

Развитие микроэлектронной промышленности

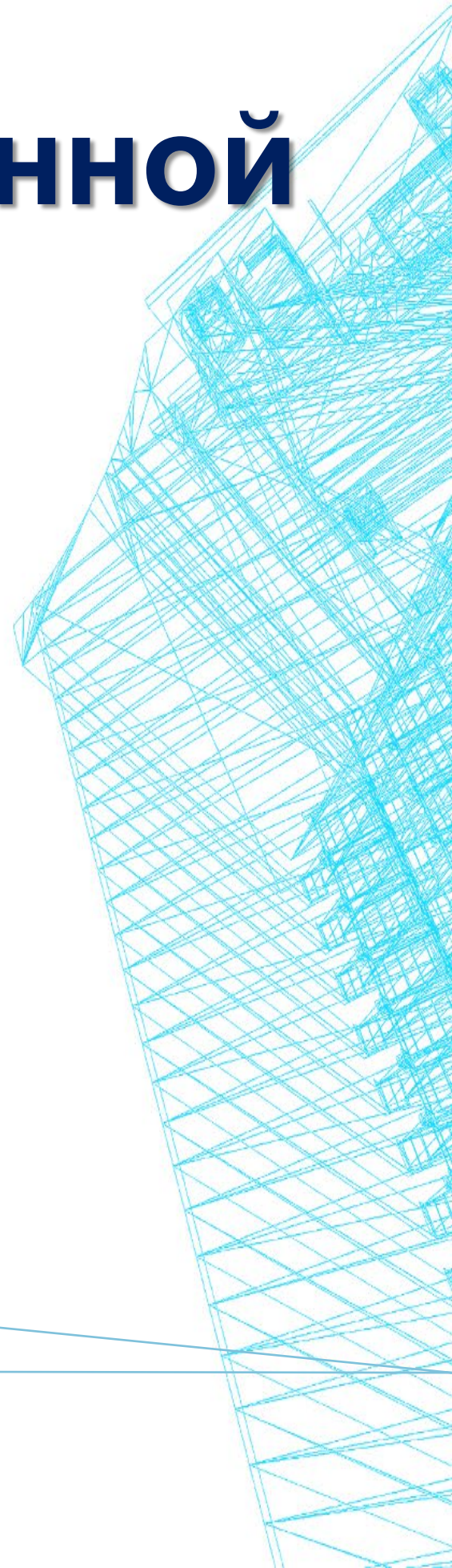
Видео - Презентация

Кузнецов
Андрей Александрович

Моб.: +7 965 302-10-15

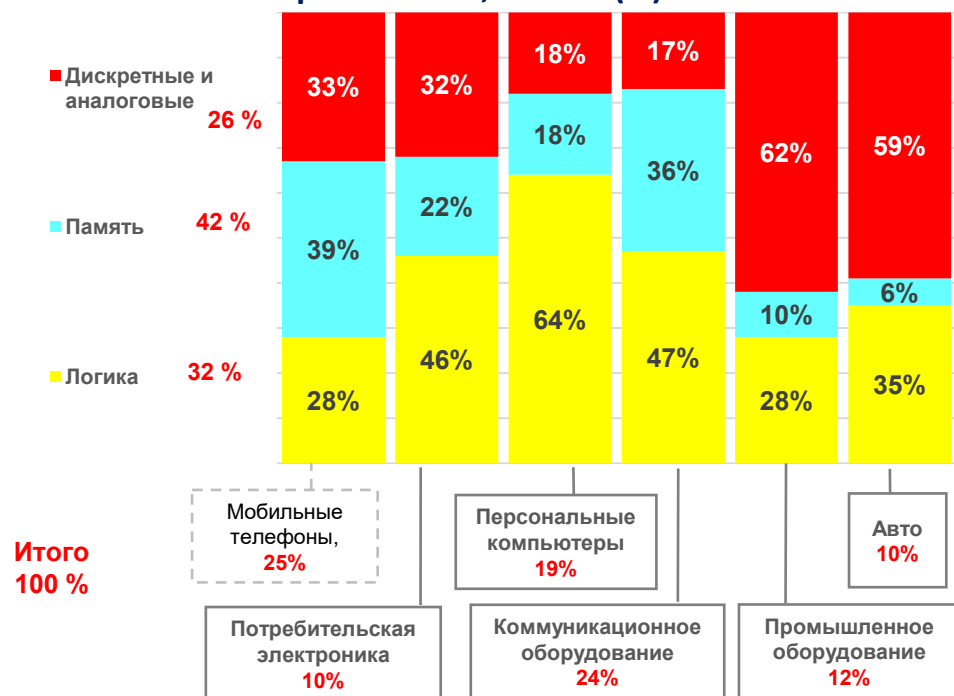
E-mail: kuznetsov-pehu@yandex.ru

www.kuznetsov.pe.hu



Прогноз мирового полупроводникового рынка в 2020–2021 гг.

Мировые продажи полупроводников по отраслям применения, 2019 г. (%):



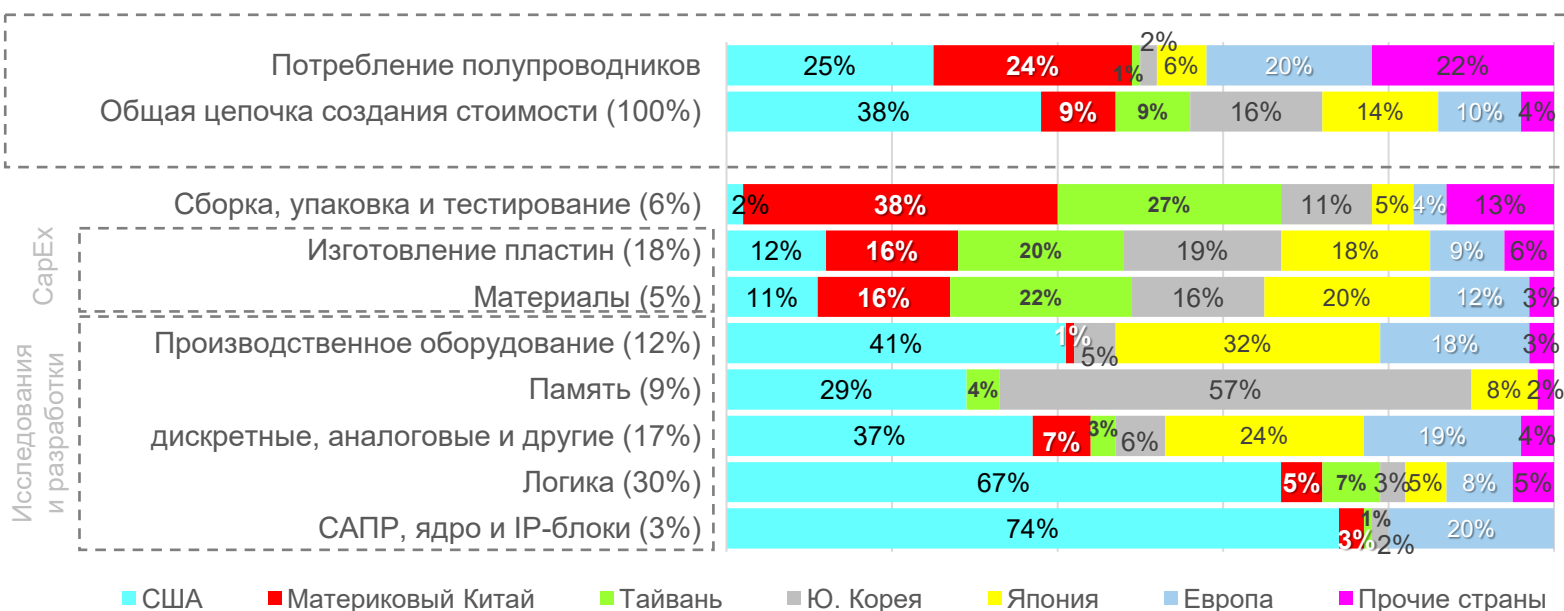
Источник: ассоциации WSTS, Gartner

Топ-10 полупроводниковых компаний по выручке в 2021 году.

Источник: IC Insights

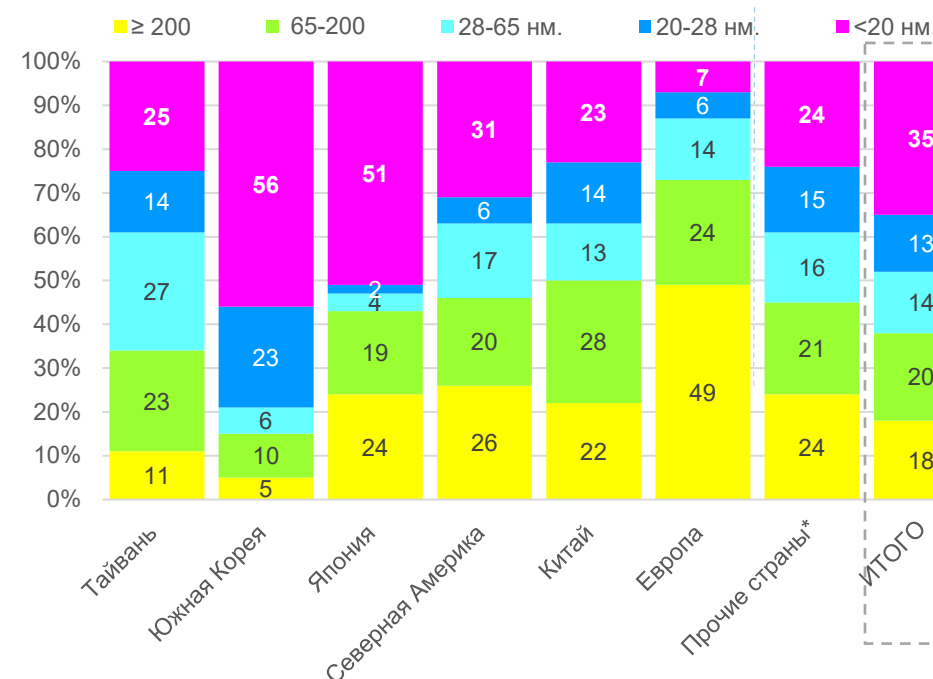
Место в 2021 г.	Место в 2020г.	Компания	Страна	Годовая выручка, млрд долл.	Доля рынка, % of Total	Бизнес-модель	Сфера деятельности
1	2	Samsung	Юж. Корея	83,085	14,2%	IDM	Разное, включая память
2	1	Intel	США	75,550	12,9%	IDM	Процессоры, ПЛИС
3	3	TSMC	Тайвань	56,633	9,7%	foundries	Обслуживание заказов
4	4	SK Hynix	Корея	37,267	6,4%	IDM	Память
5	5	Micron	США	30,087	5,1%	IDM	Память
6	6	Qualcomm	США	29,136	5,0%	fabless	Чипы для телефонов, телеком
7	8	Nvidia	США	23,026	3,9%	fabless	Видеокарты
8	7	Broadcom	США	20,963	3,6%	fabless	Телеком, модемы
9	12	MediaTek	Тайвань	17,551	3,0%	fabless	Чипы для телефонов
10	9	TI	США	16,904	2,9%	IDM	Аналоговая и встроенная обработка

Добавленная стоимость полупроводниковой промышленности в разбивке по видам деятельности и регионам, 2019 год (%)



Источник: BCG analysis with data from company financials, Capital IQ, Gartner, SEMI, IHS Markit

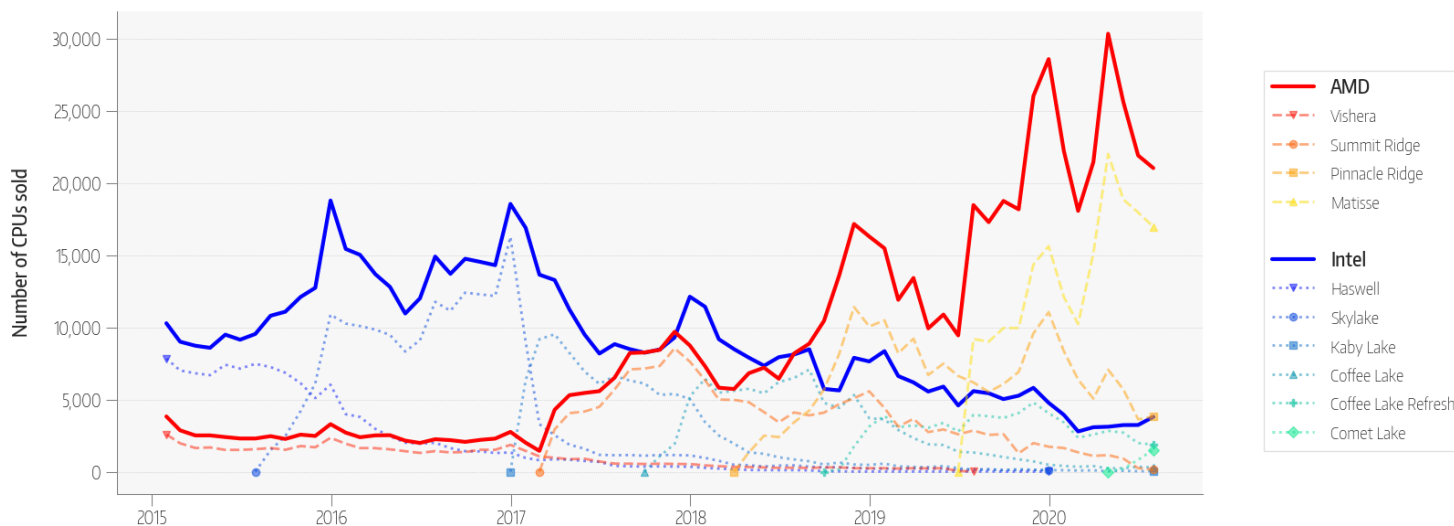
Распределение мирового производства микросхем по проектным нормам, % (2018 г.)



