Разработка новых микроэлектронных устройств определяет интеллектуальный потенциал предприятий микроэлектронной подотрасли, что особенно важно в условиях санкционного давления.

Многие крупнейшие компании в мире (Apple, Nvidia, AMD, Qualcomm, Xilinx, MadaiaTek и др.) не имеют собственных производственных мощностей и заняты преимущественно разработкой и проектированием микроэлектроники (центральных микропроцессоров, процессоров памяти и других аналоговых и цифровых интегральных микросхем). Так, например, компания Apple сегодня является крупнейшим налогоплательщиком в США. В России ВВП формируется преимущественно за счет реального сектора экономики, связанного с производством промышленной продукции, добычей и переработкой энергоресурсов. Тем не менее необходимо инвестировать в бесфабричные, интеллектуальные производства, закладывающие фундамент технологической конкурентоспособности. Особенно это касается такого высокотехнологичного вида деятельности, как микроэлектроника. Рост числа организаций этой подотрасли (НИИ, дизайн-центры

и др.) в стране, развитие их возможностей за счет инвестиционной поддержки позволят усилить интеллектуальный потенциал электронного комплекса РФ в сфере инновационных технологических разработок и повысить их конкурентоспособность на мировом рынке.

Одним из ключевых индикаторов развития интеллектуальных производств электроники представляется регистрация топологий интегральных микросхем. По этому индикатору в последние годы наблюдается рост активности организаций (рис. 2).

Как видно из рис. 2, 91–95% поданных заявок на государственную регистрацию получают одобрение. Территориальное распределение российских организаций, занятых в разработке и регистрации топологий ИЭС, отличается от структуры размещения в стране их производств. Незначительные мощности по производству различных интегральных микросхем присутствуют в Северо-Западном (2,6 млн шт.), Сибирском (0,7 млн шт.), Приволжском (0,6 млн шт.), Южном (52 тыс. шт.) и Северо-Кавказском (6 тыс. шт.) федеральных округах. В совокупности они формируют всего 0,4% общероссийских мощностей, а 99,6% российского производства ИЭС обеспечивают орга-

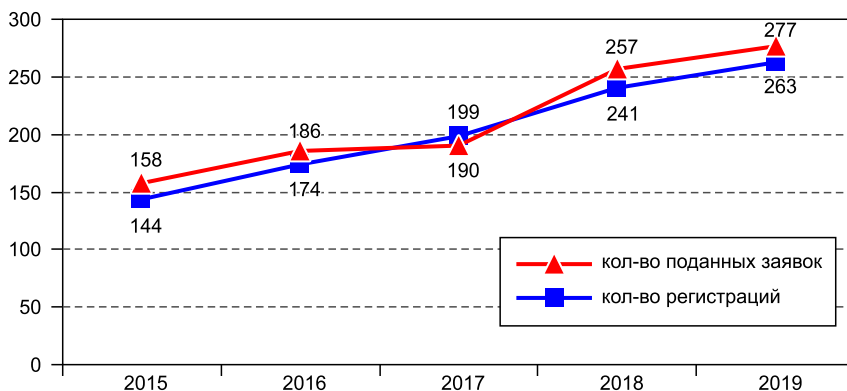


Рис. 2. Подача заявок и регистрация в России топологий интегральных электронных схем

Источник: данные Федерального института промышленной собственности
(URL: <https://www1.fips.ru/to-applicants/topologies-of-integrated-microchips/>)

низации Центрального федерального округа. Расположенные в ЦФО исследовательские, опытно-конструкторские и научно-производственные предприятия проявляют наибольшую активность по РФ в регистрации топологий ИЭС: 210 шт. (80%) в 2019 г. Также свидетельства о регистрации топологий ИЭС в 2019 г. были выданы организациям, расположенным в Сибирском (12,5%), Северо-Западном (4,2%), Приволжском (0,8%) и Северо-Кавказском (0,4%) федеральных округах.

