

«Засуха в Эдеме»

Само слово «засуха» (Drought) чаще всего употребляют мировые СМИ, рассказывая о ситуации в электронной отрасли. И речь не только о засухе на Тайване, хотя и она имеет отношение ко множеству других проблем, вместе создавших «идеальный шторм». Давайте пробежимся по полосам основных отраслевых изданий и попробуем разобраться, что на самом деле происходит в главной мировой отрасли.

Вадим ЧЕРНЫЙ
v.chorny@vdm.ais.ua

Пожалуй, только полные эскаписты или отшельники еще не слышали о нехватке в мире электронных компонентов, в частности микросхем. Об этом уже начали говорить центральные СМИ и даже таблоиды (преимущественно в разрезе ожидаемого роста цен на гаджеты и внедорожники). Впрочем, граждане избиратели еще не осознали, насколько это серьезно и чем грозит. Предполагается, что глобальная автомобильная промышленность в этом году сделает на 5 млн авто меньше, чем ожидалось, из-за недостатка электронных компонентов, а покупка внедорожника может стоить минимум на 20% дороже, чем в прошлом году. По прогнозам, дефицит микросхем приведет Apple к потере \$4 млрд ежеквартально из-за ограничений производства iPad и Mac, а Samsung предупреждает о задержках в запуске новых смартфонов.

О незаурядности проблемы свидетельствует уровень, до которого поднято ее обсуждение и решение. В частности, еще в прошлом году Конгресс США принял CHIPS for America Act, направленный на спасение полупроводниковой отрасли страны. В феврале к проблеме присоединился Джо Байден (рис. 1), который получил письмо с воплем о помощи от руководителей AMD, Intel, Nvidia и Qualcomm и после кон-

сультаций с конгрессменами подписал Указ № 14017 America's Supply Chains, вводящий меры по изучению и преодолению проблемы нехватки полупроводниковых компонентов, и выделил на это \$37 млрд.

В апреле Джентльмен из Пенсильвании проводит расширенное совещание с участием Alphabet, AT&T, Intel, Google, General Motors, Ford со стороны потребителей и TSMC, Micron и Samsung со стороны производителей полупроводников. А уже в июне Сенат США принимает U. S. Innovation and Competition Act (USICA), которым вливает в отрасль дополнительных \$52 млрд.

Спустя несколько дней после этого дефицит микросхем, хотя и не был изначально в повестке дня, стал одной из главных тем июньского саммита G7 в Карис-Бэй (Великобритания). После саммита правительство США и Еврокомиссия создают общий совет для преодоления проблемы нехватки микрочипов, а уже в июле в Старый Свет приезжает Пэт Гелсинджер (Pat Gelsinger), глава Intel, для встречи с президентами Италии и Франции (рис. 2) по поводу строительства нового завода по производству полупроводников в одной из европейских стран. Также Европейская комиссия прорабатывает программу «Цифровой компас», предусматривающую многомилли-



Рис. 1. Даже Сонный Джо проснулся от насилия в полупроводниковой отрасли (фото REUTERS)

ардные инвестиции в создание к 2030 году в Евросоюзе современного производства полупроводников, вплоть до 2-м технологического процесса.

А впрочем, в краткосрочной перспективе дефицит микросхем не остановить. Нехватка компонентов больше всего ударила по автомобильной отрасли, вплоть до остановок конвейеров ведущих мировых производителей. Также на невозможность увеличить выпуск из-за недостатка компонентов жалуются производители компьютеров, смартфонов, сетевого оборудования и т. п. И с чего же это все началось?

По мнению составителей самого свежего отчета IPC (по июль 2021 года, опубликован в августе), есть пять ключевых причин текущего состояния рынка полупроводников: разбалансировка цепочек поставки, оптимизм производителей, инфляция, ситуация на рынке труда и, конечно же, распространение коронавируса.