Объем продаж и цены на процессоры (CPU) 2015 – 2021 гг. по данным немецкого магазина Mindfactory

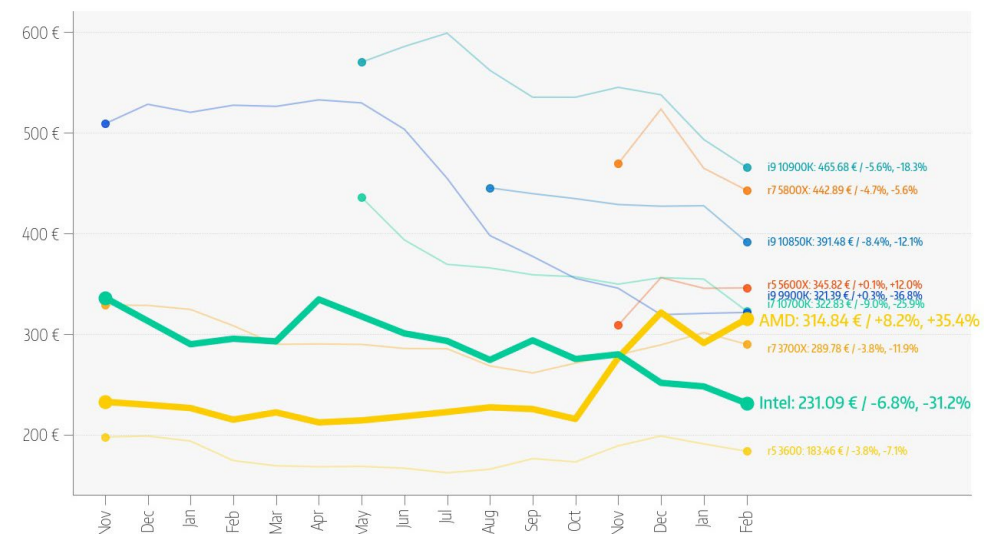
Количество проданных процессоров в месяц (Number of CPUs sold) в 2015–2021г.

Пять лет назад AMD потерпела поражение со своими производными Bulldozer, у которых не было никаких шансов против Intel. Все изменилось, когда AMD выпустила Zen 1, он же Summit Ridge, что привело к значительному скачку производительности и количества ядер. Intel ответила, увеличив количество ядер до шести и восьми с помощью Coffee Lake и Coffee Lake Refresh соответственно, однако обоим помешал серьезный дефицит. Это пошло на пользу Zen 1 + от AMD, также известному как Pinnacle Ridge, что само по себе является скромным улучшением по сравнению с Zen 1. Ситуация для Intel обернулась плачевно с выпуском 7-м Zen 2 от AMD, он же Matisse. Будучи равной по IPC и доминируя над Intel в области технологических процессов (впервые), по количеству ядер и цене за ядро Intel оказывается в очень неудобном положении. Поскольку его 10-нм техпроцесс для настольных компьютеров не предвидится, это может не измениться в обозримом будущем.



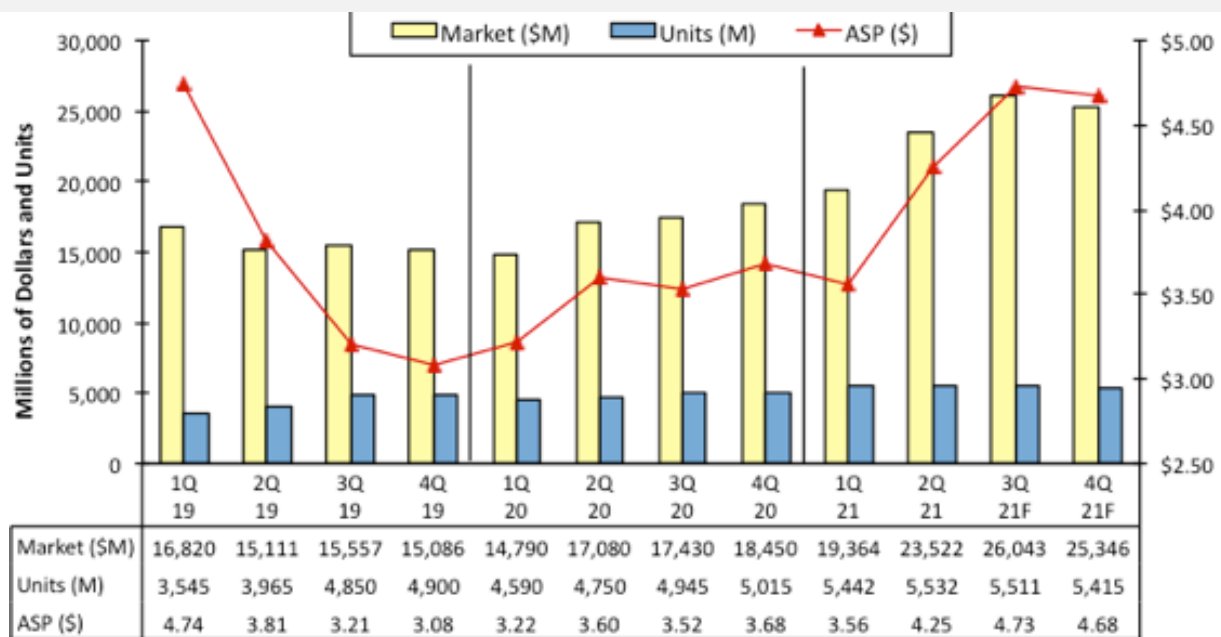
Средняя цена продаж (Average Sales Price), Nov 2019 – Feb 2021

Средняя цена продажи для AMD и Intel и их 4 наиболее релевантных процессоров с точки зрения выручки. Проценты обозначают изменения по сравнению с прошлым месяцем и самой ранней датой на графике.



Оперативная память DRAM.

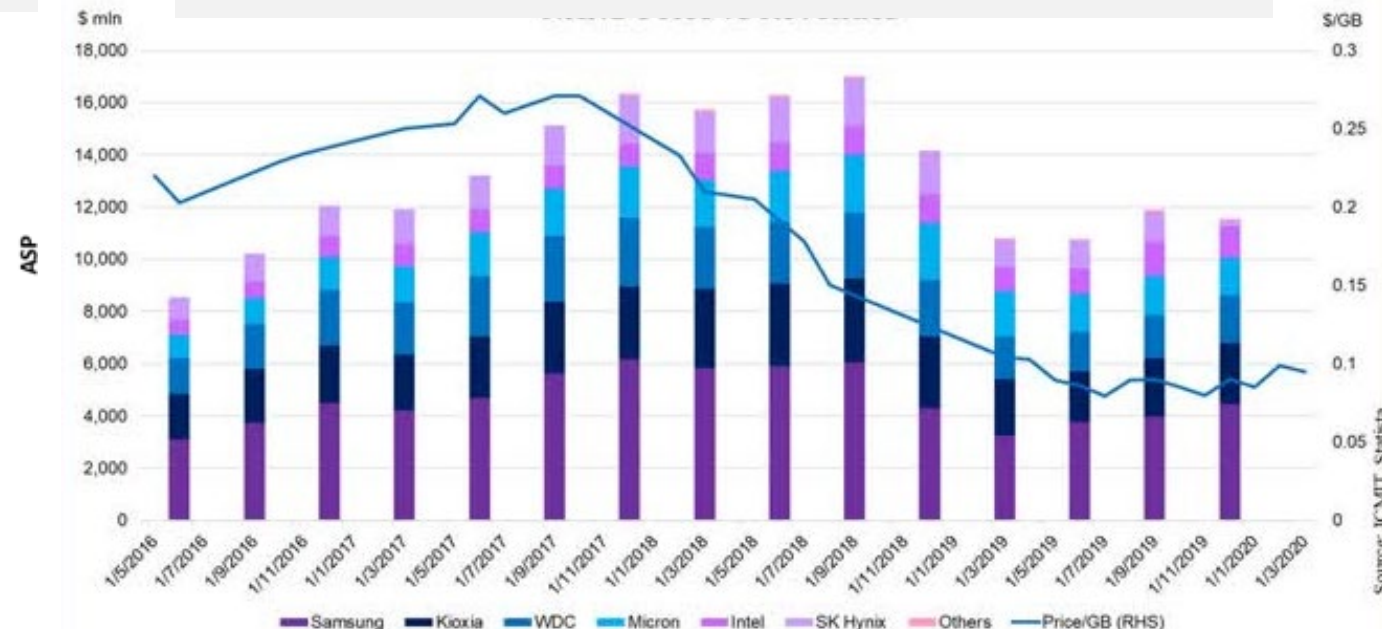
Пять лет назад



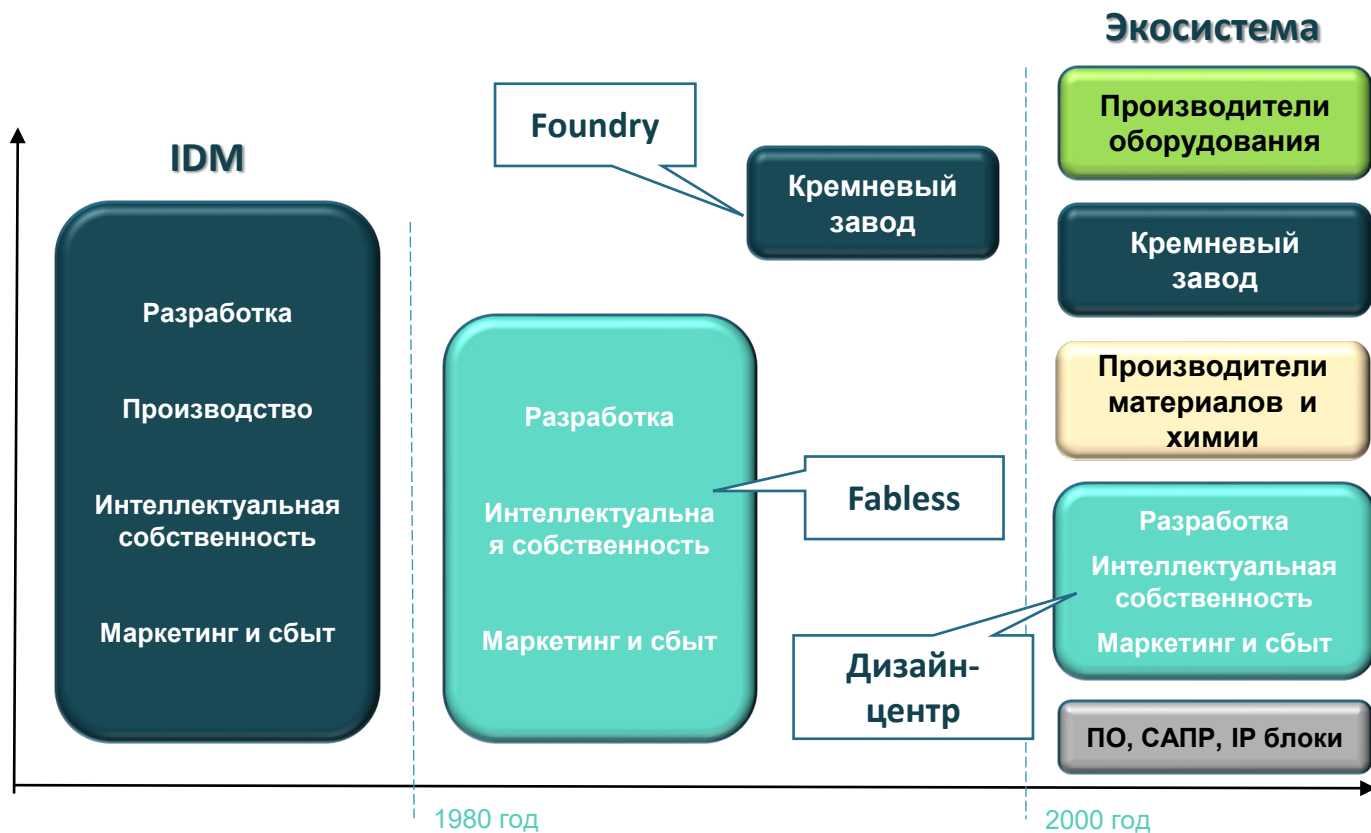
Source: IC Insights

Флеш-память NAND.