Наблюдаемая ситуация отражает почти полную локализацию производств микросхем в Центральном федеральном округе, прежде всего в Москве и Зеленограде. При этом научно-исследовательский потенциал РФ в сфере разработки микросхем помимо организаций ЦФО обеспечивают организации Сибирского и Северо-Западного федеральных округов. В СФО к основным патентополучателям, не относящимся к оборонно-промышленному комплексу, можно отнести расположенные в Томске «Микран», НИИ полупроводниковых приборов, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, а также Омский государственный технический университет. Интеллектуальный потенциал микроэлектронного комплекса СЗФО формируют организации Санкт-Петербурга: АО «Светлана-Рост», СПбГЭТУ «ЛЭТИ», ООО «Сенсотроника». Перечисленные организации оказывают значительное влияние на развитие внутреннего рынка микроэлектроники.

Слабая зависимость разработчиков ИЭС от российских производителей связана в первую очередь с отсутствием мощностей, соответствующих современным технологическим процессам (уровня 28 нм и выше), что стало причиной налаживания контрактного производства за рубежом (прежде всего в Китае). По такой схеме сегодня организован импорт российских микропроцессоров АО «Байкал Электроникс», АО «Научно-исследовательский институт микроэлектронной аппаратуры «Прогресс», ЗАО «НТЦ Модуль» и др. Стимулирование деятельности, включающей разработку, корпусирование, тестирование и промышленный выпуск интегральных схем, определяет развитость микроэлектронной подотрасли страны и ее территорий.

РАЗРАБОТКА ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ

Предусмотренные Стратегией развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года целевые индикаторы не отражают изменений в развитии микроэлектронной подотрасли. Вместе с тем сегодня нет общепринятого подхода и единого инструментария для оценки развития и локализации на территории страны производств микроэлектроники. Тем не менее имеющаяся официальная статистическая база позволяет оценить развитие отдельных производств на уровне федеральных округов. В частности, интерес представляют показатели, характеризующие развитие производств полупроводниковых изделий. На базе таких показателей может быть сформирован инструмент для определения степени локализации на территории РФ высокотехнологичных микроэлектронных производств. Этот инструмент должен основываться на оценке структурных параметров локализации в регионах РФ производств микроэлектроники и давать возможность учитывать значимость регионов, в которых налажено мелкосерийное производство сложных, дорогостоящих полупроводниковых изделий. Учет данных факторов делает такой инструмент востребованным элементом промышленной политики в области развития микроэлектронной индустрии.

Микроэлектронная отрасль охватывает проектирование и производство полупроводников, включая электронные компоненты и интегральные схемы. Интегральные электронные схемы могут иметь крайне широкий и сложный функционал и представлять собой готовые продукты, такие как, например, однокристальные микрокомпьютеры. В продуктах микроэлектроники совокупный вес микросхем (по стоимости) является подавляющим, что делает их ключевым продуктом данной отрасли. На этом фоне может быть сформулирована гипотеза о возможности рассмотрения в качестве сквозного индикатора пространственного развития микроэлектронной индустрии в РФ интегрального показателя локализации производств интегральных электронных схем. Выбор данной товарной группы обусловлен основополагающей ролью микросхем в развитии важнейших продукто-

вых сегментов электронной промышленности, таких как промышленное оборудование, сетевое и коммуникационное оборудование, медицинская техника, компьютерное и офисное оборудование, бытовая (потребительская) электроника и др. Такой интегральный показатель должен учитывать структурные особенности микроэлектронной отрасли, где высока роль дизайн-центров и других организаций, не производящих самостоятельно конечной продукции.

Оценить вклад предприятий, работающих по фаблесс-схеме, на базе имеющихся статистических показателей на уровне федеральных округов проблематично. В этих целях предлагается воспользоваться базой данных ФИПС относительно регистрации топологий интегральных электронных схем, региональная принадлежность которых может быть определена на основе данных о географическом расположении правообладателя. При таком подходе учитывается вклад в разработку ИЭС производственных компаний и фаблесс-компаний, что характеризует локализацию интеллектуальных производств микроэлектроники. На основании этого можно выделить ряд показателей, отражающих развитие производств и разработок интегральных схем в российских регионах. Для учета качественной составляющей показатель объемов физических производств в регионе может быть дополнен переменной, характеризующей уровень средних цен производимых микросхем. При оценке локализации интеллектуальных производств представляется целесообразным учет числа организаций, занятых в разработке топологий ИЭС, что характеризует наличие в регионе конкурентной среды.

