

## СОСТОЯНИЕ СОВРЕМЕННОЙ МИРОВОЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ИНДУСТРИИ

**В. А. Скопьюк,**

**И. В. Клименко,** студент, 3 курс,

*Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, Беларусь*

*Рассмотрено состояние полупроводниковой индустрии в 2020-2022 гг. Автором освещено влияние кризиса полупроводников на экономики ЕС и США. Была разобрана структура рынка полупроводников, определены ведущие бизнес-модели и крупнейшие производители. Также автором показано доминирование компаний из Южной Кореи и Тайваня в области производства новейших микрочипов, вследствие чего правительства Китая, США и ЕС были утверждены многомиллиардные программы по развитию собственных мощностей по производству полупроводников. Сделан вывод о том, что развитие полупроводниковой индустрии – сложный, долговременный и дорогостоящий процесс, требующий, как государственной поддержки, так и доступа на крупные товарные рынки.*

**Ключевые слова:** полупроводники, полупроводниковая промышленность, микроэлектроника, дефицит чипов, *semiconductor*.

Для современной экономики сложно переоценить важность полупроводниковой индустрии. Во всех сферах деятельности труд человека облегчается и рационализируется с помощью средств производства, в основе которых лежат интегральные микросхемы. В данный момент в полупроводниковую промышленность вкладываются серьезные средства, и внимание крупнейших экономик мира приковано сюда.

В США полупроводниковая индустрия является одной из самых финансируемых: в 2019 году R&D расходы на производство полупроводников и иных электронных компонентов составили 35,2 млрд. долларов [1]. Всего же участники рынка со всего мира в 2021 году потратили на НИОКР 80,5 млрд. долларов: 55,8% из них – расходы компаний из стран Северной и Южной Америки, 29,5% - компаний стран АТР, 8,1% - европейских компаний и 6,6% – японских.

Подтверждением важной роли полупроводниковой индустрии в мировой экономике можно считать факт того, что проблемы с производством проводников могут значительно влиять на отдельные более традиционные секторы экономики.

Продолжающийся с начала 2020 года дефицит полупроводников с января 2021 года стал причиной более быстрого роста цен у производителей из четверти производственных отраслей американской экономики, использующих ИС в своей продукции и генерирующих 39% национального промышленного производства [2]. Дефицит также привел к более чем 10-процентному снижению объемов производства пассажирских автомобилей в мире и Еврозоне [3, с. 81], в 2021 году послужил причиной снижения американского ВВП на 1 п.п., а также был назван многими организациями в развитых странах Еврозоны в качестве серьезного фактора, ограничивающего производство (Таблица 1).

Таблица 1. – Количество бизнесов на территории Европейского Союза, заявивших о нехватке материалов и оборудования согласным данным бизнес-опроса за апрель 2021 года, %

Отрасль	Регион				
	Зона Евро	Германия	Италия	Испания	Нидерланды
Сфера производство	23	42	7	14	20
Компьютеры и электроника	34	70	14	19	11
Электрооборудование	36	56	12	32	37
Автопроизводство	35	58	7	50	35

Источник: составлено на основе данных [3].

Согласно оценкам Deutsche Bank, на мировом рынке полупроводников в данный момент преобладают компании двух бизнес-моделей: IDM и Fabless-Foundry модели. Их сравнительная характеристика представлена в таблице 2.

Таблица 2. – Сравнительная характеристика разных бизнес-моделей в полупроводниковой индустрии

Тип компании	Сущность	Бизнес-модель	Примеры
Fabless	Разработка интегральных микросхем и аппаратных средств Продажа и распространение готовой продукции	Fabless-Foundry модель	AMD, NVIDIA, МЦСТ
Pure-Play Foundry	Производство чипов на полупроводниковых пластинах для сторонних компаний		TSMC, GlobalFoundries, SMIC
OSAT	Корпусирование и тестирование интегральных микросхем		ASE, AMKOR, JCET
IDM	Один производитель выполняет все технологических процессов, присущие Fabless, Foundry и OSAT компаниям	IDM-модель	Микрон, Intel, Samsung

Источник: составлено на основе [4].

На данный момент штаб-квартиры десяти компаний с суммарной рыночной долей в 57,1% расположены в США, Южной Корее, Тайване. Самой крупной компаний из этой десятки является корейская чеполь Samsung. По разным источникам, в 2021 году Samsung заняла от 13,3% до 14,7% полупроводникового рынка, оценивающегося в 554,1-614,6 млрд. долларов. Немного отстаёт от Samsung американская корпорация Intel, её доля рынка оценивается в 12,5-14,3%. Также можно отметить, что IDM-модель характерна для крупных производителей полупроводников, они способны своими объёмами поддерживать конкурентоспособность собственного литографического оборудования. Более же мелкие производители предпочитают обращаться к Foundry-компаниям (таблица 3).