Пять лет назад



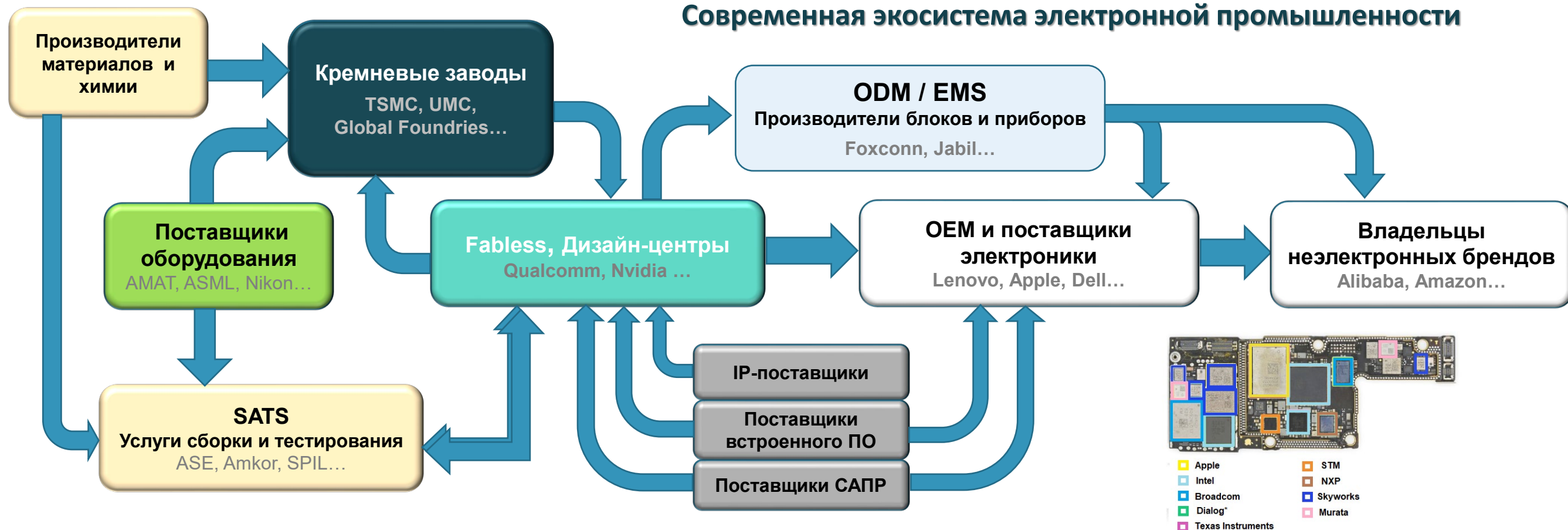
Source: IC.MIT, Statista



В 1970-х годах полупроводниковая промышленность была вертикально интегрирована. Большинство компаний были с IDM производством, рост числа фабрик привел к увеличению капитальных затрат, компаниями для увеличения рентабельности (ROIC) была применена новая бизнес-модель с более низкими инвестициями – fables и foundry.

Дальнейшее развитие и внедрение новых технологических норм, максимизация загрузки производства, усложнение цепочек поставок, значительное увеличение рисков, способствует к созданию региональных экосистем в полупроводниковой промышленности.

Современная экосистема электронной промышленности



В 2022 году рынок будет расти, однако дефицит чипов сохранится. Поскольку пандемия COVID-19 повлияла на мир с начала 2020 года, болезнь распространилась по всем странам мира. В результате происходящего на Украине может усугубиться и без того имеющаяся в мире нехватка чипов, следует из доклада аналитической компании Moody's Analytics, посвященном геополитическим рискам для рынков. Могут возникнуть перебои с поставками сырья, необходимого для производства чипов. Связано это с тем, что Россия и Украина являются одними из крупных его поставщиками:

- Украина поставляет порядка 70% неона в мире.
- Россия поставляет порядка 40% палладия,
- также Россия является крупным поставщиком сапфировых подложек, которые используются в микроэлектронике

Intel (Integrated Electronics, «интегрированная электроника»)

Основана в 1968 году, первым продуктом стала микросхема 3101 Schottky bipolar memory, высокоскоростная память с произвольным доступом на транзисторах Шоттки. Сегодня крупнейшая в мире производитель микропроцессоров, занимающий на 2008 год 75 % этого рынка. Помимо микропроцессоров, Intel выпускает полупроводниковые компоненты для промышленного и сетевого оборудования. Продукция в основном продаётся оптом производителям персональных компьютеров



Global Foundries

Основана в 2009 году на основе производственного подразделения компании AMD. В настоящее время GlobalFoundries принадлежат восемь заводов по производству 200-мм и 300-мм кремниевых пластин. Мощности располагаются в: Дрездоне (Германия), Сингапуре (6 заводов), Нью-Йорке (США) и строится завод в Абу-Даби. Мощности заводов оцениваются на начало 2010-х годов в 1,6 миллиона пластин 300 мм. и 2,2 миллиона пластин 200 мм. в год. В 2018 году компания сосредоточилась на глубокой модернизации имеющихся процессов на уровне 14-12 н.м.



Samsung Foundry

Корпорация Samsung оказывает услуги кремневого завода на свободных мощностях, но и создала для этого автономное специализированное подразделение – Samsung Foundry. Сейчас число линий Samsung в Ю. Корее и США, оказывающих услуги кремневого завода на пластинах 200 и 300 мм. достигло шести. В феврале 2020 года было начато массовое изготовление интегральных микросхем (ИС) по 7-5 н.м. технологическим процессам, в дальнейшем планируется освоить процесс 3 н.м.



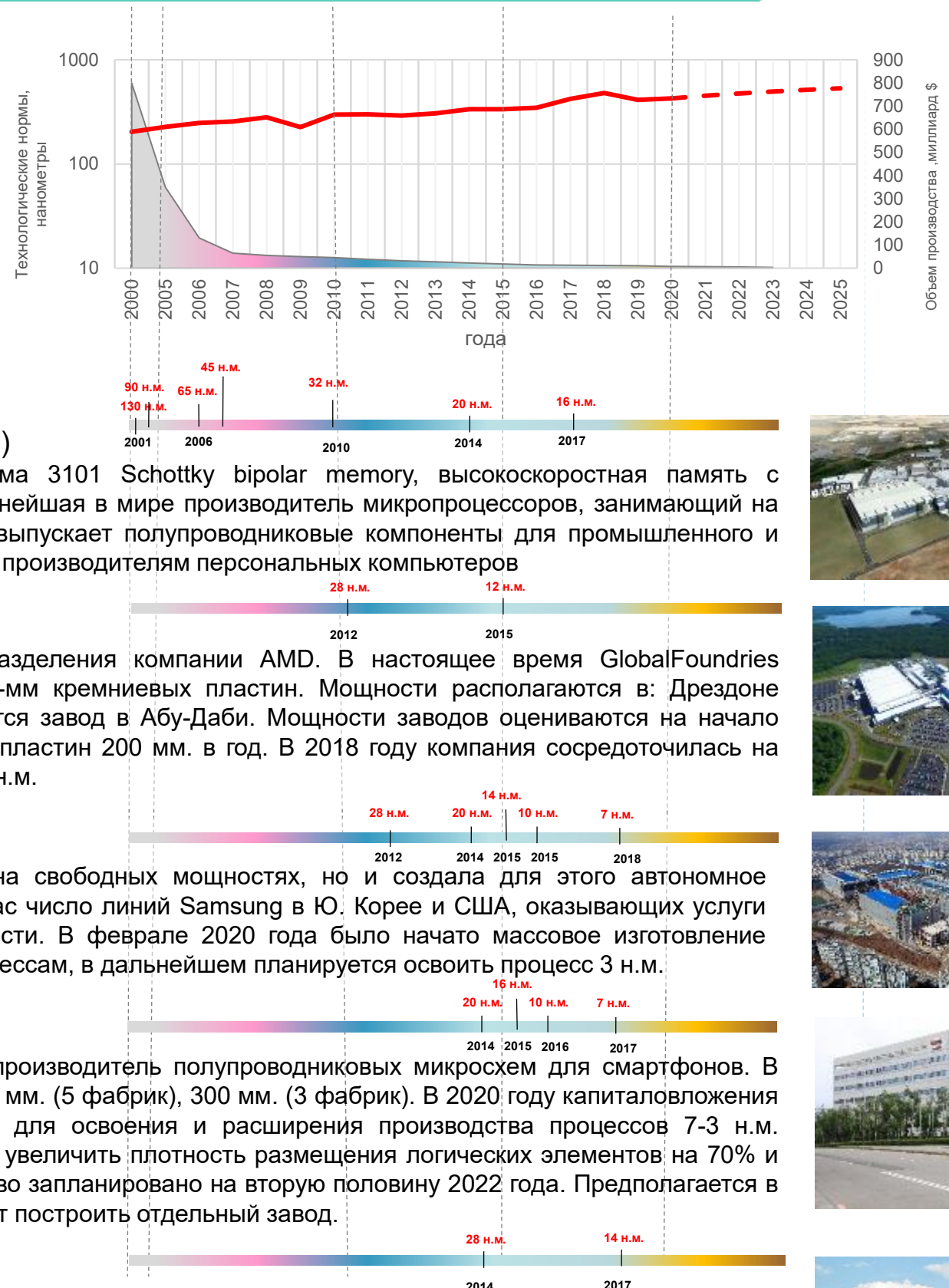
TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company)

Основана в 1987 году в Тайване, крупнейший контрактный производитель полупроводниковых микросхем для смартфонов. В настоящее время девять фабрик по производству 150 мм, 200 мм. (5 фабрик), 300 мм. (3 фабрик). В 2020 году капиталовложения составили 17,2 млрд.\$, основные вложения предназначены для освоения и расширения производства процессов 7-3 н.м. Технология 3 н.м. по сравнению с 5 н.м. процессом позволит увеличить плотность размещения логических элементов на 70% и снизит потребляемую мощность на 30%, серийное производство запланировано на вторую половину 2022 года. Предполагается в 2022 году перенос производства intel, для чего TSMC планирует построить отдельный завод.



UMC (United Microelectronics Corporation)

Основана в 1980 году в Тайване, на сегодняшний день 12 фабрик микроэлектронного производства: 7 фабрик в Синьчжу (Тайвань), две самые современные фабрики находятся в Сингапуре (130-40 н.м.), одна в Сямынь (Китай, 40-28 н.м.), в Ми (Япония, 90-40 н.м.) и в Тайнане (Тайвань, 130-14 н.м.). Согласно бизнес-стратегии отказались от дальнейшего масштабирования на рубеже 14-12 н.м. проектных норм в пользу глубокой модернизации существующих процессов.