С опорой на эти положения разработан интегральный показатель локализации производств интегральных электронных схем, учитывающий субиндексы локализации физических (S_1) и интеллектуальных (S_2) производств (табл. 3). В сравнении с интеллектуальным производством микроэлектроники, локализация физических производств оказывает большее влияние на формируемый сегодня ВРП регионов и ВВП страны в целом. С другой стороны, развитие микроэлектронных технологий, в том числе разработка топологий интегральных микросхем, определяет накопление интеллектуального, или научно-технологического, потенциала отрасли, будущий экономический эффект от реализации которого сложно предсказать. Данный

Таблица 3

Система показателей оценки локализации производств интегральных электронных схем

Субиндекс 1 (S_1) – локализация физических производств ИЭС	$X_{1.1}$ – производство интегральных электронных схем в натуральном выражении, тыс. шт.
	$X_{1.2}$ – средние цены производителей интегральных электронных схем (всего, на внутреннем и внешнем рынках), руб./шт.
	$X_{1.3}$ – инвестиции в основной капитал организаций, занятых в производстве интегральных электронных схем, тыс. руб.
Субиндекс 2 (S_2) – локализация интеллектуальных производств ИЭС	$X_{2.1}$ – государственная регистрация топологии интегральных микросхем по федеральным округам РФ, ед.
	$X_{2.2}$ – число организаций, занятых в разработке топологий интегральных микросхем, ед.

Источник: составлено автором.

субиндекс также определяет возможности для развития контрактного производства микросхем, в том числе за рубежом. Ввиду невозможности четкого сопоставления значимости выделенных выше факторов и с целью минимизации субъективности оценки степени влияния субиндексов на интегральный показатель приняты равнозначными.

Интегральный показатель локализации производств ИЭС I_s представляет собой сумму оценок субиндексов S_1 и S_2 . Значения субиндексов определялись как среднее арифметическое оценок показателей, характеризующих локализацию в федеральном округе физических или интеллектуальных производств интегральных микросхем:

$$S_i = \frac{\sum_{j=1}^n x_{ij}}{n}, \quad (1)$$

где x_{ij} – нормированное значение показателя j , соответствующего субиндекса i ; n – количество учитываемых в рамках субиндекса показателей ($n = 3$ для субиндекса S_1 и $n = 2$ для S_2).

При проведении расчетов значения входных переменных были приведены к нормированному виду в интервале от 0 до 1 по методу линейного преобразования данных по формуле

$$x_{ij} = \frac{x_{k_{ij}} \cdot x_{k_{i\min}}}{x_{k_{i\max}} \cdot x_{k_{i\min}}}, \quad (2)$$

где $x_{k_{ij}}$ – фактическое значение показателя j , входящего в субиндекс i ; $x_{k_{i\min}}$ и $x_{k_{i\max}}$ – минимальное и максимальное значения x_k для субиндекса i .

Предложенный интегральный показатель выступает в качестве инструмента определения степени выполнения задачи локализации в РФ высокотехнологичных электронных производств. В его основе лежит оценка структурных параметров электронной промышленности. В результате апробации на уровне федеральных округов РФ установлены значения выделенных субиндексов и интегрального показателя локализации производств ИЭС (табл. 4).

Полученные значения интегрального показателя I_s для каждого из федеральных округов РФ представляют собой рейтинговые оценки, характеризующие общее состояние регионального комплекса производств микросхем. Исходя из данных табл. 4, существенными можно

Таблица 4

Значения субиндексов и интегрального показателя локализации производств интегральных электронных схем

Федеральный округ РФ	S_1	S_2	I_s
Центральный	0,76118	1,00000	1,76118
Сибирский	0,29492	0,14754	0,44246
Приволжский	0,33355	0,02200	0,35556
Северо-Западный	0,18343	0,07791	0,26134
Северо-Кавказский	0	0,01962	0,01962
Южный	0,00002	0	0,00002
Уральский	0	0	0
Дальневосточный	0	0	0

Источник: составлено автором.