COVID-19: от дефицита туалетной бумаги до дефицита всего

Упрощенно история возникновения дефицита выглядит так: с началом пандемии коронавируса ряд производителей электроники снизил выпуск из-за логистических трудностей, связанных с локдаунами. Также



Рис. 2. Эммануэль Макрон слушает Пэта Гелсинджера, одного из самых влиятельных людей мира (фото AP)

были прогнозы о снижении спроса на полупроводники. Впрочем, прогнозы эти не оправдались. Напротив, достигнутые локдаунами люди, заключенные в стенах собственных домов и работающие дистанционно, обеспечили неожиданно значительный рост спроса на бытовую электронику, прежде всего на персональные компьютеры, коммуникационные и развлекательные гаджеты, телевизоры и другую технику. Многократный рост сетевого трафика и расширение использования облачных сервисов заставили увеличивать парк оборудования провайдеров связи и ЦОДов, что повысило спрос на компоненты со стороны производителей телекоммуникационного и серверного оборудования. Это стало первой волной «идеального шторма», который привел к глобальной нехватке полупроводников.

Уснули за рулем

В то же время с началом пандемии значительно сократился спрос на полупроводники со стороны автопроизводителей, прежде одних из основных заказчиков. Поскольку в тот момент продажи, а соответственно, и выпуск автомобилей уменьшились, снизились и закупки электроники. Автопроизводители, привычные к модели JustinTime, просто отменили часть заказов на полупроводники и не спешили инвестировать в складские запасы. Когда оказалось, что спад в производстве автомобилей не так велик, как предполагалось, а спрос быстро восстанавливается, производителям автоэлектроники снова потребовались микросхемы, но... тут выяснилось, что за довольно короткое время мощности, прежде работавшие на автопром, уже загружены заказами от производителей телекоммуникационного оборудования, компьютеров, гаджетов и т. д.

«Они уснули за рулем, и теперь, когда проснулись, обнаружили, что придется переосмыслить модели работы», — иронизирует Малкольм Пенн (Malcolm Penn) из аналитического отдела Future Horizon. Он следит за развитием полупроводниковой отрасли уже на протяжении тридцати лет. По его мнению, проблема дефицита микросхем является более сложной, причём как для потребителей из автомобильной промышленности, так и для производителей чипов. «На создание новых производственных мощностей требуется минимум год, — рассуждает Пенн. — Уже накануне пандемии производственные мощности, существующие в электронной промышленности, работали на пределе. Да, пандемия снизила спрос на электронику на короткое время, но потом он вернулся и даже вырос. Нынешний дефицит вызван отложенным спросом, который накапливался несколько лет. В этом нет ничего нового, так часто случается, когда люди не вкладывают средства в производственные мощности и затем для их создания нужно время».



Рис. 3. В Остине, где расположен завод Samsung Line S2, никто не ожидал суровых морозов (фото Austin AmericanStatesman)

Метель в прерии и пожар на побережье

В полном соответствии с законами Мерфи все неприятности наложились друг на друга в худшей из возможных последовательностей. В феврале этого года стихия ударила по производителям микросхем в США. Аномальные морозы, снежные бури, ливни с гололедом вызвали коллапс энергосистемы в Техасе. Тяжелый налипший лед не только повалил в штате воздушные ЛЭП, но и остановил работу ВЭС, которые составляют основу местных генерирующих мощностей и, так сложилось исторически, строились в «летнем» пакете и не были рассчитаны на низкие температуры и обледенения.

Из-за недостатка электроэнергии в Остине было остановлено большинство производственных предприятий, среди них два завода Samsung, два завода NXP, завод Infineon. Чтобы оценить последствия этой остановки, следует учесть, что на производственные площадки в Техасе приходится 28% общих мощностей Samsung, один лишь завод Samsung Line S2 (рис. 3) выпускает примерно 5% мирового объема микрочипов. Его недельная остановка привела к снижению общемирового объема производства полупроводников на 1–2%. Больше всего пострадал Qualcomm и далее по цепочке — производители смартфонов, OLED-дисплеев, видеокамер, ноутбуков и планшетов. Также Samsung сократил отгрузку автомобильных чипов для Tesla и Renesas.

