

# КОНЕЦ ЭПОХИ МИРОВОГО ГЛОБАЛИЗМА?

ПОСЛЕ ПАНДЕМИИ УКЛАД МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ ИЗМЕНИТСЯ.  
ЧАСТЬ 1

ДМИТРИЙ БОДНАРЬ, к.т.н., генеральный директор, АО «Синтез Микроэлектроника»

*Мировая пандемия коронавируса оказалась катализатором многих неприятных процессов в мировой экономике, затронувших также мировую электронную промышленность. США для защиты своих национальных рынков усиливают давление на Китай и ее электронного гиганта компанию Huawei, а также на передового мирового чипмейкера – компанию TSMC, вынуждая ее построить в США новую фабрику по технологии 5–7 нм. Угроза нового этапа межнациональных торговых войн реальна. Означает ли это завершение эпохи мирового глобализма и возврата к политике регионализма? Как это отразится на России?*

## МИРОВАЯ ГЛОБАЛИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРОННАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Мировая электронная промышленность относится к отраслям мировой экономики, на которые мировая глобализация повлияла наиболее плодотворно. 40–50 лет назад только в отдельных странах мира (США, Япония, СССР, Германия, Франция, Великобритания и др.) эта отрасль имела и развивалась. Однако даже между странами одного капиталистического лагеря не было обменов достижениями и полноценных совместных проектов. И только с началом мировой глобализации, с появлением мировых транснациональных компаний и угасанием холодной войны между СССР и США электронная промышленность стала развиваться быстрыми темпами во всем мире, включая Азию, Австралию, Латинскую Америку и даже Африку. Именно глобализация дала мощный толчок развитию электроники в мире, что привело к созданию многих революционных продуктов, предназначенных не для реализации военных целей, а для блага людей. США и ее компании за всю историю мировой полупроводниковой электроники неизменно удерживали лидерство во всех сегментах электроники и полупроводникового рынка, включая создание самых революционных продуктов, полупроводниковые технологии, оборудование, материаловедение и т. д. Американская компания Intel в течение десятков лет является мировым лидером процессорного рынка и технологических инноваций, компания Applied Materials занимает доминирующее положение по производству оборудования для

полупроводниковой промышленности, а Apple удерживает лидерство в компьютерных и коммуникационных изделиях и технологиях. Единственная область мировых полупроводников, напрямую не контролируемая США, – выпуск литографического оборудования для проектных норм менее 45 нм. Эта область принадлежит европейской компании ASML, которая является мировым лидером. Однако у США имеется доля акций в ASML, а с помощью разных ассоциаций с участием ведущих американских компаний США предоставляют финансовую поддержку ASML для разработки очень дорогого литографического оборудования.

Американские компании с пропиской и штаб-квартирой в США имеют также многочисленные предприятия в Европе и Азии. В 2018 г. 81,4% всех производственных мощностей по производству пластин в США приходилось на компании с американским граж-

данством, а на долю американских заводов, принадлежащих странам Азиатско-Тихоокеанского региона и Европы, приходилось соответственно 10,2% и 7,3% (см. рис. 1) [1]. В глобальном мировом масштабе 44,3% всех производственных мощностей по производству пластин у компаний с американской пропиской размещены в США, в Сингапуре – 17,4%, в Европе – 9,9%, Японии – 8,15%, а в Китае – всего 5,1% (см. рис. 2) [1]. В 2018 г. американские полупроводниковые компании также занимали в среднем 45% мирового полупроводникового рынка, что составляет самую большую часть этого рынка любых стран (см. рис. 3) [1]. Однако за последние 5–7 лет четко сформировалась тенденция потери американцами лидерства в наиболее важной сфере полупроводниковой микроэлектроники – технологии и производстве кристаллов с проектными нормами менее 10 нм. Задававшая много лет технологическую



Рис. 1. Доли производственных мощностей по выпуску пластин в США компаний с американской (штаб-квартира в США) и зарубежной пропиской

моду компания Intel испытывает не лучшие времена, хотя в течение многих лет является мировым лидером по объемам продаж. Компания GlobalFoundries (GF) со штаб-квартирой в США (но с капиталом Арабских Эмиратов) вообще прекратила все работы по новым технологиям и сошла с дистанции [2]. В текущих условиях GlobalFoundries расширяет взаимодействие с правительством США. Об этом свидетельствует решение GF о внедрении мер безопасности по экспортному контролю правил торговли оружием (ITAR) и правил экспортного администрирования (EAR) на своей самой передовой фабрике Fab 8 в США [3]. Тем самым GF углубляет партнерские отношения с Министерством обороны США, очевидно рассчитывая на государственную поддержку в условиях экономического кризиса. Роль мировых технологических лидеров взяли на себя тайваньская TSMC и южнокорейская Samsung, освоившие производство кристаллов с нормами 7 нм и планирующих с текущего и следующего года переход на 5 нм. Впервые за много десятилетий сложилась ситуация, когда на американской территории отсутствует производство самых современных и сложных кристаллов интегральных микросхем с нормами 7 нм и менее для компьютерных и коммуникационных приборов, и компании США вынуждены размещать заказы в зарубежных компаниях TSMC и Samsung.