SWOT – основных производителей микроэлектроники

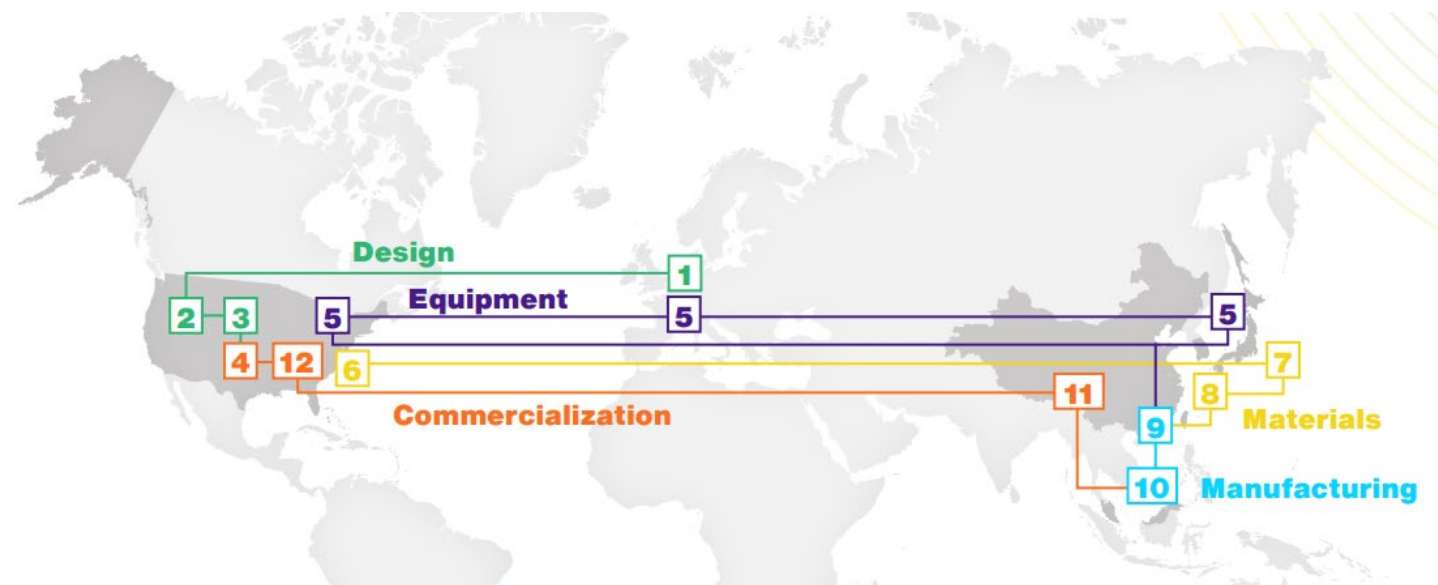
<p>СИЛЬНЫЕ СТОРОНЫ</p>	<ul style="list-style-type: none"> Прочное партнерство с Microsoft Высокоэффективные производственные процессы Экономия за счет масштаба собственная сеть предприятий производства комплектующих в разных странах мира IDM 2.0 	<ul style="list-style-type: none"> Новые инвесторы (27.10.2021) BlackRock, Columbia Management Investment Advisers, Fidelity, Koch Industries и Qualcomm выразили желание приобрести на IPO акции на сумму 1,05 млрд долларов (43% сделки) 	<ul style="list-style-type: none"> Сильное доминирование производства смартфонов занимает лидирующие позиции на азиатских рынках, в частности в Индии и Китае 	<ul style="list-style-type: none"> TSMC имеет сильную дистрибьюторскую сеть с большим количеством торговых точек. 	<ul style="list-style-type: none"> Успешный опыт интеграции взаимодополняющих фирм путем слияний и поглощений накопила опыт выхода на новые рынки и достижения на них успеха
<p>СЛАБЫЕ СТОРОНЫ</p>	<ul style="list-style-type: none"> Замедление инноваций Незначительное присутствие на рынке мобильной связи Зависимость от компьютерных брендов (Windows-машин) Ограниченная диверсификация бизнеса 	<ul style="list-style-type: none"> В значительной степени зависят от небольшого числа клиентов. Полагаются на сложную цепочку поставок кремния, и сбои в этой цепочке могут повлиять на способность производить продукты и выполнять контракты. 	<ul style="list-style-type: none"> снижение доходов от смартфонов 	<ul style="list-style-type: none"> Большая часть имущества, используемого TSMC, сдается в аренду, и арендная плата должна быть оплачена. высокий уровень текучести кадров 	<ul style="list-style-type: none"> Нужны большие инвестиций в новые технологии Плохо прогнозирует спрос на продукцию, как следствие потеряла часть нишевых рынков Высокая текучесть кадров Высокие запасы по сравнению с конкурентами
<p>ВОЗМОЖНОСТИ</p>	<ul style="list-style-type: none"> Диверсификация бизнеса Разработка продуктов для мобильного рынка Гибкость процессоров 	<ul style="list-style-type: none"> Конгресс США недавно одобрил Закон о микросхемах, который при финансировании в соответствии с положениями Закона США об инновациях и конкуренции Предоставит более 52 миллиардов долларов для финансирования полупроводниковой промышленности США 	<ul style="list-style-type: none"> Выход на новые рынки Диверсификация бизнеса У исследователей Samsung большой задел инновационных идей, реализация их позволит легко одержать победу над другими производителями. 	<ul style="list-style-type: none"> Число пользователей социальных сетей растет по всему миру. TSMC может получать доход, открывая интернет-магазины и совершая продажи через них TSMC может продавать продукцию на новых нишевых рынках и пользоваться преимуществами 	<ul style="list-style-type: none"> Продвижение дифференцированной ценовой политики компания инвестировала большую сумму денег в онлайн-платформу
<p>УГРОЗЫ</p>	<ul style="list-style-type: none"> Быстрый переход рынка на мобильные вычисления Конкуренция с ARM в мобильном процессоре Конкуренция с AMD и ARM на рынке ПК 	<ul style="list-style-type: none"> не выполнили свои обязательства по контрактам, которые заключались с IBM в 2014 году в связи с приобретением подразделения IBM Microelectronics. 	<ul style="list-style-type: none"> государственное регулирование Бренд претерпел споры о нарушении патентных прав 	<ul style="list-style-type: none"> Высокая конкуренция внутри отрасли. Концентрация производства полупроводников в таких странах, как Тайвань, остров с ограниченными ресурсами, подверженный стихийным бедствиям и геополитической напряженности, дополнительно подвергает глобальные цепочки поставок значительному риску. 	<ul style="list-style-type: none"> Растущая стоимость сырья привлекает к уменьшению прибыли Изменение покупательского поведения потребителей из онлайн-канала может представлять угрозу для существующей модели цепочки поставок

- 1. Рынок растет,** совокупные темпы годового роста сопоставимы с мировым ВВП, в отдельных случаях происходит взрывной рост. Рынок развивается, в основном, за счет существующих сегментов, а не за счет новых применений
- 2. Изменение парадигмы проектирования микросхем,** от классического ТЗ в сторону контроля безопасности микросхем;
- 3. Дефицит микроэлектронной продукции.** Глобальная пандемия, остановка производств, нарушение логистических цепочек.
- 4. Изменение характера конкуренции:** фокус компаний сместился с основных новых рынков, которые не дают взрывного роста, на распределение долей на сложившиеся рынках (конкуренция за технологии, позволяющие повысить долю в крупнейших сегментах).
- 5. Снижение числа производителей микроэлектроники с развитием технологий.**
- 6. Консолидация поставок:** развитие продаж за счет комплексных решений; контроль цепочек поставок; расширение функций и дополнительных сервисов.
- 7. Закон Мура, борьба двух трендов** – «гонка за нанометрами» и возрастание степени интеграции, разработка специальных SoC («система-в-упаковке») и SiP («система-в-чипе»).
- 8. Междисциплинарные технологии:** внедрение новых материалов (графена, карбида кремния и др.) медицинская электроника и высоко-интегрированные решения привлекают большее значение на рынке.
- 9. Эволюция бизнес-моделей:** внедрение ЭКБ (IDM и Fabless) переходят к модели поставщиков комплексных решений.
- 10. Удорожание электронных компонентов.** Нарушение логистических цепочек ведет к увеличению затрат. Секторальные санкции приведут к перераспределению каналов поставок и ажиотажного спроса на отдельные ресурсы
- 11. Мировая пандемия привела к ускорению цифровой трансформации в мире,** росту запросов на дистанционный сервис во всех отраслях экономики, необходимости увеличения объемов передаваемой информации и ускорения развития систем 5G, основным бенефициаром которых является мировая электронная промышленность.
- 12. Расширяющиеся американские санкции** являются очень болезненными для все большего количества передовых предприятий микроэлектроники КНР и РФ, т.к. лишают их возможности развития с использованием самых современных мировых технологий, материалов, комплектующих, оставляя им только функции производства более простых товаров. Это может привести к сильному падению их рыночных позиций в мире.
- 13. Высокие барьеры выхода на рынок.**



Цепочка создания стоимости полупроводников глобальна и опирается на специализацию возможности различных регионов.

Производственные компании (foundry) в основном сконцентрированы на Тайване, специализироваться на производстве, сборке, тестировании и упаковке, в то время как компании со штаб-квартирой в США в основном специализировались на проектной деятельности с более высокой добавленной стоимостью.



Дизайн
Design

1

Европейская фирма лицензирует IP на архитектуру процессора приложений

2

Американская фирма EDA предоставляет программное обеспечение для проектирования микросхем

3

Американская фирма разрабатывает (коммерциализирует) чипы

5

Высокоразвитое производственное оборудование разрабатывается компаниями в США, Японии и Европе, используя десятилетний опыт в области исследований и разработок

6

Диоксид кремния добывается в США и перерабатывается в металлургический кремний

7

Кремний расплавляется и перекристаллизуется в монокристалл, который производитель поликремния в Японии формирует слитком

8

Слиток разрезается на пластины в Южной Корее, которые затем полируются и отправляются на завод

9

Производство
Manufacturing

Завод в Тайване печатает на пластинах массив интегральных схем

10

Отдельные чипы отделяются и упаковываются с помощью OSAT в Малайзии

11

Чип поставляется для смартфонов. Партнер OEM-производителя по сборке в Китае, который встраивает его в печатную плату внутри телефона

12

Смартфон продается потребителю в США

Коммерциализация
Commercialization

4

Чип разработан производителем смартфонов в США для своего нового устройства

Физические потоки

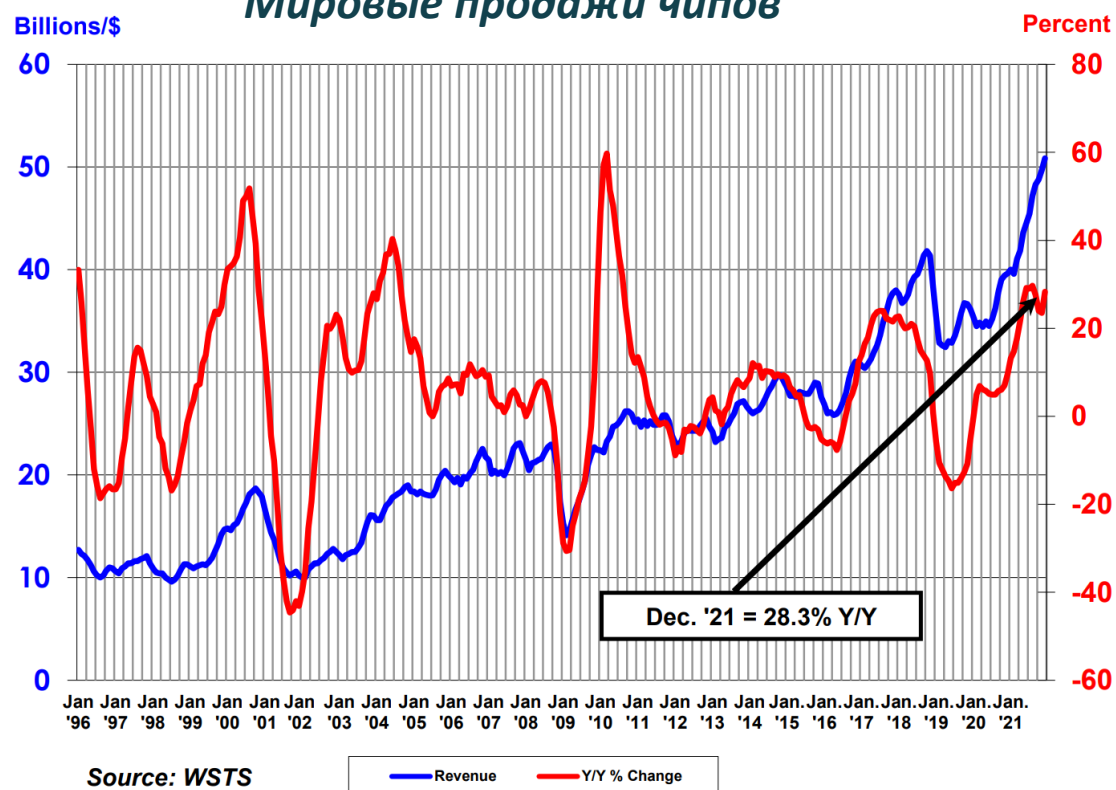
Нематериальные потоки (программное обеспечение, IP)

Источник: BCG x SIA «Укрепление глобальной цепочки поставок полупроводников в эпоху неопределенности», https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/05/BCG-x-SIA-Strengthening-the-Global-Semiconductor-Value-Chain-April-2021_1.pdf

Крупнейшие разработчики чипов, не имеющие своих производственных предприятий

Место в 2021 г.	Место в 2020г.	Компания	Страна	Годовая выручка, Млрд \$	Увеличение выручки к предыдущему году, %	Сфера деятельности
1	1	Qualcomm	США	29,333	51 %	Чипы для телефонов и телеком
2	3	Nvidia	США	24,885	61 %	Видеокарты
3	2	Broadcom	США	21,026	18 %	Телеком
4	4	MediaTek	Тайвань	17,619	61 %	Чипы для телефонов
5	5	AMD	США	16,434	68 %	Процессоры, видеокарты
6	8	Novatek	Тайвань	4,836	79 %	Драйверы дисплеев
7	7	Marvell	США	4,281	46 %	Процессоры, телеком
8	9	Realtek	Тайвань	3,767	43 %	Ethernet-адаптеры и контроллеры
9	6	Xilinx	США	3,677	20 %	FPGA (программируемая логическая матрица)
10	-	Himax	Тайвань	1,547	74 %	Драйверы дисплеев
ИТОГО Top 10				127,405	48 %	