считать значения интегрального показателя для Приволжского, Сибирского и Северо-Западного федеральных округов, абсолютные лидеры – предприятия Центрального федерального округа. По уровню локализации физических производств достаточно сильными являются организации Приволжского, Сибирского и Северо-Западного федеральных округов. При этом наиболее дорогостоящие микросхемы выпускают в ПФО (938 руб./шт. при средней цене организаций ЦФО 266 руб./шт.). Сибирский микроэлектронный комплекс отличается наличием сильных интеллектуальных производств на базе научно-производственных компаний и фаблесс-компаний. По этому показателю его опережает только комплекс микроэлектронных производств ЦФО. При этом стоит отметить, что предприятия микроэлектронного комплекса СФО, согласно данным Росстата, не имеют стимулирующей инвестиционной поддержки. В Южном, Северо-Кавказском, Уральском и Дальневосточном федеральных округах физическое и интеллектуальное производство интегральных микросхем и микроэлектроники в целом фактически отсутствует.

Если говорить об электронной индустрии России в целом, то помимо ЦФО, основные силы электронного комплекса которого сосредоточены в Москве и Зеленограде, наличие определенного потенциала можно отметить в отдельных федеральных округах РФ, стимулирование развития которых необходимо усиливать. Усиления мер поддержки требуют научно-исследовательские, проектно-конструкторские и производственные организации электронных комплексов ПФО, СФО и СЗФО, в частности расположенные на их территориях микроэлектронные производства. Возможности организаций электронного комплекса УрФО ограничиваются отдельными направлениями электронного машиностроения. К числу приоритетных задач развития отечественной микроэлектроники также относятся постепенное снижение зависимости от влияния государства за счет усиления инструментов государственно-частного партнерства, поиск путей привлечения в отрасль частных инвестиций, снижение степени износа машин и оборудования.

* * *

Полученные в ходе исследования результаты подтверждают необходимость уточнения критериев отнесения субъектов РФ к территориям, перечень перспективных экономических специализаций которых учитывает вид экономической деятельности «производство компьютеров, электронных и оптических изделий». В числе территорий, к специализациям которых относится электронное производство, можно выделить Москву и Московскую область (27,5%), Санкт-Петербург (10,4%), а также Калужскую (8%), Рязанскую (3,6%), Свердловскую (3,5%), Нижегородскую (3%) области, Республику Татарстан (3,7%) и Удмуртскую Республику (4,4%), в совокупности формирующие более 64% от общего объема отгруженной электронной продукции РФ. Результаты анализа ключевых показателей пространственного развития организаций российского электронного комплекса в целом подтверждают правомерность выделенной структуры.

Обеспечение пространственной сбалансированности физических и интеллектуальных производств в рамках отечественного электронного комплекса – необходимое условие его эффективного развития. Образующие ядро электронной индустрии микроэлектронные производства являются движущим фактором в процессе формирования новых рынков, определяющих цифровизацию экономики. Для оценки уровня локализации микроэлектронных производств в федеральных округах РФ разработан интегральный показатель, учитывающий локализацию физических и интеллектуальных производств интегральных микросхем, являющихся базовым продуктом микроэлектроники. С помощью предлагаемого интегрального показателя установлена наибольшая локализация микроэлектронных производств (в порядке убывания) в Центральном, Приволжском, Сибирском и Северо-Западном федеральных округах. Результаты апробации разработанного интегрального показателя подтверждают выдвинутую гипотезу, а сам показатель может быть использован в качестве дополнительного инструмента определения степени выполнения задачи локализации в стране высокотехнологичных электронных производств, поставленной в Стратегии развития электронной промышленности Российской

Федерации на период до 2030 года. В рамках теорий пространственного развития и размещения производств вклад результатов настоящей работы выражается в уточнении структурных особенностей современных электронных производств и определении их влияния на пространственное размещение предприятий электронной индустрии.