Среди этих американских заказчиков пластин секторальными лидерами по созданию и продажам самых современных продуктов мировой микроэлектроники являются компании

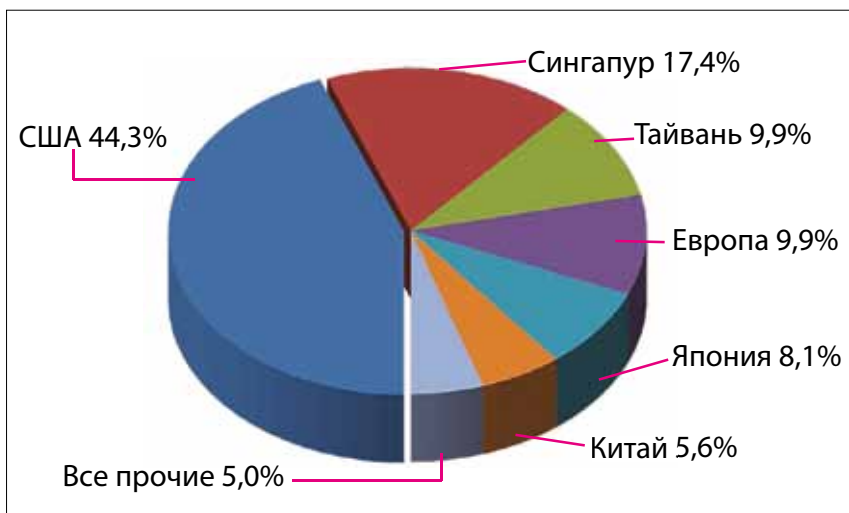


Рис. 2. Доли производственных мощностей по выпуску пластин на мировом рынке компаний с американской пропиской, размещенных в США и других регионах мира

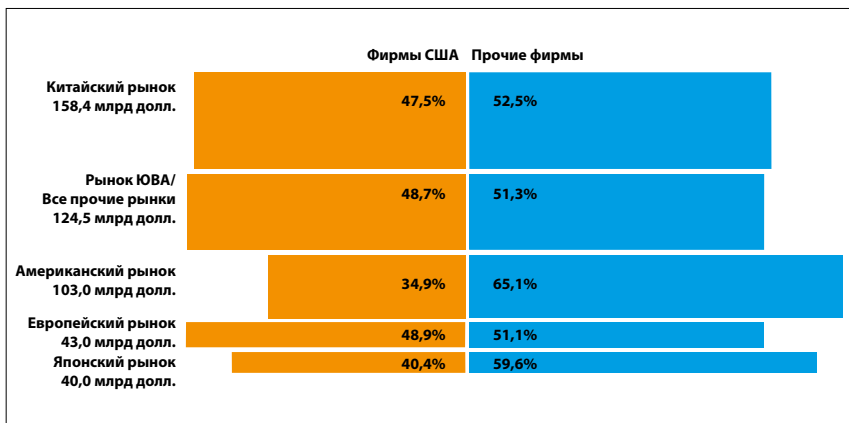


Рис. 3. Доли рынка полупроводниковых компаний с американской пропиской в разных регионах мира

Apple, AMD, Qualcomm, Nvidia, Xilinx, Broadcom. У первых четырех компаний TSMC является ключевым поставщиком. Что касается Xilinx, то эта

компания среди прочего производит комплектующие для американских военных реактивных истребителей F-35 и спутников [4]. Broadcom также

Таблица. Структура доходов компании TSMC в 2018–2019 гг. в зависимости от: а) страны (региона) заказчика; б) рынка сбыта; в) проектных норм технологий

Страна (регион) заказчика	2018 г.		2019 г.	
	Новые тайв. долл. млрд	%	Новые тайв. долл. млрд	%
Тайвань	78,3	7,6	84,2	7,9
США	626,5	61,2	628,3	59,4
Китай	175,8	17,2	208,1	19,6
Европа; Бл. Восток; Африка	71,0	6,9	67,6	6,3
Япония	58,1	5,7	57,5	5,4
Остальные	14,2	1,4	13,9	1,4
<b>Всего</b>	<b>1023,9</b>	<b>100</b>	<b>1059,6</b>	<b>100</b>

Рынок применения	2018 г.		2019 г.	
	Новые тайв. долл. млрд	%	Новые тайв. долл. млрд	%
Смартфоны	463,0	45,3	518,6	48,9
Компьютеры	339,1	33,1	312,8	29,5
Интернет	64,6	6,3	85,5	8,0
Авто электроника	51,5	5,0	47,4	4,4
Потребительская электроника	58,2	5,7	53,2	5,1
Остальные	47,5	4,6	42,1	4,1
<b>Всего</b>	<b>1023,9</b>	<b>100</b>	<b>1059,6</b>	<b>100</b>

Проектные нормы	2018 г.		2019 г.	
	Новые тайв. долл. млрд	%	Новые тайв. долл. млрд	%
7 нм	81,2	8,9	245,7	26,8
10 нм	96,6	10,7	22,9	2,5
16 нм	186,4	20,6	191,2	20,8
20 нм	23,4	2,5	9,4	1,0
28 нм	177,5	19,6	147,3	16,0
40/45 нм	101,5	11,2	92,2	10,0
65 нм	75,7	8,4	68,3	7,4
90 нм	36,6	4,1	25,3	2,7
0,11/0,13 мкм	20,6	2,2	22,6	2,4
0,15/0,18 мкм	80,9	8,9	76,5	8,3
0,25 мкм и более	26,6	2,9	19,7	2,1
<b>Всего</b>	<b>907,0</b>	<b>100</b>	<b>921,1</b>	<b>100</b>

является системным поставщиком Пентагона. Кроме того, по программам, одобренным Министерством обороны США, TSMC производит кристаллы для некоторых других американских клиентов в военных целях. Еще одной проблемой для Пентагона являлось то, что китайский электронный гигант Huawei также использовал TSMC для производства кристаллов для своего оборудования. Тревогу Пентагона вызывает возможная утечка через TSMC в Китай промышленных секретов по этим изделиям, тем более что такие прецеденты были, когда бывший сотрудник TSMC был арестован в 2018 г., как предполагается, за передачу китайской компании HLMC технологической информации по техпроцессам 16 и 10 нм для изделий Apple [5]. Этот вопрос американские чиновники неоднократно обсуждали с тайваньской компанией, но до последнего времени без особого успеха. TSMC вовсе не заинтересована в потере такого клиента как Huawei.