В общем портфеле NXP Semiconductors техасские заводы составляют примерно треть мощностей и дают половину объемов продаж. Специализация — автомобильные чипы. На завод Infineon Technologies AG в Остине приходится около 5% объема про-

изводства немецкого концерна, его специализация — микросхемы памяти для автомобильной промышленности.

Не успели заводы в Техасе возобновить свою работу в марте, как еще одно бедствие больно ударило по автопроизводителям. Пожар на одном из крупнейших заводов Renesas Electronics в городе Нака в Японии обошелся мировому автопрому снижением выпуска автомобилей на 7% в годовом измерении. Возгорание электропроводки в помещении площадью всего 600 м² полностью уничтожило или надолго вывело из строя уникальное оборудование и, как следствие, остановило конвейеры крупнейших автопроизводителей мира из-за недостатка специализированных микрочипов. И хотя сейчас завод восстановлен, и он уже почти вышел на докризисные мощности, но последствия пожара будут ощущаться и в следующем году.

Интересно, что этот же завод уже был причиной глобальной нехватки автомобильных чипов, когда в марте 2011 года предприятие, расположенное с видом на Тихий океан, поразило цунами. На этот раз волн к «идеальному шторму» в отрасли добавил огонь (рис. 4).

Засуха на острове

Очень не вовремя на Тайване в конце марта текущего года началась сильнейшая за полвека засуха. Дело в том, что технологически производство полупроводников требует использования большого количества воды. Расположенные в трех технопарках Тайваня заводы TSMC, UMC, VIS и PSMC вместе занимают 68,9% мирового рынка полупроводников и потребляют огромное количество воды. Также рядом находятся заводы по изготовлению микросхем па-



Рис. 4. «Чистая комната» завода Renesas Electronics в городе Нака в марте 2011 и в марте 2021 года (фото Nikkey)

мента Micron Technology, Nanya Technology, Macronix и Winbond. В результате засухи запасы в водохранилищах заводов упали до уровней ниже 10%, а кое-где даже нескольких процентов от общей емкости. Перегруженные заказами заводы вынуждены экономить воду. Правительство Тайваня ввело жесткие ограничения на водопотребление для сельского хозяйства и домохозяйств, прекратилось орошение десятков тысяч гектаров сельскохозяйственных угодий, впрочем, это не помогло, и возможности по наращиванию производства полупроводников все еще ограничены. В апреле президент Тайваня Цай Инвэнь даже была вынуждена обратиться к нации с призывом затянуть пояса и потерпеть, экономя воду, пока начнется сезон дождей. Это произошло в июле. Ведущие мировые СМИ цитировали директора Micron Technology Санджей Мехротра (Sanjay Mehrotra), который на квартальном отчете сообщил, что наконец-то пошел дождь!

Китай против США

Торговая война между США и Китаем обострилась еще во времена Трампа и с приходом Байдена не остановилась. Поскольку собственные технологии производства полупроводников в Китае уступают лидерам отрасли, китайские технологические гиганты, такие как Huawei, накапливали полупроводниковые чипы в преддверии анонсированных новых ограничений в 2020 году, загружая любую свободную мощность крупными заказами. Китайские компании внесли и свою волну в «идеальный шторм», вымывая с рынка любые свободные объемы микросхем.

Возникает вопрос: а разве китайцы не имеют возможностей для развития собственного производства? В том-то и дело, что не имеют. Ведущий китайский производитель, SMIC, в настоящее время выпускает полупроводниковые чипы для 14-нм технологического процесса, отставая на несколько поколений от Intel, который, в свою очередь, уступает

TSMC и Samsung. Китайцы готовы инвестировать в технологии. Но просто взять и приобрести технологии они не в состоянии. Лишь в 2000-х годах США разблокировали поставки в КНР оборудования для выработки кремниевых пластин, но при этом ограничили технологический уровень. Единственный в мире производитель самого современного ультрафиолетового фотолитографического оборудования для изготовления чипов по 5-нм технологии экстремальной ультрафиолетовой литографии (EUV), нидерландская компания ASML, поставляет продукцию исключительно TSMC. Любая попытка приобретения подобного оборудования китайскими производителями немедленно блокируется США, как это было в ноябре 2019 года.