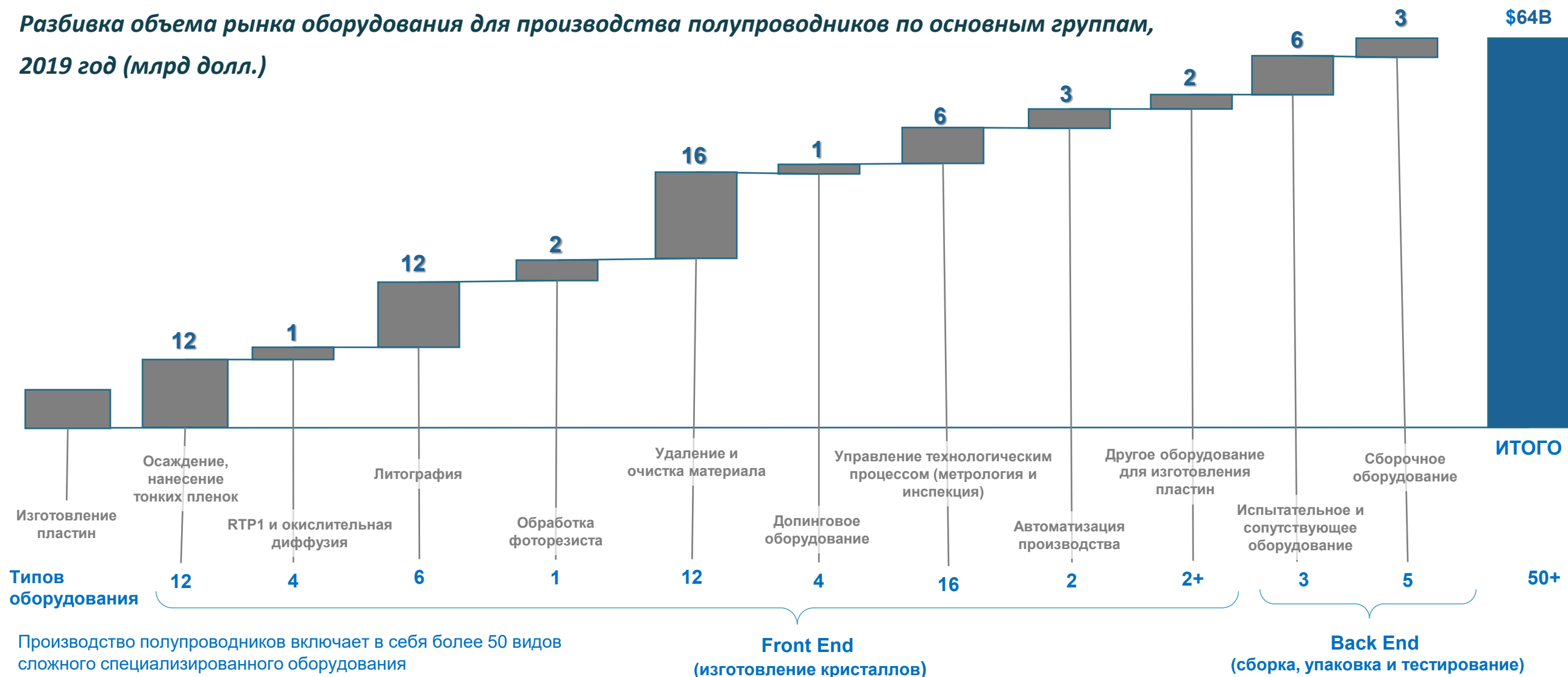
Мировые продажи чипов



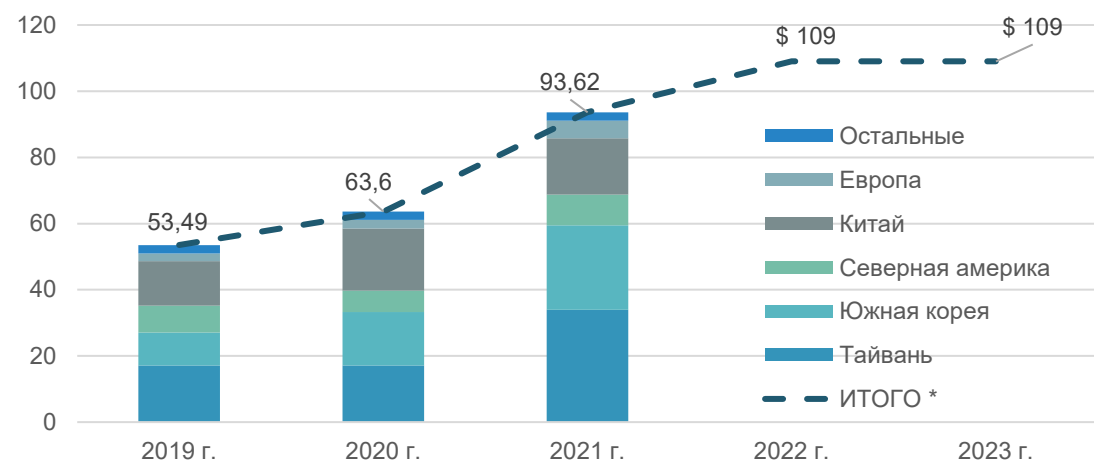
Рейтинг компаний по закупкам чипов

Место в 2021 г.	Место в 2020г.	Компания	Страна	Годовая выручка, 2021 г., млрд \$	Доля рынка, %
1	1	Apple	США	68,269	11,7 %
2	2	Samsung Electronics	Корея	45,775	7,8 %
3	4	Lenovo	Китай	25,283	4,3 %
4	6	BBK Electronics	Китай	23,350	4,0 %
5	5	Dell Technologies	США	21,092	3,6 %
6	8	Xiaomi	Китай	17,251	3,0 %
7	3	Huawei	Китай	15,382	2,6 %
8	7	HP Inc	США	13,789	2,4 %
9	9	Hon Hai Precision	Тайвань	8,885	1,5 %
10	10	Hewlett-Packard Enterprise	США	6,736	1,2 %
ИТОГО				583,477	100 %
прочие				337,695	57,9

Разбивка объема рынка оборудования для производства полупроводников по основным группам, 2019 год (млрд долл.)



Страны-лидеры по расходам на оборудование для производства микросхем, млрд \$.



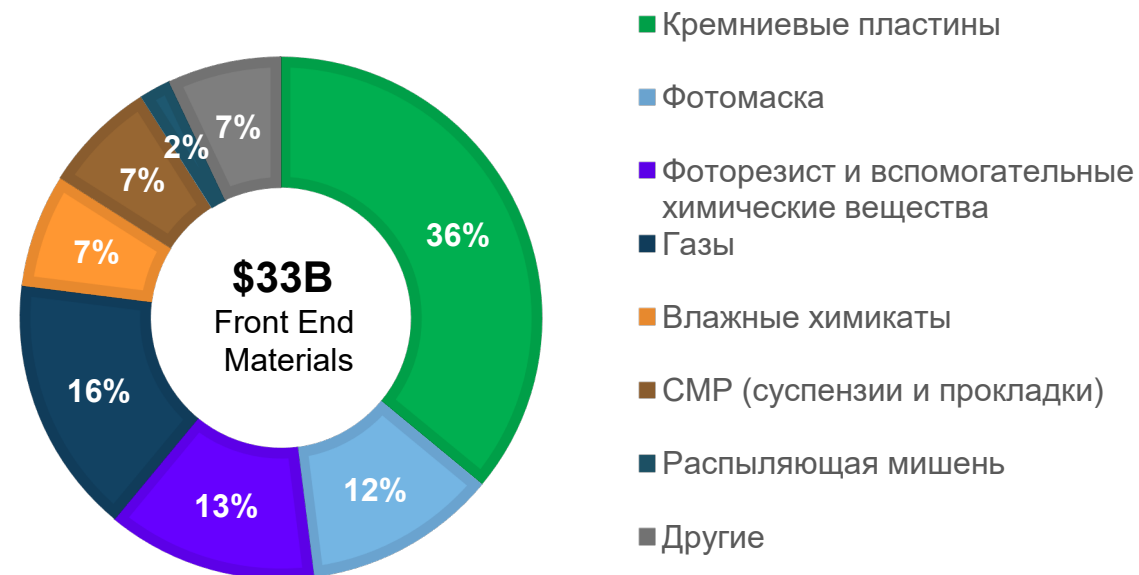
* Прогноз SEMI роста глобальных расходов на оборудование для объектов frond-end .

Крупнейшие производители оборудования для микроэлектронного производства.

	Компания	Страна	Выручка, млрд \$	Специализация
1	Applend Materials	США	17	Все стадии производств
2	ASML	Голландия	12	Литография
3	Lam Research	США	10	Травление, напыление
4	KLA	США	4	Управление производством и метрология
5	Tokyo Electron	Япония	1,3	Все стадии производств
	Другие		~12	

В производстве полупроводников используется до 300 различных материалов, для производства многих из которых также требуются передовые технологии. Например, поликремний, используемый для изготовления слитка кремния, который затем нарезается на пластины, должен иметь уровень чистоты, который составляет в 1000 раз выше уровня, требуемого для солнечных панелей, и обеспечивается в основном всего четырьмя компаниями, совокупная доля которых на мировом рынке превышает 90%. На диаграммах показана разбивка мировые продажи материалов для производства полупроводников в 2019 году по ключевым семействам, используемым в интерфейсном и серверном производстве.

Front End (изготовление пластин)

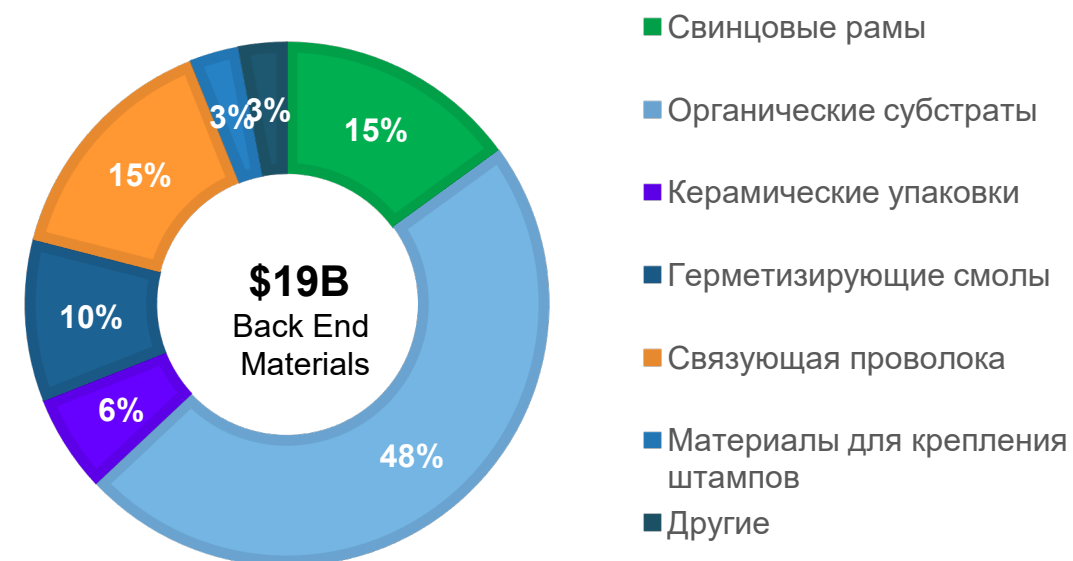


Крупнейшие потребители полупроводниковых материалов.

Страна	2020	2021	В годовом исчислении
Тайвань	\$12,720	\$14,711	15.7%
Китай	\$9,783	\$11,929	21.9%
ЮЖНАЯ КОРЕЯ	\$9,119	\$10,572	15.9%
Япония	\$7,902	\$8,811	11.5%
Остальной мир*	\$6,770	\$7,801	15.2%
Северная Америка	\$5,564	\$6,036	8.5%
Европа	\$3,622	\$4,414	21.9%
Всего	\$55,479	\$64,273	15.9%

* Остальной мир - включает Сингапур, Малайзию, Филиппины, другие районы Юго-Восточной Азии и небольшие мировые рынки.

Back End (сборка, упаковка и тестирование)



СИЛЬНЫЕ СТОРОНЫ

- В связи с санкциями, переход на отечественную компонентную базу
- Несмотря на временные трудности - вследствие незначительного внутреннего спроса и недоинвестированности в течение продолжительного времени – российская микроэлектроника в последние годы стала успешно развиваться.

СЛАБЫЕ СТОРОНЫ

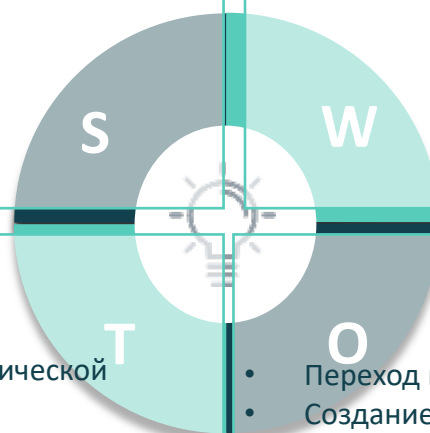
- Жёсткое регулирование ценообразования по ГОЗ
- Проектирование (копирование) на основании зарубежных аналогов приводит к существенному отставанию технического уровня от мировых стандартов;
- 90% российского рынка микроэлектроники контролируется иностранными поставщиками
- Моральное и физическое старение технологического оборудования и основных фондов электронной промышленности из-за отсутствия инвестиционных средств на техническое перевооружение;
- Производство пластин диаметром менее 200 мм приводит к увеличению затрат на единицу продукции.
- Для предложения рыночных цен на продукцию текущего масштаба производства недостаточны
- Значительный рост цен на материалы и комплектующие.
- Российская стратегия не предусматривает серьезного выхода отрасли на внешние рынки со своей продукцией.