Судя по итоговому отчету компании TSMC за 2019 г. доля американских компаний в доходах TSMC составила 59,4%, а доля китайских заказчиков (в основном HiSilicon – дочерней компании Huawei) достигла 19,6% против 17,2% в 2018 г. (см. таблицу) [6]. Китайский электронный гигант, разместивший в TSMC заказы на 5,1 млрд долл., занимает второе место по этому показателю среди всех клиентов, уступив только американской Apple с объемом 8,2 млрд долл. [7]. Основной причиной значительного роста заказов Huawei являются опасения китайцев из-за давления США на Huawei, что заставило их увеличить заказы на TSMC для создания складских запасов. В первую очередь, это относится к кристаллам для китайского смартфона Kirin. Впечатляющий прогресс TSMC в освоении 7-нм технологии обеспечил долю этих изделий в общем объеме продаж 2019 г. на уровне 26,7% [6]. В IV кв. 2019 г. доля 7-нм продукции в доходах TSMC достигла невероятных 35% [8]. Еще в декабре 2019 г. на фоне хороших производственных показателей тайваньский электронный гигант стал самой дорогой компанией Азии, обойдя Samsung [9]. В 2019 г. стоимость акций TSMC выросла более чем на 40%, а рыночная капитализация компании достигла 262,75 млрд долл.

Очевидно, что сложившаяся ситуация, когда основные производственные ресурсы по наиболее современным изделиям микроэлектроники находятся за пределами США, не могла устроить американского президента Дональда Трампа. Еще одной проблемой, обострившейся в резуль-

тате пандемии коронавируса, является угроза прекращения поставок электронных компонентов по причине закрытия национальных границ. Угроза национальной безопасности из-за срыва военных проектов, считает Пентагон, также является важным фактором. По этой причине администрация США сделала компании TSMC предложение, от которого было сложно отказаться – американцы предложили ей построить в США завод по производству кристаллов по нормам 7 нм с последующей модификацией на 5 нм. Однако еще в январе 2020 г. TSMC заявила, что у нее нет планов на строительство завода в США [10]. Давление администрации Трампа возросло. К переговорам с TSMC были привлечены компании Apple, AMD и Intel. Первые две из них напрямую заинтересованы в этом проекте как нынешние заказчики TSMC. В то же время роль Intel выглядит, на первый взгляд, противоречивой. TSMC является прямым конкурентом Intel в производстве кристаллов, значительно опережая ее в технологиях, а также являясь главной фабрикой по производству пластин для AMD – основного процессорного конкурента Intel. В отличие от Intel, AMD не имеет собственного производства чипов. Уже несколько лет Intel испытывает серьезные трудности в освоении технологий 10 и 7 нм, тогда как TSMC уже в этом году запустит производство по технологии 5 нм, а к 2024 г. – 3 нм. Очевидно, американский процессорный гигант отчетливо понимает, что в ближайшем будущем ему не опередить TSMC по передовым технологиям. Строительство и поддержка работы новых заводов по современным близким к субнанометровым технологиям является очень дорогим проектом, требующим десятков миллиардов долларов. Разработка самих технологий также требует сотен миллионов долларов. Пытаясь сосредоточить на территории США и его союзников свои предприятия, Intel в декабре 2019 г. сообщила о планах строительства за 11 млрд долл. нового завода в Израиле и о возобновлении работы остановленного в 2014 г. завода в Коста-Рике. Еще до начала переговоров с TSMC компания Intel подтвердила готовность построить новые заводы в США, но только в партнерстве с Пентагоном. Intel ранее никогда не ориентировалась на Министерство обороны США при создании новых продуктов и технологий, работая на мировых массовых рынках компьютерных и коммуникационных технологий. Однако в последние годы компания испытывает технические и финан-

совые проблемы, а также серьезное давление со стороны своего главного конкурента AMD. Частичный разворот своей стратегии в сторону Пентагона выглядит как средство решения этих проблем и следование линии администрации Трампа. Что касается готовности Intel поддержать проект строительства в США производства TSMC, то, очевидно, она рассчитывает, что трансфера новых технологий, созданных тайваньцами, и большой экономии средств проще добиться от фабрики в США, а не в Тайване.