Таблица 3. – Доля крупнейших полупроводниковых компаний в 2021 году без учета Pure-Play Foundries, %

Компания	Доля рынка (IC Insights)	Доля рынка (Counterpoint)	Бизнес-модель	Страна	Ранг
1	2	3	4	5	6
Intel	12,5	14,3	IDM	США	2
Micron	4,9	5,4	IDM		4
QUALCOMM	4,8	5,3	Fabless-Foundry		5
Nvidia	3,8	4,7	Fabless-Foundry		6

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6
Broadcom	3,4	3,8	Fabless-Foundry	США	7
Texas Instruments	2,8	3,3	IDM		9 (8)
AMD	2,7	2,9	Fabless-Foundry		10
Итого	34,9	39,7	x		
Samsung	13,3	14,7	IDM	Республика Корея	1
SK Hynix	6,1	6,7	IDM		3
Итого	19,4	21,4	x		
MediaTek	2,9	3,2	Fabless-Foundry	Тайвань	8 (9)

Источник: составлено автором на основе [5; 6].

Рынок Foundry-компаний в 2021 году составил 107,5 млрд долларов, в 2022 году прогнозируется его рост на 19,8% до 128,7 млрд долларов. На рынке доминируют производители из азиатских стран: 89% рынка занимают компании из Тайваня, КНР, Южной Кореи (Таблица 4). Помимо этого, порядка 2/3 новых высокопроизводительных фабрик, строительство которых начнется в 2021-2022 гг., откроются в Азии [4, с. 11]. Азия доминирует и в освоении тонких техпроцессов, производство чипов с производственной нормой ниже 10 нм возможно лишь в Тайване и Южной Корее (таблица 5). Чипы с тонкими техпроцессами занимают лишь 2% от объемов производства [4, с.7], но приносят 40% общерыночной выручки [7]; у крупнейшей Foundry-компания TSMC доля 5 и 7 нм чипов в выручке составила 51% [8].

Таблица 4. – Доли рынка крупнейших Foundry-компаний в 2021-2022 гг., %

Компания	Согласно данным TrendForce Corp.		Согласно данным Counterpoint		Страна
	В 2021 году	В 2022 году, прогноз	Q2 2021	Q2 2022	
TSMC	53	56	56	56	Тайвань
UMC	7	7	8	8	
Samsung Foundry	18	16	14	13	Корея
SMIC	5	4	6	6	КНР
Hua Hong Semiconductor	2	2	Н/Д	Н/Д	
Global Foundry	6	6	7	6	США

Источник: составлено автором на основе [9; 10].

Таблица 5. – Производственные возможности Foundry-компаний по регионам мира за 2019 год

Техпроцесс, нм	Доля региона в производстве, %					
	США	Китай	Тайвань	Южная Корея	Япония	Европа
До 10	-	-	92	8	-	-
10-22	45	3	28	5	-	12
28-45	6	19	47	6	5	4
Более 45 нм	9	23	31	10	13	6

Источник: составлено автором на основе [11].

В связи с дефицитом полупроводников и зависимости большинства стран мира от новейших полупроводниковых производств в Тайване и Южной Корее правительствами крупнейших государств начали приниматься программы государственной поддержки, призванные способствовать развитию полупроводниковых производств на их территории.

Программа «Сделано в Китае-2025», принятая китайским правительством в 2015 году, определила 10 направлений приоритетного развития страны. Одной из целей данной

программы является обеспечение технологического суверенитета КНР: 70% базовых технологических компонентов и важных материалов, используемых в китайской продукции, а также 40% чипов для мобильных телефонов, должны быть произведены внутри страны. Для достижения поставленной цели правительство инвестирует в западные технологические компании и создает привлекательные условия для иностранных инвесторов, устанавливает значительные налоговые льготы для конкурентоспособных технологических компаний, создаёт новые центры разработки, укрепляет сотрудничество производителей полупроводниковой продукции с китайскими университетами и колледжами. Государство также занимается прямой финансовой поддержкой китайских компаний, в 2021 году SMIC получила более 2 млрд. юаней субсидий. К июлю 2021 года Китайский инвестиционный фонд полупроводниковой промышленности произвел инвестиции на сумму в 39 млрд. долларов, а всего в 2014-2030 гг. китайское правительство планируют вложить в данную отрасль 150 млрд. долларов.

Евросоюз для достижения собственной технологической независимости планирует реализовать European Chip Act. Целью данного проекта является достижение Европой к 2030 году 20-процентной доли на рынке полупроводников. Еврокомиссия планирует привлечь более 43 млрд евро частных и публичных инвестиций. 11 миллиардов планируется потратить на инициативу «Чипы для Европы», что будет способствовать достижению лидерства ЕС в области исследований, разработки и производства чипов. Вместе с этим корпорация Intel инвестирует в ЕС 80 млрд евро. Первоначальные инвестиции в 17 млрд евро придутся на 6 стран ЕС, к первой половине 2027 году планируется открытие полупроводникового производства в Магдебурге.