*Статья подготовлена в соответствии с Планом НИР
для Лаборатории моделирования пространственного развития
территорий Института экономики УрО РАН на 2021 г.*

Список источников

1. Акбердина В.В. Мультифункциональная роль индустриально развитых регионов в экономике страны // Journal of New Economy. – 2020. – Т. 21, № 3. – С. 48–72. DOI: 10.29141/2658-5081-2020-21-3-3.
2. Бандман М.К. Территориально-производственные комплексы: теория и практика предплановых исследований. – Новосибирск: Наука, 1980. – 256 с.
3. Боднарь Д. Полупроводниковая микроэлектроника – 2019 г. Ч. 2: Российская политика берет верх над «угасающей» экономикой // Электронные компоненты. – 2020. – № 1. – С. 17–21.
4. Бухт Р., Хикс Р. Определение, концепция и измерение цифровой экономики // Вестник международных организаций. – 2018. – Т. 13, № 2. – С. 143–172. DOI: 10.17323/1996-7845-2018-02-07.
5. Горячева Т.В., Мызрова О.А. Оценка потенциала пространственного развития распределенных организаций как драйверов экономической активности регионов // Актуальные проблемы экономики и менеджмента. – 2020. – № 2 (26). – С. 28–36.
6. Дубровская Ю.В., Пакулина Д.А. Особенности пространственного развития отечественной экономики на основе ретроспективного анализа // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Сер.: Экономика и управление. – 2018. – № 2 (33). – С. 5–10.
7. Ёлохова И.В., Козоногова Е.В., Дубровская Ю.В. Типологизация регионов России по признаку сформированности кластерно-сетевых структур // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Сер.: Социально-экономические науки. – 2016. – № 4. – С. 160–171.
8. Котлярова С.Н., Лаврикова Ю.Г., Аверина Л.М. Роль локализации промышленного производства в политике импортозамещения // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2017. – Т. 10, № 5. – С. 115–127.
9. Леш А. Пространственная организация хозяйства. – М.: Наука, 2007. – 663 с.
10. Наумов И.В., Седельников В.М., Аверина Л.М. Эволюция теорий пространственного развития: принципиальные особенности и современные задачи исследований // Журнал экономической теории. – 2020. – Т. 17, № 2. – С. 383–398.