После некоторых раздумий руководство TSMC приняло решение, которое невозможно было не принять, и дало согласие на строительство нового завода в США [11]. Отказ от такого решения был бы равнозначен самоубийству. И дело не только в том, что около 60% заказов TSMC поступает от американских компаний. Торговая война США с Китаем, еще не завершившаяся, но уже приносящая безоговорочную победу США, а также полномасштабное давление американцев на Huawei показали, чем может закончиться подобное противостояние. Кроме того, большая часть оборудования, используемого TSMC, – американского производства. США пытаются ввести ограничения в отношении TSMC и других компаний по его использованию для производства комплектующих для Huawei с требованиями по оформлению лицензий на его применение. У США имеется еще один рычаг давления на TSMC в лице ее технологического конкурента – компании Samsung. У южнокорейского гиганта в Остине (шт. Техас) имеется завод по производству кристаллов. Кроме того, Samsung ведет работы по новым технологиям 5–3 нм. В мае Samsung сообщила о начале строительства в корейском городе Пхёнхэке новой производственной линии по техпроцессу 5 нм с использованием литографии EUV. Инвестиции в ее строительство составят 8,1 млрд долл., а запуск запланирован на 2-ю половину 2021 г. [12]. Власти США могут обратиться к Samsung с идентичным предложением и передать ей все контракты американских компаний, что будет равнозначно разрушению TSMC. И ее руководство это отлично понимает. TSMC подтвердила строительство завода в шт. Аризона по 5-нм технологии производительностью 20 тыс. пластин в месяц диаметром 300 мм. На новом заводе будут созданы 1600 высокотехнологичных рабочих мест. Строительство начнется в 2021 г., а начало производства пластин – в 2024 г. [13]. За 9 лет с 2021 по 2029 гг.

TSMC намерена инвестировать в этот проект 12 млрд долл., что не является крупной суммой для тайваньской компании. Только в 2020 г. капитальные затраты TSMC в другие свои проекты составят 16 млрд долл. [14]. Даже в это непростое для фондового рынка время, когда акции мировых компаний падают, рынок оптимистично отреагировал на решение TSMC, и ее акции выросли более чем на 1,7% [15]. Однако на фоне обеспокоенности инвесторов из-за усиления американских санкций против Huawei, второй компании по объемам заказов в TSMC, акции тайваньской компании после большого роста в конце 2019 г. за последние 5 месяцев упали на 11% [16].

Как полагает агентство TrendForce, TSMC частично перенесет заказы американских клиентов с высокой валовой маржой на свои заводы в США [17]. Тем не менее TSMC учитывает, что цепочка поставок для 300-мм фабрики отличается от уже имеющейся у TSMC в США 200-мм фабрики. Поэтому для нового завода в Аризоне придется привлечь тайваньских поставщиков сырья и материалов, которые также переместят производство в США. Таким образом, потребуются глубокая локализация новых предприятий, что только пойдет на пользу американской полупроводниковой промышленности.

Министр торговли США Уилбур Росс назвал сделку с TSMC «возрождением американского производства». 20 мая трое сенаторов-демократов США направили письмо министрам торговли и обороны США, в котором заявили, что поддерживают усилия администрации Трампа по проекту с TSMC. Однако сенаторы требуют, чтобы администрация ответила на вопросы о планах тайваньской компании и о конкретных шагах по поддержке этого проекта. Они требуют доклада в комитетах сената обо всей стратегии по построению цепочек организации полупроводникового производства в США, включая финансирование, налоговые льготы, лицензии и другие стимулы [18]. В своем письме сенаторы также указывают, что разовых инвестиций, таких как строительство завода компанией TSMC, недостаточно для восстановления производственных мощностей США в области микроэлектроники, что крайне важно для национальной и экономической безопасности. По их мнению, необходим комплексный план, который должен включать работу с другими компаниями, например Micron, GlobalFoundries, Cree и др. Скорее всего, это означает, что многие полупроводниковые компании США получают от государства значительные

финансовые ресурсы на свое развитие и расширение производственных мощностей в стране.

Уже 10 июня сенаторы Марк Уоррен и Джон Корнин представили двухпалатный законопроект о создании стимулов для производства полупроводников и возврата предприятий в США [19]. Эти стимулы очень солидные, поэтому мы подробнее их рассмотрим.

#### ЗАКОН «ЧИПЫ ДЛЯ АМЕРИКИ» (CHIPS FOR AMERICA)

- Создается возмещаемый на 40% федеральный налоговый инвестиционный кредит (ITC) для полупроводникового оборудования (введенного в эксплуатацию) или любых инвестиций в квалифицированное производство полупроводников до 2024 г. ITC сокращается до 30% в 2025 г., до 20% в 2026 г. и постепенно сокращается в 2027 г.
- Поручается министру торговли разработать федеральную программу поддержки на сумму 10 млрд долл. для компаний по созданию производства кристаллов с передовыми производственными возможностями.
- Создается новая программа NIST Semiconductor для поддержки передового производства в Америке. Средства программы также будут поддерживать развитие рабочей силы, кластеризацию экосистем, лидерство технологии 5G в США, а также продвинутую сборку и тестирование.
- Разрешается финансирование для проведения исследований, разработок, обучения, тестирования и оценки рабочей силы для программ, проектов и мероприятий, связанных с полупроводниковыми технологиями.
- От Министерства торговли требуется в течение 90 дней подготовить отчет, чтобы оценить возможности промышленной базы США для поддержки национальной обороны в свете глобального характера цепочки поставок и значительных взаимозависимостей между промышленной базой США и зарубежными странами в микроэлектронике.
- Учреждается целевой фонд в размере 750 млн долл. на 10 лет, который будет выделен после соглашения с иностранными правительственными партнерами об участии в консорциуме с целью обеспечения согласованной политики, связанной с микроэлектроникой, большей прозрачности в цепочках поставок микроэлектроники и более согласованной политики в отношении нерыночной экономики.

– Президенту поручается учредить через Национальный совет по науке и технике подкомитет по лидерству в полупроводниковой области, отвечающий за разработку национальной стратегии исследований в этой области для обеспечения лидерства США в сфере полупроводниковых технологий и инноваций, что имеет решающее значение для экономического роста и национальной безопасности США, и координировать исследования и разработки.