Поэтому Китай является не только крупнейшим производителем микрочипов (в июле выпуск достиг рекордных 31,6 млрд штук, что означает 41,3% роста в годовом измерении), но и самым крупным их импортером. По данным VCG, в 2020 году Китай импортировал полупроводниковых чипов на \$350 млрд, что составляет около 60% мирового рынка полупроводников. Это вдвое больше, чем импорт нефти Китая. И это на фоне рекордов по собственному производству! При государственной поддержке компания YMTC (Yangtze Memory Technologies Corp.) уже подняла планку своих стратегических целей с 3–4% до 7% мирового рынка микросхем в 2022 году. SMIC (Semiconductor Manufacturing International Corporation) также планирует построить четыре новых завода. Единственное, что огорчает китайцев, — невозможность пробиться к технологиям следующей генерации из-за американских санкций.

Тайвань против США

Интересно, что хотя США и считается лидером по инновациям в электронной отрасли, но по технологическим возможностям производства полупроводников они все же

уступают Тайваню. Дело в том, что локомотив отрасли, компания Intel, в свое время недооценила важность освоения экстремальной ультрафиолетовой литографии, отложив это на неопределенный срок, просто отдав производство более современных чипов тайваньцам. В результате сегодня Intel производит чипы по 10-нм технологии, в то время как TSMC уже освоил 7- и 5-нм процессы (рис. 5). К тому времени как Intel достигнет 7 нм, TSMC, вероятно, доберется до 3 нм. Поэтому сегодня Intel является крупнейшим заказчиком продукции TSMC и вынужден отдавать производство на аутсорсинг.

«Это довольно глубокая дыра для Intel, — говорит Линли Гвеннап (Linley Gwennap), президент отраслевой консалтинговой компании Linley Group, и очевидно, в этом выражении он имел в виду несколько другое слово. — И дело не только в том, чтобы бросить деньги на проблему». Ошибки Intel стоили компании многолетнего отставания, впрочем, аналитик видит возможности в преодолении разрыва в уже анонсированном объединении усилий Intel и IBM в сфере исследований и технологий.

Эффект кнута

О влиянии «эффекта кнута» на разбалансировку поставок в электронной отрасли указывает Джон Летцинг (John Letzing), редактор сайта World Economic Forum.

Действительно, большой проблемой для любой отрасли является отсутствие четкой коммуникации и верификации прогнозов в цепочке поставок. Особенно это касается электронной отрасли, где цепочки достаточно длинные и сложные. Именно в таких цепочках и рождаются колебания, вызванные так называемым «эффектом кнута» (Bullwhip Effect).

Суть эффекта заключается в том, что колебания в потребительском спросе вызывают у менеджеров на конце цепочек желание увеличить (или уменьшить) товарные запасы

сы с некоторым смещением (избытком или недостатком) по отношению к текущему изменению спроса, чтобы подстраховаться на будущее. Соответственно, они формируют заказы на следующие поставки и отправляют вверх по цепочке заказ с некоторым смещением от реальной ситуации. Получив такой заказ, менеджеры следующего уровня цепочки поставок также подстраховываются и еще больше смещают заказы от реальной конъюнктуры.

Постепенно двигаясь от потребителей через розницу, ретейл, дистрибьюторов нескольких уровней, производителей и далее к поставщикам комплектующих и их производителям, даже небольшие колебания спроса могут привести к серьезным дисбалансам. Когда же объемы заказанных товаров от производителей придут по цепочке к потребителям, то тренд может уже измениться на обратный. И снова все по новой, но с противоположным знаком. Небольшие колебания на выходе приводят к значительным дисбалансам на уровне производства.