11. *Новикова Н.В.* Потенциал новой индустриальной модернизации: подходы к определению и региональному экономическому измерению // *Известия Уральского государственного экономического университета*. – 2017. – № 5 (73). – С. 128–140.
12. *Остовская А.А.* Методические подходы к определению потенциала пространственной интеграции региональных систем предпринимательства // *Сервис в России и за рубежом*. – 2019. – Т. 13, вып. 2. – С. 16–25. DOI: 10.24411/1995-042X-2019-10202.
13. *Соколов Н.А., Ларин С.Н., Ларина Т.С.* Проблемы и новые подходы к регулированию цифровой экономики на отраслевом уровне на примере электронной промышленности // *Экономика и бизнес: теория и практика*. – 2020. – № 6 (64). – С. 223–232.
14. *Якушев Н.О.* Высокотехнологичный экспорт России и его территориальная специфика // *Проблемы развития территории*. – 2017. – № 3 (89). – С. 62–77.
15. *Aspelund A., Azari M.J., Aglen A.F., Graff S.G.* The birth and development of a born global industry: The case of microelectronics in Norway // *Journal of International Entrepreneurship*. – 2018. – Vol. 16 (1). – P. 82–108. DOI: 10.1007/s10843-017-0206-3.
16. *Ernst D.* The Information Technology Agreement, manufacturing, and innovation – China's and India's contrasting experiences // *Megaregionalism 2.0: Trade and Innovation Within Global Networks*. – World Scientific Publishing Co Pte, 2016. – Vol. 67. – P. 361–388. DOI: 10.2139/ssrn.2737082.
17. *Industrial Districts and Local Economic Regeneration* / Ed. by F. Pyke, W. Sengenberger. – Geneva: ILO, 1992. – 294 p. DOI: 10.1007/BF03036553.
18. *Intarakumnerd P., Chairatana P.A., Chaiyanajit P.* Global production networks and host-site industrial upgrading: the case of the semiconductor industry in Thailand // *Asia Pacific Business Review*. – Vol. 22 (2). – P. 289–306. DOI: 10.1080/13602381.2015.1069545.
19. *Isaksen A., Trippel M.* Exogenously led and policy-supported new path development in peripheral regions: analytical and synthetic routes // *Economic Geography*. – 2017. – Vol. 93 (5). – P. 436–457. DOI: 10.1080/00130095.2016.1154443.
20. *Isard W.* *Methods of Regional Analysis*. – Cambridge: MIT Press, 1960. – 832 p.
21. *Mody C.C.M.* Academic centers and/as industrial consortia in American microelectronics research // *Management & Organizational History*. – 2017. – Vol. 12 (3). – P. 285–303. DOI: 10.1080/17449359.2017.1357795.
22. *Schroth F., Haussermann J.J.* Collaboration strategies in innovation ecosystems: An empirical study of the German microelectronics and photonics industries // *Technology Innovation Management Review*. – 2018. – Vol. 8 (11). – P. 4–12. DOI: 10.22215/timreview/1195.
23. *Song W.* Regionalization, inter-regional cooperation and global governance // *Asia Europe Journal*. – 2007. – Vol. 5, Iss. 1. – P. 67–82. DOI: 10.1007/s10308-006-0094-y.
24. *Tran A.N., Norlund I.* Globalization, industrialization, and labor markets in Vietnam // *Journal of the Asia Pacific Economy*. – 2015. – Vol. 20 (1). – P. 143–163. DOI: 10.1080/13547860.2014.974343.

Информация об авторе

Сиротин Дмитрий Владимирович (Россия, Екатеринбург) – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник лаборатории моделирования пространственного развития территорий Института экономики УрО РАН (620014, Екатеринбург, ул. Московская, 29). E-mail: sirotin.dv@uiec.ru.

DOI: 10.15372/REG20220102

Region: Economics & Sociology, 2022, No. 1 (113), p. 43–72

D.V. Sirotin

ASSESSING THE SPATIAL DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN ELECTRONICS INDUSTRY

Electronics is one of the critical industries that have a great impact on the social and economic growth of the industrial areas. The work aims to assess the spatial development of electronic production in the regions of Russia. To achieve this goal, we highlight the main development indicators of the electronic industry and provide the structure of the main types of electronics produced in the regions of Russia.

Microelectronics sets the pace for the development of the electronics industry. The lack of indicators for microelectronics growth in the Development Strategy for the Electronic Industry of the Russian Federation until 2030 makes it difficult to assess the effectiveness of its implementation. Our study tests a hypothesis whether it is possible to consider an integral indicator for assessing the localization of integrated electronic circuits production as an end-to-end indicator for the microelectronics spatial development. For this purpose, we have designed an integral indicator against the structural peculiarities of the industry. The feasibility of the applied approach defines the need to take into account both physical and intellectual productions of microcircuits as the primary products of fabless manufacturers.

By testing the designed integral indicator under current conditions in Russia, we managed to establish the development levels of microelectronic production located in the federal districts of Russia. The results obtained may

be used to draft and adjust state programs and strategies for the development of the Russian electronics industry and the spatial development of Russian regions in general.