– Создаются новые направления исследований и разработок, чтобы обеспечить лидерство США в области полупроводниковых технологий и инноваций, которые имеют решающее значение для экономического роста США и национальной безопасности:

- 2 млрд долл. на реализацию Инициативы возрождения электроники, выдвинутой Агентством перспективных исследований в области обороны;
- 3 млрд долл. на реализацию программ фундаментальных исследований полупроводников в Национальном научном фонде;
- 2 млрд долл. на реализацию программ фундаментальных исследований полупроводников в Министерстве энергетики;
- 5 млрд долл. на создание Национального института по производству передовых технологий сборки при Министерстве торговли для установления лидерства США в области передовой сборки и, в координации с частным сектором, для содействия разработке стандартов, развития партнерских отношений между частным и государственным секторами, создания программ НИОКР для развития технологий. Предполагается создать инвестиционный фонд (500 млн долл.) для поддержки отечественной передовой экосистемы микроэлектронной сборки и сотрудничество с министром труда в разработке программ обучения и стажировок рабочей силы в области расширенных возможностей сборки.

Удивительная оперативность сенаторов США в создании сложного стимулирующего закона для развития американской микроэлектроники, а не в продвижении интересов отдельных персон!

Тема строительства в США новых предприятий по контрактному производству полупроводниковых изделий стала также популярной в американской полупроводниковой ассоциации

(SIA), которая продвигает программу выделения правительством США 37 млрд долл. на развитие полупроводниковой отрасли. Часть этой суммы в 5 млрд долл. должна быть направлена на совместное с частными компаниями строительство нового предприятия, 17 млрд долл. – на исследования и разработки, а 15 млрд долл. предполагается выделить в виде грантов компаниям, которые будут строить на своей территории полупроводниковые предприятия [20]. Новая фабрика должна быть в совместном управлении правительства и частных компаний. Сумма в 17 млрд долл. поделится следующим образом: 5 млрд долл. – на фундаментальные исследования, 7 млрд долл. – на прикладные исследования и 5 млрд долл. – на создание нового технологического центра. Похоже, главным бенефициаром этого проекта может стать компания Intel, поддерживавшая программу SIA.

На Тайване также создана программа государственного финансирования для привлечения инвестиций зарубежных технологических компаний, ориентированная на три области технологий – 5G, искусственный интеллект и микроэлектронику. Все эти три области неразрывно связаны. Программа, позволяющая ежегодно создавать более 6300 новых рабочих мест, предусматривает государственное финансирование более 330 млн долл. в течение семи лет [21]. Правительство Тайваня намерено воспользоваться торговой войной между США и Китаем и превратить страну во всемирный центр высоких технологий. С этой целью оно ведет переговоры с несколькими международными компаниями.

В Германии считают, что очень важно поддерживать конкурентоспособность страны и независимость в ключевых технологических областях, в т. ч. в медицине, интеллектуальном производстве и автономном транспорте. В целом в бюджете Германии на поддержку исследований и разработок в области микроэлектроники выделено 400 млн евро [22].

Таким образом, несмотря на мировой кризис, увеличение государственного финансирования в полупроводниковую отрасль происходит во всех странах с развитой микроэлектроникой, но достигаемые цели значительно различаются. В США предусматривается создание на своей территории предприятий по выпуску самых современных кристаллов по технологиям 7–5–3 нм и ликвидация образовавшегося отставания от азиатского региона. Находящийся под санкциями Китай стремится развивать собствен-

ные компании для минимизации действия санкций и торговой войны с США. На Тайване прилагаются усилия для расширения возможностей страны как всемирного центра высоких технологий (которым она и так является в микроэлектронике). Таким образом, полупроводниковая отрасль в этих странах рассматривается как ключевая для решения экономических проблем в условиях нового экономического кризиса. В России из-за отсутствия развитой экономики и микроэлектроники на такое рассчитывать не приходится.

Большинство аналитиков дает отрицательный прогноз по мировому полупроводниковому рынку на 2020 г. Ранее до пандемии после снижения мирового рынка более чем на 12% в 2019 г. ожидали его восстановления и небольшого роста на 3–5% в 2020 г. Однако падение спроса на ключевых рынках конечной продукции, включая смартфоны, компьютеры, торможение проектов по 5G, а также нарушение цепочки поставок электронных компонентов во всем мире может привести к сокращению объема рынка в 2020 г. на 3–5% по отношению к прошлому году [23].

Согласно прогнозам, единственными изделиями, выпуск которых увеличится, станут микросхемы памяти. Без них падение рынка продукции было бы более значительным. Автор предполагает, что в случае перехода торговой войны США с Китаем в острую фазу сокращение может стать еще более заметным.

#### ТОРГОВАЯ ВОЙНА США С КИТАЕМ НЕ ЗАКОНЧИЛАСЬ

Несмотря на безоговорочную победу США над Китаем в торговой войне и подписание в конце минувшего года Китаем торгового соглашения с принятием большинства требований США, эта война далека от завершения. В конце апреля 2020 г. Министерство торговли США заявило об ужесточении требований к экспорту американской продукции двойного назначения в Китай [24]. Прежде американские компании могли поставлять военным структурам Китая товары разных категорий, если они не использовались в военных целях. Теперь для них требуется получать специальные лицензии. Новые правила также расширяют трактовку понятия «военное использование». В него включены все товары (даже гражданские), закупка которых способствует созданию военной продукции. Прежде подобная трактовка уже применялась для экспорта в Россию и Венесуэлу, а теперь она действует и в отношении Китая. Расширен также список продукции, для

экспорта которой в указанные страны потребуются лицензии. В нее включены разное оборудование и программное обеспечение для атомных реакторов, полупроводниковые приборы, измерительное оборудование, которые можно использовать в военных целях.