УГРОЗЫ

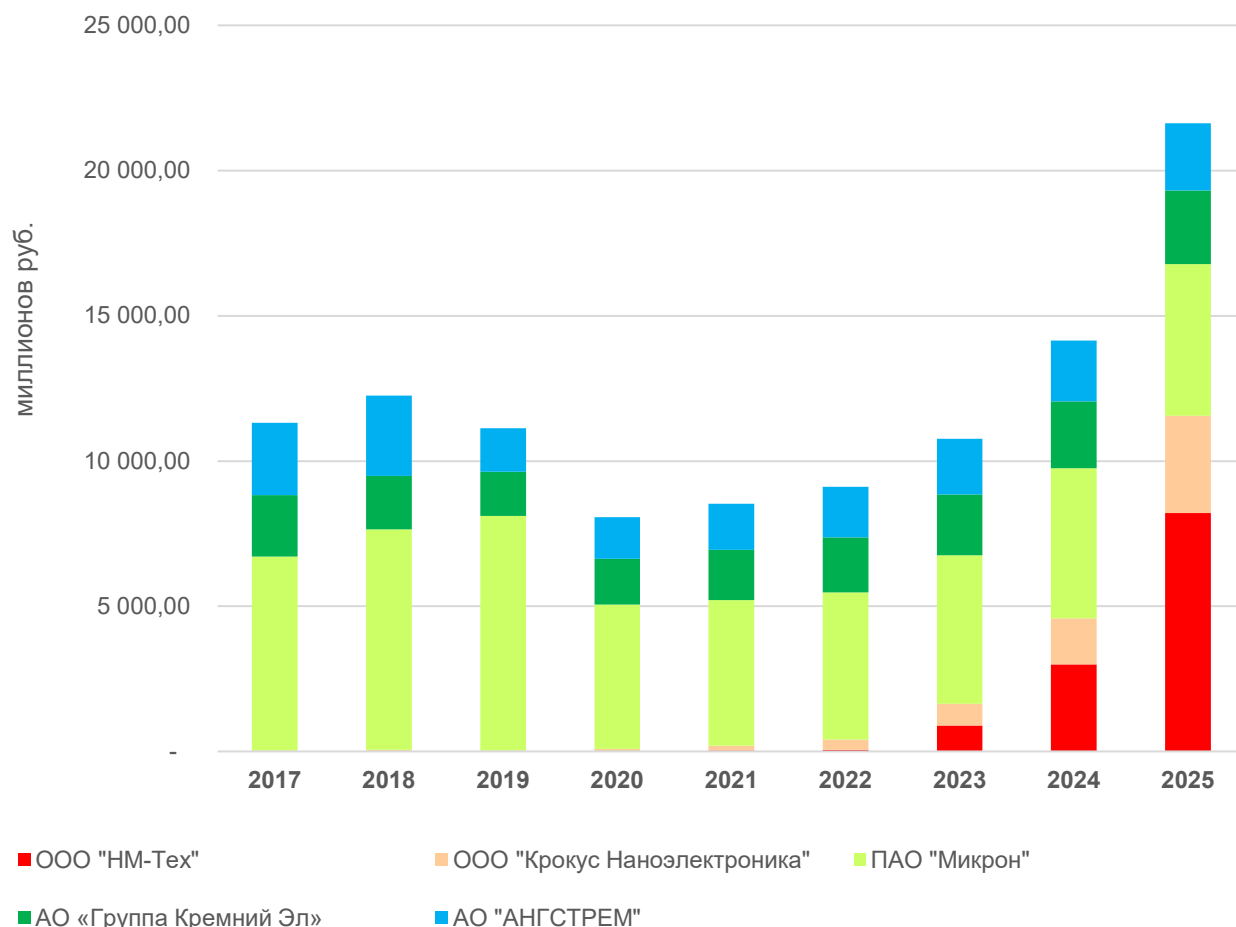
- Отставание в технологиях на 20-25 лет от ведущих производителей;
- В Мире идет формирование макрорегионов, смена социально-экономической формации (замена капитализма на инклюзив);
- Отсутствие Российского оборудования
- Отсутствуют РО-модели и верифицированные (в т.ч. доверенные) IP-блоки
- Отсутствуют специализированные библиотеки элементов (РС, СВЧ(Si)), средства прогнозирования и обеспечения РС и доверенности (Д)
- Критическая зависимость от импортного сырья и материалов
- Нехватка технологов для производства с нормами 90-28 нм.;
- Производители микроэлектроники в России значительно зависят от военно-промышленного комплекса;
- Санкции (бойкот) со стороны иностранных поставщиков материалов и химии для электронной промышленности
- Эффект масштаба. Окупаемость, конкурентоспособность в разработке и производстве зависит от объема выпуска продукции на глобальные рынки

ВОЗМОЖНОСТИ

- Переход на расчеты в рублях по группе экспортных товаров
- Создание Российских цепочек поставок чипов с доверенным местом производства;
- Сокращение цикла от заказа до получения промежуточных инженерных образцов;
- Сокращение стоимости инженерных образцов путем консолидации заказов на инженерные образцы;
- Создание специализированных библиотек элементов (в т.ч. моделей), средств прогнозирования и обеспечения РС и Д
- Создание отечественного САПР для проектирования микросхем;
- Поиск возможных зарубежных партнеров в развитии электронной промышленности, микроэлектроники и электронного машиностроения.
- Локализация в России производства материалов и химии для нужд электронной промышленности
- Создание международного полупроводникового альянса на уровне государств
- Централизованная закупка ЭКБ



Выручка крупнейших Российских производителей микросхем



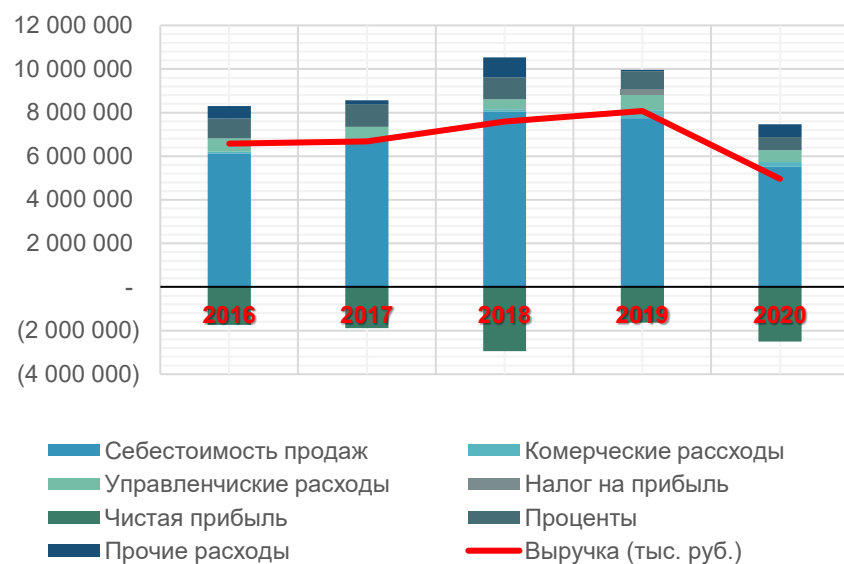
Крупнейший производитель микросхем ПАО «Микрон» по итогам 2019 года имел выручку около 8 миллиардов рублей, по результатам 2020 года выручка упала на 39% (~ 5 млрд. руб.) производство оказывается убыточным более 10 лет подряд.

Второе по размерам микроэлектронное производство в России Брянская «Группа Кремний Эл». Выручка компании в 2019 году — 2,2 миллиарда рублей, в 2020 — 2,0 миллиарда рублей.

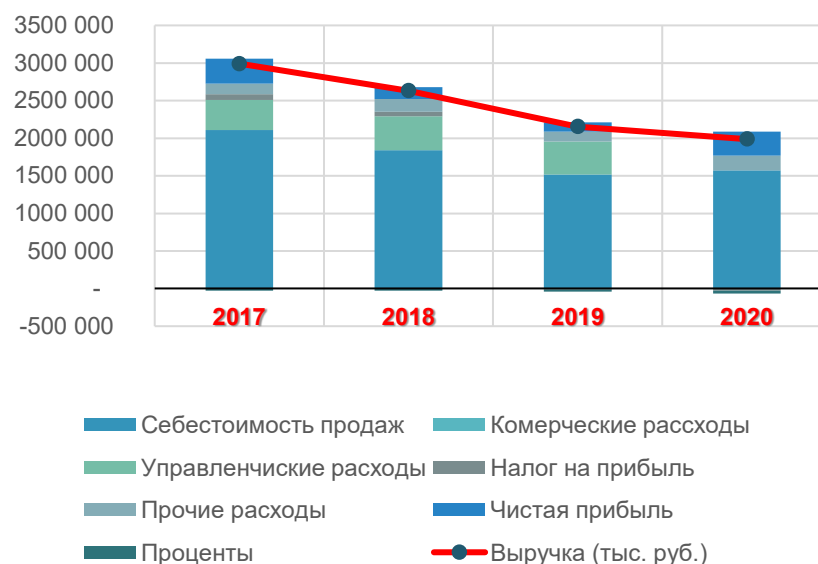
Находящийся на почетном третьем месте «Ангстрем» — извечный конкурент «Микрона» — в 2019 году показал выручку от производства 1,5 миллиарда рублей, в 2020 году – 1,4 млрд. руб. последние года производство убыточно. Современными проектными нормами «Ангстрем» не обладает, поэтому интересные новости с предприятия в последнее время в основном касаются дискретных мощных приборов — разработана линейка радиационнстойких силовых транзисторов, проводится диверсификация на гражданские рынки.

На этом фоне перспективно выглядит ООО «НМ-Тех» с технологическими нормам 90 и 130 нм. на купленном у дрезденской фабрики AMD оборудовании и в настоящее время модернизируется при сотрудничестве Тайванской компании Isovac Asia Corp с прогнозной мощностью 15 тыс. пластин в месяц с 2024 году и выручкой более 8 миллиардов рублей в 2025 году.

ПАО «Микрон», тыс. руб.



АО «Группа Кремний Эл», тыс. руб.



АО "АНГСТРЕМ", тыс. руб.



SMIC (Semiconductor Manufacturing International Corporation)

Основана в 2000 году в Шанхае, крупнейшая микроэлектронная компания континентального Китая, имеет наиболее передовые производство чипов с техпроцессами от 350 до 14 н.м. В настоящее время в распоряжении SMIC имеется семь предприятий: три обработки 200 мм. пластин и четыре по обработке пластин диаметром 300 мм и предполагается создание еще одного 300 мм. предприятия под техпроцесс 7 н.м. В настоящее время основные проблемы у компании связаны не с финансами, а с доступом к передовым технологиям, материалом и оборудованию, это связано с санкциями США. В 2019 году у фирмы ASML была куплена установка EUV-литографии (с длиной волны 13.5 н.м.), установка до сих пор не поставлена, что препятствует освоить производство с проектными нормами 7 н.м.

**HH Grace (Shanghai Huahong Grace Semiconductor Manufacturing Corporation))**

Основана в 2003 году в результате слияния двух литейных заводов Hua Hong NEC Electronics Company ("Hua Hong NEC") и Grace Semiconductor Manufacturing Corporation ("Грейс"). В настоящее время компания располагает 3-я фабриками (Цзиньцяо и Чжанцзяне, Шанхай) обработки 200 мм пластинами с общей производительностью 180 тыс. пластин в месяц с техпроцессом от 1 мкм до 90 н.м. В национальном высокотехнологичной зоне промышленного развития Уси. строится 300-миллиметровой производственная линия на 40 тыс. пластин в месяц

**ПАО «Микрон», г. Зеленоград (<https://www.mikron.ru/>)**

Основан 9 марта 1964 года как НИИ молекулярной электроники (НИИМЭ), при котором 1 февраля 1967 года был создан завод «Микрон». В 2007 году «Микрон» лицензировал техпроцессы 180 и 90 нм у франко-итальянской компании ST Microelectronics. Процессы «Микрона» с нормами 180 нм заточены под производство радиочастотных меток (RFID). По 90 нм есть только опытное и мелкосерийное производство. Параллельно «Микрон» работает как фаундри (по нормам 180 и 240 нм), на сегодняшний день являясь одним из главных центров импортозамещения попавших под санкции микросхем двойного назначения.

**АО «Группа Кремний Эл», г. Брянск (<http://group-kremny.ru>)**

В 1962 году завод изготовил первую партию германиевых транзисторов П20-21, тогда же было создано опытно-конструкторское бюро для разработки новых изделий. В настоящее время производит дискретные компоненты (транзисторы и диоды), силовые модули на их основе, аналоговые и силовые чипы небольшой сложности, ориентированные на нужды ВПК. Обладающая производством с проектными нормами 700 нм (и недавно объявившая об освоении 500 нм и планах на 350 нм).

**АО «Ангстрем», г. Зеленоград (<https://www.angstrem.ru/>)**

Основана 25 июня 1963 года как НИИ-336, впоследствии НИИ точной технологии (НИИТТ) и завод «Ангстрем» в составе НПО «Научный центр». Современными проектными нормами «Ангстрем» не обладает (топологическими нормами от 1 мкм до 600 нм) на пластинах Ø 150 мм), поэтому интересные новости с предприятия в последнее время в основном касаются дискретных мощных приборов — разработана линейка радиационностойких силовых транзисторов, проводится диверсификация на гражданские рынки, в конце 2018 года подписано соглашение с японцами об освоении карбида кремния для крайне перспективного направления высоковольтных силовых приборов.