Keywords: spatial development; electronic manufacturing; microelectronics; advanced production technologies; digitalization; integral indicator; promising economic specializations; localization of production

For citation: *Sirotin, D.V. (2022). Otsenka prostranstvennogo razvitiya rossiyskogo elektronnoy kompleksa [Assessing the spatial development of the Russian electronics industry]. Region: ekonomika i sotsiologiya [Region: Economics and Sociology], 1 (113), 43–72. DOI: 10.15372/REG20220102.*

The publication is prepared within the Framework of Research Work for the Laboratory for Modeling Spatial Development of Territories of the Institute of Economics UB RAS for 2021

References

1. Akberdina, V.V. (2020). Multifunktsionalnaya rol industrialno razvitykh regionov v ekonomike strany [Multifunctional role of industrially developed regions in the Russian economy]. *Journal of New Economy*, Vol. 21, No. 3, 48–72. DOI: 10.29141/2658-5081-2020-21-3-3.
2. Bandman, M.K. (1980). Territorialno-proizvodstvennye komplekсы: teoriya i praktika predplanovykh issledovaniy [Territorial Industrial Complexes: Theory and Practice of Preplan Studies]. Novosibirsk, Nauka Publ., 256.
3. Bodnar, D. (2020). Poluprovodnikovaya mikroelektronika – 2019 g. Ch. 2: Rossiyskaya politika beret verkh nad “ugasayushchey” ekonomikoy [2019 semiconductor microelectronics. Part 2: Russian politics takes the upper hand over the fading economy]. *Elektronnye komponenty [Electronic Components]*, 1, 17–21.
4. Bukht, R. & R. Heeks. (2018). Opredelenie, kontseptsiya i izmerenie tsifrovoy ekonomiki [Defining, Conceptualising and Measuring the Digital Economy]. *Vestnik mezhdunarodnykh organizatsiy [International Organisations Research Journal]*, Vol. 13, No. 2, 143–172. DOI: 10.17323/1996-7845-2018-02-07.
5. Goryacheva, T.V. & O.A. Myzrova. (2020). Otsenka potentsiala prostranstvennogo razvitiya raspredelennykh organizatsiy kak drayverov ekonomicheskoy aktivnosti regionov [Assessment of the spatial development potential of distributed organizations as drivers of regions economic activity]. *Aktualnye problemy ekonomiki i menedzhmenta [Actual Problems of Economics and Management]*, 2 (26), 28–36.
6. Dubrovskaya, Yu.V. & D.A. Pakulina. (2018). Osobennosti prostranstvennogo razvitiya otechestvennoy ekonomiki na osnove retrospektivnogo analiza [Special aspects

of spatial development of national economy based on the retrospective analysis]. *Vektor nauki Tolyattinskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser.: Ekonomika i upravlenie* [Science Vector of Togliatti State University. Series: Economics and Management], 2 (33), 5–10.

7. *Yolokhova, I.V., E.V. Kozonogova & Yu.V. Dubrovskaya.* (2016). Tipologizatsiya regionov Rossii po priznaku sformirovannosti klasterno-setevykh struktur [Russian regions typology based on the cluster structures formation]. *Vestnik Permskogo natsionalnogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Ser.: Sotsialno-ekonomicheskie nauki* [PNRPU Sociology and Economics Bulletin], 4, 160–171.

8. *Kotlyarova, S.N., Yu.G. Lavrikova & L.M. Averina.* (2017). Rol lokalizatsii promyshlennogo proizvodstva v politike importozameshcheniya [The role of industrial production localization in the import substitution policy]. *Ekonomicheskie i sotsialnye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz* [Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast], Vol. 10, No. 5, 115–127.

9. *Lesh, A.* (2007). *Prostranstvennaya organizatsiya khozyaystva* [Spatial Organization of the Economy]. Moscow, Nauka Publ., 663.

10. *Naumov, I.V., V.M. Sedelnikov & L.M. Averina.* (2020). Evolyutsiya teorii prostranstvennogo razvitiya: printsipialnye osobennosti i sovremennye zadachi issledovaniy [Evolution of the spatial development theories: principal features and modern objectives of research]. *Zhurnal ekonomicheskoy teorii* [Russian Journal of Economic Theory], Vol. 17, No. 2, 383–398.

11. *Novikova, N.V.* (2017). Potentsial novoy industrialnoy modernizatsii: podkhody k opredeleniyu i regionalnomu ekonomicheskomu izmereniyu [Potential of the new industrial modernisation: approaches to definition and regional economic evaluation]. *Izvestiya Uralskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta* [Journal of the Ural State University of Economics], 5 (73), 128–140.