Как уже отмечалось, США продолжают полномасштабное давление на Huawei через контроль зарубежных компаний над использованием американского оборудования для производства продукции для Huawei. Компания TSMC заявила, что ее адвокаты приступили к обсуждению с американским правительством этого ограничения. Это значит, что тайваньский гигант может потерять своего второго по значимости клиента после Apple. С мая текущего года TSMC прекратила прием новых заказов от Huawei и до сентября будет исполнять только уже полученные заказы китайского гиганта. Однако в начале июня в выступлениях руководства TSMC практически исчезли тревога и опасения потерять заказы Huawei, связанные с американскими ограничениями. В Huawei, наоборот, растет понимание тех сложностей, которые вызывают новые санкции США. В TSMC уверенно заявляют, что смогут преодолеть потерю такого клиента как этот китайский гигант. Подтверждением тому служит новое соглашение о сотрудничестве между TSMC и компанией NXP по выпуску новой автомобильной платформы NXP с использованием 5-нм техпроцесса тайваньцев [25]. Компания Freescale, вошедшая несколько лет назад в состав NXP, давно является мировым лидером автомобильных процессоров и автоэлектроники. Новая генерация системы-на-кристалле (СнК) NXP по технологии 5 нм позволит реализовать самые разнообразные функции, включая контроль нагрузок, автономное вождение и т. д. в автомобилях разных типов, включая электромобили. В сравнении с техпроцессом 7 нм потребляемая мощность будет снижена на 40%, а быстродействие увеличится на 20%. Первые образцы СнК для основных клиентов NXP будут поставлены в 2021 г. Похоже, что спрос на 5-нм процесс TSMC повторит рекордный успех, который показала 7-нм технология. Однако если ранее услугами по 7-нм процессу в основном пользовались заказчики, не имеющие собственного производства кристаллов (Apple, AMD и др.), то теперь к TSMC вынуждены обращаться и такие OEM-производители как Intel, NXP, имеющие фабрики чипов, но значительно отстающие по передовым технологиям. Это обстоятельство обещает дальнейший

рост капитализации и стоимости акций TSMC и Samsung, если вторая сможет составить конкуренцию тайваньской компании по передовым техпроцессам.

Появляются сообщения, что Huawei может решить проблемы и ограничения по изготовлению своих кристаллов в TSMC путем закупки кристаллов MediaTek [26]. Однако, по мнению автора, такой вариант не имеет каких-либо долгосрочных перспектив, поскольку свои передовые кристаллы MediaTek также производит в TSMC. Таким образом, эти заказы все равно попадают под ограничения по использованию американского оборудования и технологий для производства продукции, которая будет поставляться Huawei. Под санкции также попадает и сама MediaTek, но до вступления санкций в силу (т.е. до сентября 2020 г.) Huawei еще может покупать кристаллы MediaTek для своих смартфонов. Понимая это, китайский электронный гигант уже давно резко увеличил закупки комплектующих производства США и других стран и, по информации некоторых источников, создал почти двухгодичный складской запас [27]. Единственным средством от санкций для Huawei может оказаться ускоренное освоение новых 7–5-нм технологий в Китае. Если не будет достигнуто соглашение с США и санкции не будут сняты, все остальные меры не помогут, т.к. американцы решили жестко удушить Huawei. В СМИ появилось также неподтвержденное сообщение, что Samsung может начать производство микросхем для Huawei в обход американских санкций [28]. Согласно этой информации, Samsung располагает небольшой пилотной линией по 7-нм технологии, оснащенной европейским и японским оборудованием, не попадающим под санкции США. Взамен такой услуги Huawei должна уступить долю своего рынка смартфонов в пользу Samsung. Однако вся эта информация выглядит крайне неправдоподобно, да и Samsung едва ли готова подставить себя под удар США из-за Huawei.

В мае 2020 г. конфликт между США и Китаем получил новое развитие. Группа сенаторов США во главе с республиканцем Линдси Грэмом внесла законопроект о санкциях против Пекина. Президент США Дональд Трамп давно обвиняет Китай в сокрытии информации о коронавирусе, что привело к распространению эпидемии во всем мире. Согласно предложениям республиканцев, если в течение двух месяцев после принятия закона Китай не представит полный отчет о возникновении пандемии, не под-

твердит, что закрыл рынки, где можно заразиться вирусом, не освободит всех активистов, задержанных в Гонконге после начала эпидемии, то власти США получат право ввести санкции против Китая. Вероятность принятия этого закона в США очень высокая, поскольку для его вступления в силу достаточно простого большинства голосов в Сенате (где у республиканцев большинство) и даже многие демократы его поддерживают. Принятие закона даст Трампу юридические возможности непосредственно влиять на структуру экономических отношений двух стран. Угрозы существуют и в отношении китайских компаний, работающих на территории США, их активы и счета могут быть заморожены. Кроме того, возникнут проблемы и сложности у американских компаний, планирующих размещение своих офисов и предприятий в Китае. Трамп добивается этого еще с начала своей предыдущей президентской избирательной кампании. Принятием этого закона Трамп под угрозой расширения санкций может использовать его, чтобы заставить Китай соблюдать текущие условия подписанной сделки.