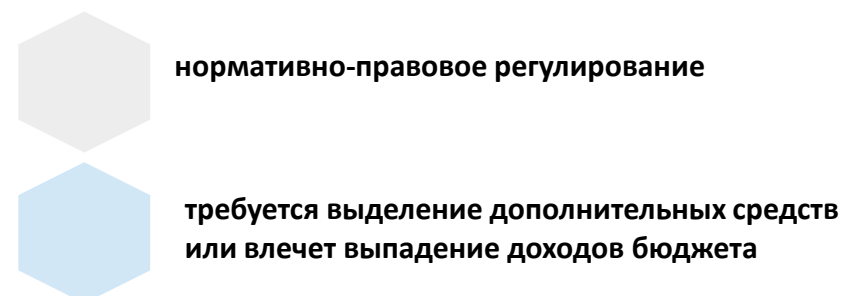
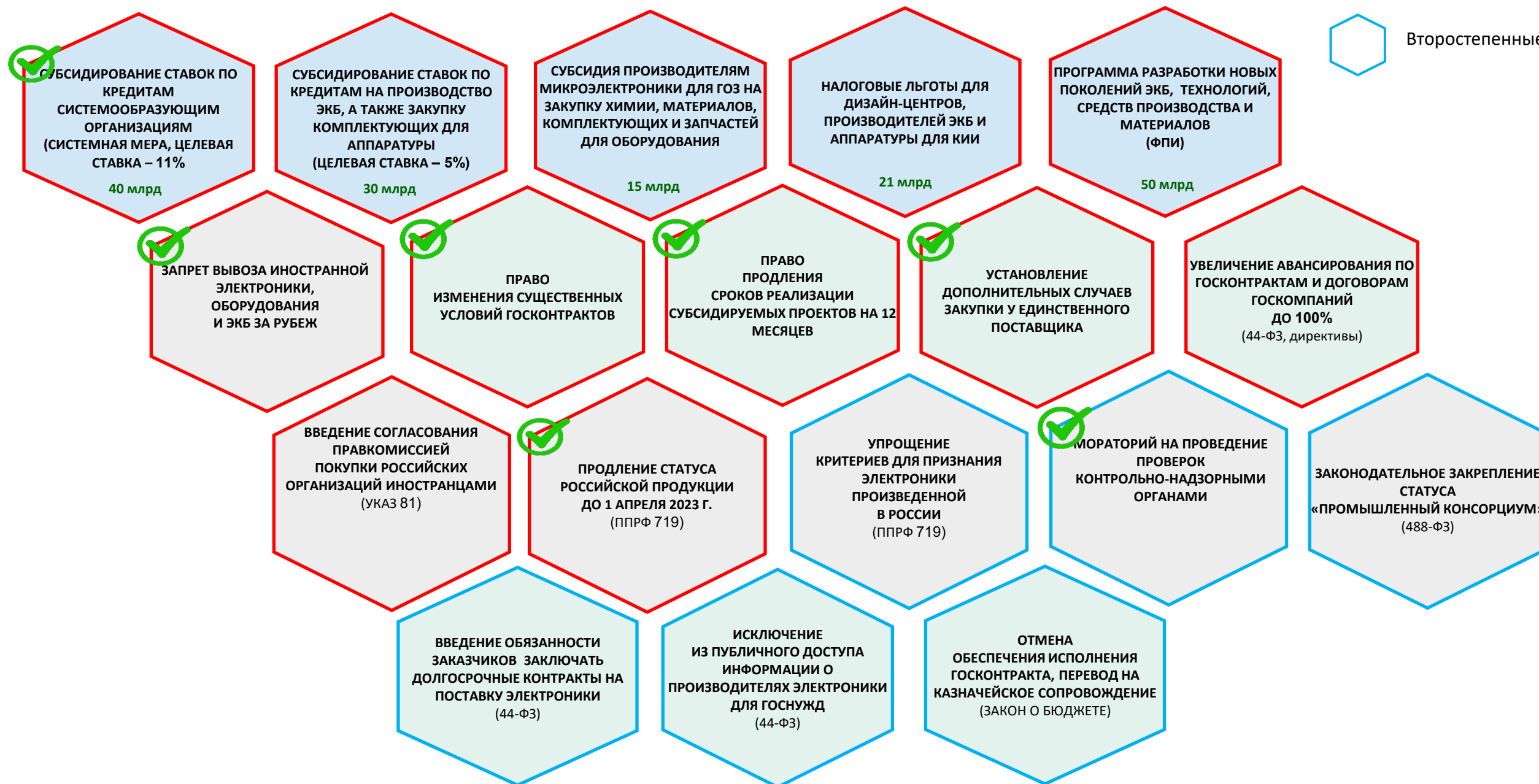
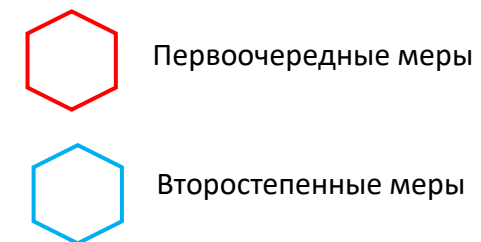
**ОАО «Интеграл», Белоруссия, г. Минск (<https://integral.by>)**

Основано в 1962 году, с распадом СССР практически работает на российский рынок. Техпроцесс — 800, 500 и 350 нм и возможностью делать приборы с рабочим напряжением до 600 В



SWOT – анализ основных производителей России

	 ПАО «Микрон»	 АО «Группа Кремний Эл»	 АО «Ангстрем»	 ОАО «Интеграл»	 Крокус наноэлектроника
 СИЛЬНЫЕ СТОРОНЫ	<ul style="list-style-type: none"> • Большая клиентская база (более 500 компаний) • Действующие контракты на производство банковских, транспортных карт и карт метро 	<ul style="list-style-type: none"> • Более 90% выпускаемой продукции используется в оборонно-промышленном комплексе 	<ul style="list-style-type: none"> • Налаженное производство (КМОП, БиКМОП, компоненты силовой электроники) • Нарботки в области радиационно-защищённой продукции 		<ul style="list-style-type: none"> • Экспериментальное производство на пластинах 300 мм. по техпроцессу 90 нм. • Нарботанные связи с вендорами
 СЛАБЫЕ СТОРОНЫ	<ul style="list-style-type: none"> • Убытки от основной деятельности 	<ul style="list-style-type: none"> • В 2019 году запущено производство по технологическим нормам 500 нм. • Высокая доля брака 	<ul style="list-style-type: none"> • Устаревшие технологии топологическими нормами 1 мкм • Убытки от основной деятельности 	<ul style="list-style-type: none"> • Производство в Белоруссии, основные заказы предприятие получает из России (78,5%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Построена часть фабрики, которая содержать только know-how по изготовлению MRAM
 ВОЗМОЖНОСТИ	<ul style="list-style-type: none"> • экспериментальное производство 90 нм, возможно довидение до 65 н.м. • Нарботанные связи в технологической инфраструктуре: транспорт, связь, энергетика • одобрена субсидия в размере 51,8 миллиона рублей 	<ul style="list-style-type: none"> • В планах освоить производство с технологическими нормами 350 нм. 	<ul style="list-style-type: none"> • сокращение сроков поставки • уменьшение складских запасов • Увеличение доли новых изделий 		<ul style="list-style-type: none"> • возможность дальнейшей модернизации до 65 нм.
 УГРОЗЫ	<ul style="list-style-type: none"> • Финансовая неустойчивость компании 		<ul style="list-style-type: none"> • моральное и физическое старение технологического оборудования 	<ul style="list-style-type: none"> • Несовершенная схема ценообразования • Большой износ оборудования 	<ul style="list-style-type: none"> • Отсутствует полный цикл производства



Стимулирование производителей

- ФРП (Фонд развития промышленности)
- СПИК (Специальные инвестиционные контракты)
- ПП РФ от 15.03.2021 № 378 Об осуществлении бюджетных инвестиций в проектирование, строительство, реконструкцию и техническое перевооружение объектов капитального строительства
- ПП РФ № 110 «Субсидии на компенсацию части затрат на уплату процентов по кредитам на цели реализации проектов по созданию инфраструктуры отрасли, в том числе в сфере радиоэлектроники»
- ПП РФ от 23.02.2019 № 191 Корпоративная программа повышения конкурентоспособности (КППК)
- ПП РФ от 26.08.1995 № 827 Федеральный фонд производственных инноваций
- ПП РФ № 1990 от 02.12.2020 Об утверждении Правил предоставления из федерального бюджета субсидий российским организациям на компенсацию потерь в доходах
- ПП РФ № 145 от 10.02.2018 Субсидии на компенсацию части затрат, связанных с выпуском и поддержкой гарантийных обязательств в отношении высокопроизводительной сельскохозяйственной самоходной и прицепной техники

Пополнение оборотных средств

- ПП РФ № 831 от 11.08.2015 Субсидия на возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам, полученным на реализацию инвестиционных проектов создания объектов индустриальных (промышленных) парков и (или) технопарков
- ПП РФ № 265 от 20.07.2020 Субсидия на компенсацию процентов по кредитам на инновационные и инвестпроекты по выпуску высокотехнологичной продукции организациям ОПК
- ПП РФ № 823 от 04.06.2020 Субсидии производителям специализированной техники или оборудования в целях предоставления покупателям скидки при приобретении такой техники или оборудования
- ПП РФ № 541 от 30.04.2019 Государственная поддержка российских организаций в целях возмещения части затрат на выплату купонного дохода по облигациям, и (или) на возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам полученных на реализацию инвестиционных проектов по внедрению наилучших доступных технологий
- ПП РФ № 368 от 07.05.2008 Субсидия в целях предупреждения банкротства

Стимулирование разработчиков

- ПП РФ от 17.02.2016 № 109 «Об утверждении Правил предоставления из федерального бюджета субсидии российским организациям на финансовое обеспечение части затрат на создание научно-технического задела по разработке базовых технологий производства приоритетных электронных компонентов и радиоэлектронной аппаратуры»
- ПП РФ от 24.07.2021 № 1252 «Правил предоставления из федерального бюджета субсидий российским организациям на финансовое обеспечение части затрат на создание электронной компонентной базы и модулей»
- ПП РФ от 23.08.2021 № 1380 «Правил предоставления субсидий из федерального бюджета российским организациям на финансовое обеспечение части затрат на разработку конкурентоспособных нишевых аппаратно-программных комплексов для целей искусственного интеллекта»
- ПП РФ от 16.12.2020 № 2136 «Правил предоставления из федерального бюджета субсидий российским организациям на финансовое обеспечение мероприятий по проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области средств производства электроники»
- ПП РФ от 12.12.2019 № 1649 «Предоставления субсидий из федерального бюджета российским организациям на финансовое обеспечение затрат на проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по современным технологиям»
- ПП РФ от 30.04.2019 № 529 «Предоставления субсидий российским организациям на возмещение части затрат на разработку цифровых платформ и программных продуктов в целях создания и (или) развития производства высокотехнологичной промышленной продукции»
- ПП РФ от 18.06.2021 № 931 «Поддержка российских организаций на компенсацию части затрат в целях создания новой конкурентоспособной промышленной продукции, связанных с проведением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и (или) омолодацией существующей промышленной продукции для внешних рынков»
- ПП РФ № 634 от 25.05.2017 «О предоставлении субсидий из федерального бюджета российским организациям на компенсацию части затрат на производство и реализацию пилотных партий»
- ПП РФ № 551 от 03.05.2019 О гос. поддержке ПД лидирующих исследовательских центров, реализуемых в целях обеспечения разработки и реализации дорожных карт развития перспективных "сквозных" цифровых технологий
- ПП РФ № 1460 от 01.12.2018 Субсидии на возмещение затрат в связи с реализацией пилотных приоритетных проектов исследований и разработок по направлениям «сквозных» технологий в области цифровой экономики
- ПП РФ № 1463 от 16.11.2019 Субсидия на реализацию проектов по разработке современных технологий, организации производства и реализации медицинских изделий
- ПП РФ № 978 от 23.06.2021 Субсидия на разработку, испытание и внедрение инновационной продукции реабилитационной направленности с участием инвалидов
- ПП РФ № 208 от 18.02.2022 Гранты на реинжиниринг критически важных комплектующих
- ФПИ (фонд перспективных исследований)
- Фонд Бортника (Фонд содействия инновациям)
- Фонд Сколково