12. *Ostovskaya, A.A.* (2019). Metodicheskie podkhody k opredeleniyu potentsiala prostranstvennoy integratsii regionalnykh sistem predprinimatelstva [Methodical approaches to the determination of the capacity of spatial integration of regional and business systems]. *Servis v Rossii i za rubezhom* [Services in Russia and Abroad], Vol. 13, Iss. 2, 16–25. DOI: 10.24411/1995-042X-2019-10202.

13. *Sokolov, N.A., S.N. Larin & T.S. Larina.* (2020). Problemy i novye podkhody k regulirovaniyu tsifrovoy ekonomiki na otraslevom urovne na primere elektronnoy promyshlennosti [Challenges and new approaches to regulation digital economy at the industry level on the example of electronic industry]. *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika* [Economy and Business: Theory and Practice], 6 (64), 223–232.

14. *Yakushev, N.O.* (2017). Vysokotekhnologichnyy eksport Rossii i ego territorialnaya spetsifika [High-technology export of Russia and its territorial aspects]. *Problemy razvitiya territorii* [Problems of Territory's Development], 3 (89), 62–77.

15. *Aspelund, A., M.J. Azari, A.F. Aglen & S.G. Graff.* (2018). The birth and development of a born global industry: The case of microelectronics in Norway. *Journal of International Entrepreneurship*, 16 (1), 82–108. DOI: 10.1007/s10843-017-0206-3.

16. *Ernst, D.* (2016). The information technology agreement, manufacturing, and innovation – China's and India's contrasting experiences. *Megaregionalism 2.0: Trade and Innovation Within Global Networks*, 67, 361–388. World Scientific Publishing Co Pte. DOI: 10.2139/ssrn.2737082.
17. *Pyke, F. & W. Sengenberger* (Eds). (1992). *Industrial Districts and Local Economic Regeneration*. Geneva, ILO, 294. DOI: 10.1007/BF03036553.
18. *Intarakumnerd, P., P.A. Chairatana & P. Chaiyanajit.* (2016). Global production networks and host-site industrial upgrading: the case of the semiconductor industry in Thailand. *Asia Pacific Business Review*, 22 (2), 289–306. DOI: 10.1080/13602381.2015.1069545.
19. *Isaksen, A. & M. Trippl.* (2017). Exogenously led and policy-supported new path development in peripheral regions: analytical and synthetic routes. *Economic Geography*, 93 (5), 436–457. DOI: 10.1080/00130095.2016.1154443.
20. *Isard, W.* (1960). *Methods of Regional Analysis*. Cambridge, MIT Press, 832.
21. *Mody, C.C.M.* (2017). Academic centers and/as industrial consortia in American microelectronics research. *Management & Organizational History*, 12 (3), 285–303. DOI: 10.1080/17449359.2017.1357795.
22. *Schroth, F. & J.J. Haussermann.* (2018). Collaboration strategies in innovation ecosystems: An empirical study of the German microelectronics and photonics industries. *Technology Innovation Management Review*, 8 (11), 4–12. DOI: 10.22215/timreview/1195.
23. *Song, W.* (2007). Regionalization, inter-regional cooperation and global governance. *Asia Europe Journal*, Vol. 5, Iss. 1, 67–82. DOI: 10.1007/s10308-006-0094-y.
24. *Tran, A.N. & I. Norlund.* (2015). Globalization, industrialization, and labor markets in Vietnam. *Journal of the Asia Pacific Economy*, 20 (1), 143–163. DOI: 10.1080/13547860.2014.974343.

Information about the author

Sirotin, Dmitry Vladimirovich (Ekaterinburg, Russia) – Candidate of Sciences (Economics), Senior Researcher at the Laboratory for Modeling Spatial Development of Territories, Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (29, Moskovskaya st., Ekaterinburg, 620014, Russia). E-mail: sirotin.dv@uieec.ru.

Поступила в редколлегию 22.10.2020.

После доработки 21.06.2021.

Принята к публикации 23.06.2021.

© Сиротин Д.В., 2022