13 мая 2020 г. Дональд Трамп подписал распоряжение о продлении запрета американским компаниям на использование телекоммуникационного оборудования Huawei [29]. Китай быстро отреагировал на новые санкции против Huawei и других компаний, заявив, что американские гиганты Apple, Qualcomm, Cisco, Boeing и др. могут быть включены в список ненадежных организаций в Китае. Против них могут быть инициированы проверки на соответствие национальному законодательству в сфере кибербезопасности, а также на них могут быть наложены разные ограничения. Китай также пригрозил прекратить закупки самолетов Boeing. Эта мера ощутимо ударит по американским электронным гигантам. Так, в I кв. 2020 г. выручка Apple от продаж в Китае составила 14,8% от ее суммарного дохода, а более 90% всей ее продукции собирается на заводах в Китае. Отказ Китая от закупки в США интегральных микросхем приведет к потерям американских электронных компаний около 36 млрд долл., а отказ от закупки более 100 самолетов Boeing ежегодно приведет к потере около 4,2 млрд долл., что для этой корпорации будет большим ударом.

Однако тренд на регионализацию Китая по производству в стране самых сложных наукоемких изделий (и не только электронных) был задан предыдущими санкциями к китайским компаниям.

Первыми шагами Китая в этом направлении после введения санкций была передача заказов по 14- и 16-нм технологиям от TSMC китайской SMIC, которая является самой передовой и контролируемой государством китайской фаундри-компанией, освоившей техпроцесс 14 нм. На долю этой технологии пока пришелся всего 1% от общей выручки SMIC в IV кв. 2019 г. Китайская компания усердно работает над 7-нм техпроцессом. На первой стадии в IV кв. 2020 г. запланировано небольшое серийное производство по 7-нм техпроцессу под названием N+1 [30]. Это нестандартный 7-нм процесс FinFET без использования EUV-литографии. Дело в том, что европейская компания ASML, являющаяся производителем оборудования EUV, в IV кв. 2019 г. затормозила отгрузку уже оплаченной SMIC установки из-за американских санкций. Понимая важность для Китая новых технологий, правительство увеличивает капитальные затраты SMIC в этом году до 3,1 млрд долл. За счет внесения этих средств в уставной капитал SMIC капитализация компании резко возросла до 6,5 млрд долл. Для сравнения: весь годовой оборот китайской компании составляет 3 млрд долл. Очевидно, что эта ведущая полупроводниковая компания Китая планируется для китайских заказчиков как главная замена TSMC по передовым полупроводниковым технологиям. И в этом показательное отличие Китая от России – в нашей стране большие средства вкладываются в неэффективные государственные монополии «Газпром» и «Роснефть». Отчетливо понимая, что давление на Китай будет только возрастать, власти Поднебесной пытаются форсировать работы по созданию собственного оборудования для критических областей полупроводникового производства.

Одним из наиболее важных и сложных типов такого оборудования являются литографические сканеры. Китайская компания SMEE, которая в настоящее время выпускает сканеры по нормам 90 нм и более для пластин диаметром 200 и 300 мм, запланировала в 2022 г. выпуск сканеров с нормами до 28 нм [31]. Умение китайцев быстро воспроизводить зарубежные аналоги и начинать производство собственных прототипов без оглядки на авторские права в разных областях техники давно известно, и нет сомнений в возможности их реализации. Но, по мнению автора, создание китайских сканеров с нормами 7 нм и менее на текущем этапе и в ближайшие 5 лет представляется нереализуемым не из-за больших финансовых затрат, а из-за технических ограничений и сложности задачи.

Продолжение торговой войны между США и Китаем является обоюдоострым оружием, которое ударит не только по обеим странам, но и по всей мировой экономике. Предыдущий этап торговой войны в 2019 г. серьезно отразился на экономике Китая, когда впервые за несколько последних десятилетий темпы экономического роста Китая снизились до 6,1%. Конечно, в отличие от России, у Китая имеются серьезные рычаги экономического давления на США. Так или иначе, США может во времена минимизировать эти проблемы, а для Китая их обострение может стать фатальным. Следует также учитывать политические последствия конфликта для этих стран. В ноябре 2020 г. действующий президент США Дональд Трамп планирует переизбраться на новый срок, и победа в торговой войне сыграет ему на руку, чего не скажешь о руководителе Китая Си Цзиньпине. В 2021 г. он планирует изменить правила, установленные Дэн Сяо Пинем, и продлить свое 10-летнее правление. Неблагоприятный экономический фон, падение темпов ВВП страны, рост безработицы, сокращение доходов, обнищание населения, возрастание неопределенности едва ли пойдут на пользу китайскому руководителю. Если даже по аналогии с российской внешней и внутренней политикой в Китае начнется формирование образа врага в лице США, а в 2021 г. Си Цзиньпин продлит свои полномочия, едва ли такая ситуация в полуторамиллиардном Китае сохранится в течение длительного времени. В отличие от России или Венесуэлы, в рыночном Китае такое сложно представить. Следовательно, китайский руководитель обречен на поиск компромиссов с властями США. Однако даже не это самое главное. Китай исчерпал свою модель экономического роста, основанную на тезисе «Китай – всемирная фабрика с дешевой рабочей силой и экспортно-ориентированной промышленностью». Из-за ужесточения мировых правил становятся сложными простое копирование продукции, контрафакт, несоблюдение патентных прав и промышленной шпионаж. История с беспрецедентным давлением на Huawei это подтверждает. КНР необходимо выработать новую модель экономического роста с пониманием того, что время двухзначных темпов роста ВВП прошло, а на новых этапах его истории будет возможен не только рост, но и падение ВВП, как это периодически происходит в мировой экономике. Простое производство и перепроизводство, ограничение

покупательной способности потребителей не спасает, а тормозит экономику. Пока что по итогам I кв. 2020 г. ВВП Китая снизился на 6,8% в годовом исчислении. От того, смогут ли власти Китая выработать и предложить стране новую модель экономического роста, зависит не только будущее руководство, но и самой страны. Пока что такая модель не найдена.