Стимулирование спроса

- ПП РФ от 10.07.2019 № 878 «О мерах стимулирования производства радиоэлектронной продукции на территории Российской Федерации при осуществлении закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд»
- ПП РФ от 03.12.2020 № 2013 «О минимальной доле закупок товаров российского происхождения»
- ПП РФ от 03.12.2020 № 2014 «О минимальной обязательной доле закупок российских товаров и ее достижении заказчиком»
- ПП РФ от 28.08.2021 № 1432 «Об ограничениях и условиях допуска отдельных видов медицинских изделий, происходящих из иностранных государств, для целей осуществления закупок для обеспечения государственных и муниципальных нужд»
- ПП РФ № 978 от 23.06.2021 Субсидия на разработку, испытание и внедрение инновационной продукции реабилитационной направленности с участием инвалидов
- ПП РФ № 961 от 23.09.2016 Субсидия на компенсацию стоимости технологического присоединения генерирующих объектов, функционирующих на основе использования возобновляемых источников энергии
- ПП РФ № 823 от 04.06.2020 Субсидии производителям специализированной техники или оборудования в целях предоставления покупателям скидки при приобретении такой техники или оборудования

Стимулирование внедрения

- ПП РФ № 550 от 03.05.2019 Субсидия на разработку и внедрение российских решений в сфере информационных технологий
- ПП РФ № 978 от 23.06.2021 Субсидия на разработку, испытание и внедрение инновационной продукции реабилитационной направленности с участием инвалидов
- ПП РФ от 25.05.2017 № 634 «О предоставлении субсидий из федерального бюджета российским организациям на компенсацию части затрат на производство и реализацию пилотных партий»
- ПП РФ от 02.12.2020 № 1990 «Об утверждении Правил предоставления из федерального бюджета субсидий российским организациям на компенсацию потерь в доходах»
- ПП РФ от 27.09.2021 № 1619 «Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета Российским компаниям на финансовое обеспечение части затрат»
- ПП РФ от 5.12.2019 г. N 1598 «Об утверждении Правил предоставления из федерального бюджета субсидий в целях обеспечения льготного кредитования проектов по цифровой трансформации, реализуемых на основе российских решений в сфере информационных технологий»
- ПП РФ от 03.09.2015 № 931

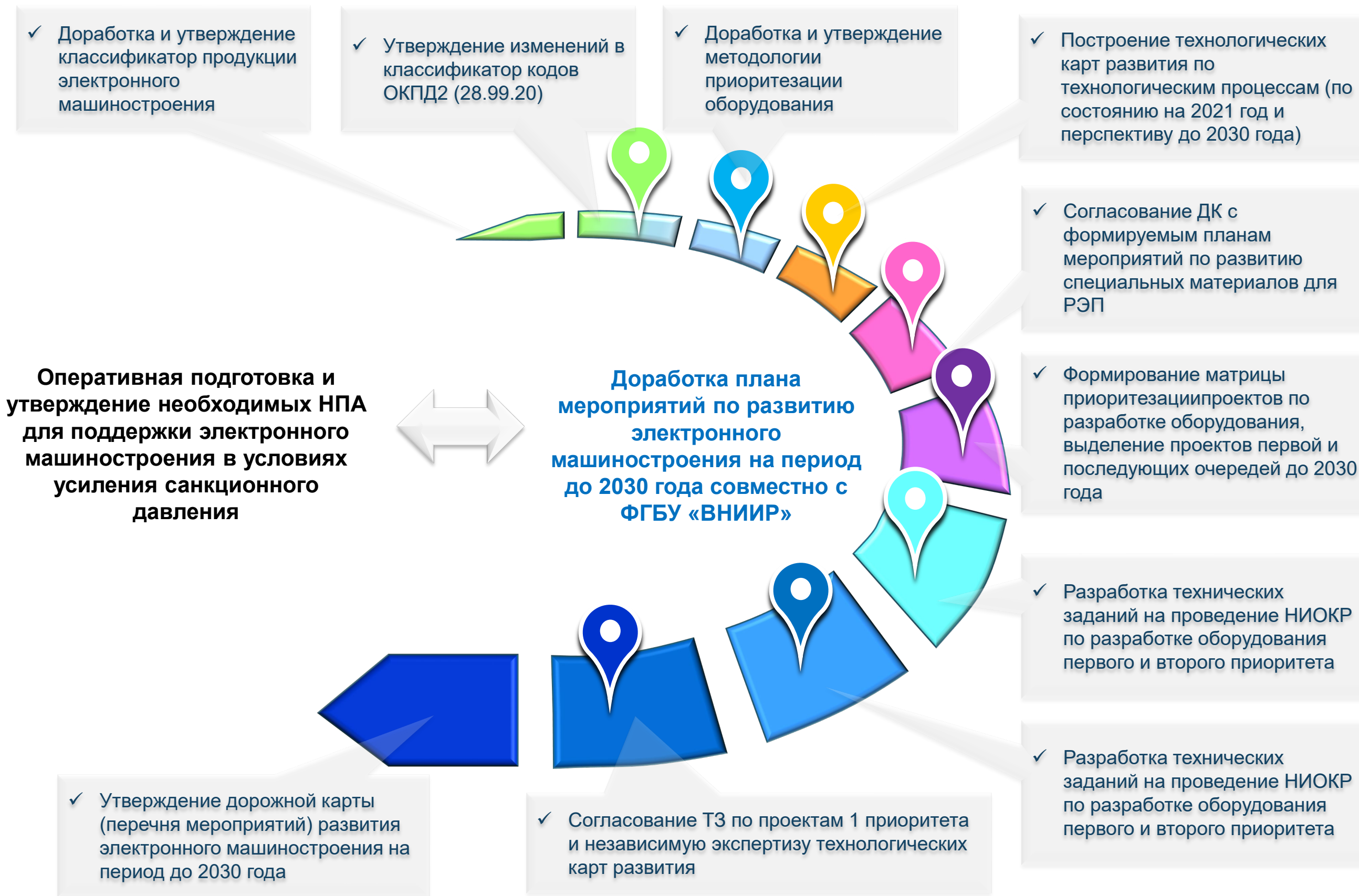
Стимулирование экспорта

- ПП РФ № 1269 от 24.10.2020 Субсидия производителям специализированной техники и оборудования на возмещение части затрат, понесенных в связи с гарантией обратного выкупа продукции
- ПП РФ № 496 от 26.04.2017 Программа РЭЦ по поддержке транспортировки продукции промышленности гражданского назначения
- ПП РФ № 1662 от 27.12.2020 Компенсация части затрат на реализацию проектов по выходу предприятий авиационного приборостроения и агрегатостроения на мировой рынок в качестве поставщиков компонентов 2 - 4 уровней
- ПП РФ № 342 от 28.03.2019 Финансирование затрат на продвижение высокотехнологичной продукции (Обеспечение участия компании в специализированной бизнес-миссии, направленной на продвижение своей продукции и прямые B2B переговоры с потенциальными торговыми партнерами)
- ПП РФ № 931 от 18.06.2021 Поддержка российских организаций на компенсацию части затрат в целях создания новой конкурентоспособной промышленной продукции, связанных с проведением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и (или) омолодацией существующей промышленной продукции для внешних рынков
- ПП РФ № 961 от 25.10.2013 Субсидии экспортерам промышленной продукции военного назначения на возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам
- ПП РФ № 41 от 28.01.2016 Субсидии на возмещение затрат участникам промкластеров при реализации совместных проектов по производству промышленной продукции кластера в целях импортозамещения
- ПП РФ № 1368 от 15.12.2016 Компенсация затрат на патентование за рубежом
- РП РФ №1797-р от 14.08.2019 об утверждении Стратегии развития экспорта услуг до 2025 года и план мероприятий по реализации Стратегии развития экспорта услуг

Обучение, повышение квалификации

- ПП РФ № 295 от 14.03.2017 Субсидия на создание и развитие системы повышения квалификации и переподготовки работников ОПК
- ПП РФ № 294 от 14.03.2021 Субсидия на осуществление мероприятий по мониторингу кадровой обеспеченности организаций ОПК и иноформационно-аналитической поддержке работ в сфере сохранения и развития кадрового потенциала ОПК
- ПП РФ № 218 от 09.04.2010 Субсидия на развитие кооперации ВУЗов, научных учреждений и организаций реального сектора экономики в целях реализации комплексных проектов по созданию высокотехнологичных производств.

Задачи по направлению «Электронное машиностроение» на 2022 год



НАСЛЕДОВАНИЕ ИЛИ ЦЕПОЧКА ДОВЕРИЯ



* Корень доверия: в информационной системе (ИС) – вычислительный модуль, электронный компонент, код и/или данные высшей степени доверия, предоставляющий базовые услуги безопасности остальной части ИС. В разных исполнениях, может быть частью ИС или внешним, по отношению к ней, модулем.

SECURE-BY-DESIGN

- Обязательное требование по анализу рисков и угроз на этапе проектирования;
- Формальное доказательства требований доверия;
- Множественные уровни безопасности.

ДОВЕРЕННЫЙ ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ

- Корень доверия;
- Доверенные маршруты проектирования;
- Доверенные инструменты разработки;
- Выполнение требований регулятора;
- Верификация и контроль.

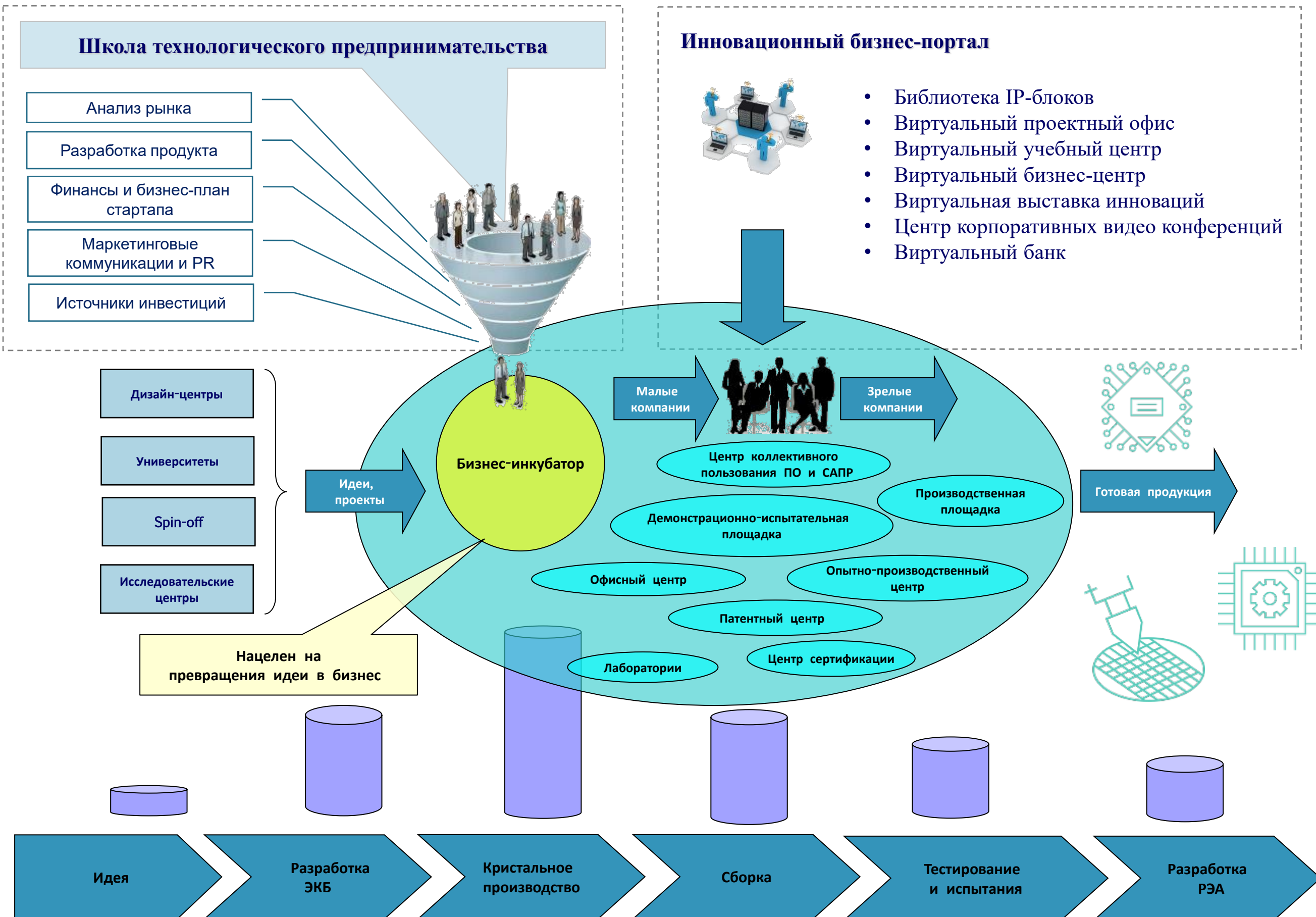
КРИПТОГРАФИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА

- Корень доверия в каждом процессе;
- Индикация на основе корня доверия;
- Защита хранения и передачи данных обеспечивается шифрованием, привязанным к корню доверия.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ОСНОВНЫХ ЭТАПОВ ЦИКЛА ИЗГОТОВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ МИКРОСХЕМ (Электроника 3-204, 2021 г.)







Кузнецов Андрей Александрович

Моб.: +7 965 302-10-15

E-mail: kuznetsov-pehu@yandex.ru

<https://ru.linkedin.com/in/vedrus>