В то же время в США был принят CHIPS Act of 2022, позволяющей правительству потратить более 200 млрд долларов на развитие полупроводниковой промышленности. Из 200 млрд. долларов лишь 52,7 млрд. доступны правительству для незамедлительного использования: в течение следующих пяти лет 39 млрд. пойдет на стимулирование производства, 13,2 – на НИКОР и развитие кадрового потенциала, 0,5 – на обеспечение международной безопасности ИКТ и деятельности цепочек поставок полупроводников. Помимо этого, акт предоставляет льготный инвестиционный кредит в размере 25% квалифицированных инвестиций в передовые производственные мощности для фабрик, производящих полупроводники и сопутствующее им оборудование. Принятием данного акта США надеются стимулировать региональный экономический рост, укрепить лидерство США в полупроводниковой отрасли, локализовать на территории страны производство чипов, а также ослабить инвестиции американских компаний в Китай.

Таким образом, крупнейшие субъекты мировой экономики показывают важность развития полупроводниковой промышленности на собственной территории. ЕС, США и Китай осознают необходимость собственных полупроводников для построения Индустрии 4.0. Дефицит полупроводников показал хрупкость современных глобальных цепочек поставок, и вследствие этого даже в условиях открытой и дружественной для стран НАТО, и их партнеров мировой экономики локализация производства является уже осознанной необходимостью.

Размеры государственных инвестиций и затрат самого рынка на НИОКР показывают, что процесс развития собственной полупроводниковой промышленности является сложным и дорогостоящим даже для стран с уже функционирующей современной производственной базой, для окупаемости новейших производств требуются большие объёмы и широкие

рынки сбыта. В то же время страны Союзного государства обладают потенциалом относительно дешевой локализации хорошо отработанных в мире 28-10 нм техпроцессов к 2030 году, что позволит удовлетворить спрос бизнеса в наиболее массовых чипах.

#### Список использованных источников

1. Americas' Chip Suppliers Continue to Dominate R&D Spending [Electronic resource] // Design And Reuse. – Mode of access: <https://www.design-reuse.com/news/52373/semiconductor-rd-spending-by-location.html>. – Date of access: 25.09.2022.
2. Leibovici, F. Supply Chain Bottlenecks and Inflation: The Role of Semiconductors [Electronic resource] / F. Leibovici, J. Dunn. – Federal Reserve Bank of St. Louis. – Mode of access: <https://doi.org/10.20955/es.2021.28>. – Date of access: 25.09.2022.
3. Economic Bulletin [Electronic resource] / European Central Bank. – Frankfurt am Main: European Central Bank, 2021. – Issue 7. – 153 p. – Mode of access: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/ecbu/eb202107.en.pdf>. – Date of access: 25.09.2022.
4. Rapp H. P. Extraordinary semiconductor cycle triggered by one-time events, cyclical and geopolitical effects [Electronic resource] / Hermann P. Rapp, J. Möbert. – Deutsche Bank AG: Deutsche Bank Research; ed.: S. Schneider – Mode of access: <https://www.dbresearch.com>. – Date of access: 25.09.2022.
5. Top 10 Companies Hold 57% of Global Semi Marketshare [Electronic resource] // Design And Reuse. – Mode of access: <https://www.design-reuse.com/news/51832/2021-top-10-worldwide-semiconductor-sales-leaders.html>. – Date of access: 25.09.2022.
6. William L. Samsung Takes Semiconductor Crown From Intel in 2021 [Electronic resource] / L. William // [Counterpoint Technology Market Research](https://www.counterpointresearch.com/semiconductor-revenue-ranking-2021). – Mode of access: <https://www.counterpointresearch.com/semiconductor-revenue-ranking-2021>. – Date of access: 25.09.2022.
7. Infographic: Global Foundry Revenue Share | Q1 2022 [Electronic resource] // Counterpoint Technology Market Research. – Mode of access: <https://www.counterpointresearch.com/infographic-foundry-revenue-q1-2022>. – Date of access: 25.09.2022.
8. 2022 Second Quarter Earnings Conference [Electronic resource]: TSMC Company Limited: Quarterly Result. – Mode of access: <https://investor.tsmc.com/english/quarterly-results/2022/q2>. – Date of access: 25.09.2022.
9. Chiao J. Localization of Chip Manufacturing Rising. Taiwan to Control 48% of Global Foundry Capacity in 2022 [Electronic resource] / J. Chiao // TrendForce Corp. – Mode of access: <https://www.trendforce.com/presscenter/news/20220425-11204.html>. – Date of access: 25.09.2022.
10. Global Semiconductor Foundry Market Share: By Quarter [Electronic resource] // TrendForce Corp. – Mode of access: <https://www.counterpointresearch.com/global-semiconductor-foundry-market-share>. – Date of access: 25.09.2022.
11. STATE OF THE U.S. SEMICONDUCTOR INDUSTRY [Electronic resource] // Semiconductor Industry Association. – 26 p. – Mode of access: <https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/09/2021-SIA-State-of-the-Industry-Report.pdf>. – Date of access: 25.09.2022.