Несмотря на всю противоречивость личности президента США Дональда Трампа, в отношении которого была даже инициирована процедура импичмента, его положение не только не выглядит безнадежным, но и сулит ему неплохие шансы быть переизбранным. Его главное преимущество – отсутствие серьезных конкурентов среди демократов. Если Трамп заставит Китай пойти на уступки, то наверняка продолжит позиционировать себя как противовес предыдущему президенту от демократов «плюшевому» Бараку Обаме вкпе с нынешним кандидатом от демократов Джо Байдену и как стойкий защитник национальных интересов США. Экономика страны в период его правления до пандемии не обвалилась, что зачтется ему в заслугу. По мнению автора, у Трампа в сложившейся ситуации больше шансов, чем у кандидата от демократов, быть переизбранным в президенты США в ноябре текущего года, если последствия пандемии не внесут свои коррективы. —

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Factbook 2019. Semiconductor Industry Association (SIA)//www.semiconductors.org.
2. Дмитрий Боднар. GlobalFoundries. Закат или реновация топового мирового производителя чипов? Электронные компоненты. 2019. № 10.
3. Globalfoundries to implement ITAR and strict security assurances at New York fab. DigiTimes. May 25. 2020//www.digitimes.com.
4. TSMC is being pressured to make chips in the US because of security concerns. Gizmochina. January 16. 2020//www.gizmochina.com.
5. TSMC ex-employee charged with trade secret theft. DigiTimes. September 3. 2018//www.digitimes.com.
6. TSMC Annual Report 2019//www.tsmc.com.
7. Huawei contributed 36.1 billion Yuan (\$5.1 billion) in Revenue to TSMC, Apple took the top spot. Gizmochina. April 28. 2020//www.gizmochina.com.
8. Quarterly Results Q4 2019//www.tsmc.com.
9. TSMC стала самой дорогой компанией Азии. 2 декабря. 2019 г. //www.dailycomm.ru.
10. TSMC says no plans for US fab. DigiTimes. January 17. 2019 г. //www.digitimes.com.
11. TSMC поддалась уговорам Трампа построить 5-нм фаундри в США за \$12 млрд//www.russianelectronics.ru.

12. Samsung также построит 5-нм EUV-фабрику, но за \$8 млрд и в Корее, а не в США. Время электроники. 22 мая 2020 г. //www.russianelectronics.ru.

13. TSMC Announces Intention to Build and Operate an Advanced Semiconductor Fab in the United States. May 15. 2020//www.tsmc.com.

14. 20F for Year 2020. April 15, 2020//www.tsmc.com.

15. Taiwan's TSMC to build Arizona chip plant as U.S.-China tech rivalry escalates. Reuters. May 14. 2020//www.reuters.com.

16. Канализация TSMC рухнула на 11% всего за 5 месяцев. 29 мая 2020 г. //www.russianelectronics.ru.

17. TSMC's Expansion Plan in the U.S. May Be Accompanied by Other Actors in 12-inch Supply Chain Too. Forb. May 15. 2020//www.trendforce.com.

18. Democratic Senators Urge Trump To Release More Details About \$12 Billion TSMC Deal. Forbes. May 20. 2020//www.forbes.com.

19. Bipartisan, Bicameral Bill Will Help Bring Production of Semiconductors, Critical to National Security, Back to U. S. Press Releases. June 10. 2020//www.warner.senate.gov.

20. Taiwan Semiconductor Manufacturing: Semiconductor Industry to Lobby for Billions to Boost U.S. Manufacturing. May 31. 2020//www.marketscreener.com.

21. Тайвань рассчитывает на миллиардные инвестиции международных технологических компаний. 5 июня. 2020 г. //www.computerworld.ru.

22. Германия поддержит разработку собственной электроники. 11 июня. 2020 г. //www.computerworld.ru.

23. Аналитики пророчат полупроводниковой отрасли сильный спад из-за пандемии. 29 мая. 2020 г. //www.russianelectronics.ru.

24. США ужесточают правила экспорта продукции двойного назначения для Китая. TACC. 27 апреля. 2020 г.

25. NXP to Jump to TSMC's 5 nm for Next-Gen Auto SoC Platform. EETimes. June 12. 2020//www.eetimes.com.

26. Huawei пересядет на чипы MediaTek и опустит рыночную долю Qualcomm. 25 мая. 2020 г. //www.russianelectronics.ru.

27. Huawei сформировала двухгодичный запас компонентов американского производства. 3DNews//www.3dnews.ru.

28. Samsung reportedly in talks to keep Huawei's 5G base stations in the chips. June 12. 2020//www.phonearena.com.

29. Trump extends U.S. telecom supply chain order aimed at Huawei, ZTE. Reuters. May 13. 2020//www.reuters.com.

30. SMIC Details Its N+1 Process Technology: 7 nm Performance in China. March 23. 2020//www.anandtech.com.

31. Китай снесит избавиться от зависимости от «подсанкционного» западного оборудования для фотолитографии. 8 июня. 2020 г. //www.russianelectronics.ru.