Страх аллокации

Наряду с дисбалансом, вызванным «эффектом кнута», имеют место и панические закупки, связанные со страхом очередной аллокации. Все участники отрасли прекрасно помнят перебои в поставках электронных компонентов, вызванные аллокациями (перераспределением ресурсов). В 1995–1996 годах триггером аллокации стало стремительное проникновение Интернета и связанное с этим увеличение производства ПК и серверов. В 1999–2001 годах основанием для аллокации послужил бум в сегменте мобильных телефонов. В 2018–2019-х к аллокации привели увеличение потребления электронных компонентов сразу на нескольких рынках, в частности в автопроме, телекоммуникациях и производстве гаджетов. Во время аллокации все участники цепочки поставок пытаются увеличить объем складских запасов, чтобы обезопасить себя от дефицита. Это приводит к увеличению сроков поставок производителями и создает очереди на заказы, что стимулирует дальнейшее увеличение складских запасов и разбалансирование реального спроса и заказов.

Локдауны

Не исключено, что коронавирус еще напомнит о себе ограничениями производства через локдауны. Примером может служить еще один назревающий дефицит в электронной отрасли: на этот раз пассивных компонентов, в частности многослойных керамических конденсаторов MLCC для поверхностного монтажа. Проблема почти идентична дефициту в сегменте микрочипов. Увеличение заболеваемости штаммом «Дельта» привело к возобновлению лок-



Рис. 5. Завод TSMC Fab 18 в технопарке Taiwan Science Park стал первым по выпуску полупроводников по техпроцессу N5

даунов в городах Филиппин и Малайзии. В этих странах находится значительная доля мирового производства MLCC, в частности на филиппинских заводах Murata производится 18% мирового объема больших MLCC для автомобильной промышленности, а на заводах Samsung там же — 15% мирового объема конденсаторов средней емкости. Катастрофой же станет ограничение работы заводов Samsung, Murata, Yageo, которые расположены в КНР и, скорее всего, также попадут под карантинные ограничения в ближайшее время в связи с возобновлением распространения коронавируса в Китае. На страну приходится 55% мирового производства MLCC. По мнению аналитиков Trend Force, дефицит MLCC следует ожидать уже в третьем квартале этого года.

Нехватка мозгов

Еще одна проблема, которая не позволяет более быстро преодолеть дефицит, — отсутствие квалифицированных инженеров. Нехватка мозгов уже давно превратилась в проблему электронной отрасли, и за последние годы она стала даже более острой. Дошло до того, что китайские компании перекупают инженеров из Тайваня, предлагая им вдвое, а иногда втрое большую плату. Министерство труда Тайваня даже прибегло к таким мерам, как принудительное блокирование доступа к вакансиям из материкового Китая на сайтах трудоустройства.

Как бы то ни было, а увеличение производства микросхем требует квалифицированных работников, инженеров, технологов. Сейчас свободных рук на этом рынке просто нет, а подготовка специалистов потребует времени. Да и где найти желающих? По дан-

ном ИРС, сейчас в самих США открыто 9,2 млн вакансий, которые некому заполнить. По меньшей мере 940 000 претендентов могли бы это сделать, но не спешат. Работодатели вынуждены поднимать заработную плату (рост от 0,5% ежемесячно, по меньшей мере +6,3% от допандемического уровня, за сокращение рабочего времени на 3,6%) и предлагать другие «плюшки», чтобы заманить людей на работу. В то же время законодатели более половины штатов уже проголосовали за сокращение уровня помощи по безработице и срока ее предоставления.

Рост спроса

Несмотря на продолжение пандемии, спрос на электронику растет во всем мире. IC Insights недавно опубликовала обновление отчета McClean-2021. В частности, обновление включает рейтинг по темпам роста доходов в 33 категориях микросхем (таблица) согласно классификации организации Всемирной статистики торговли полупроводниками (WSTS). IC Insights ожидает, что 32 из 33 категорий испытывают рост продаж в этом году, при этом 29 категорий ожидают рост в двузначных цифрах (конечно, в процентах). Кажется, это один из самых больших бумов спроса на электронику. И это также создает давление на отрасль и добавляет проблем к дефициту чипов.

Аналитики IC Insights увеличили свой прогноз по объему рынка микросхем до \$500 млрд в этом году и ожидают пересечения планки \$600 млрд уже в 2023 году. Впрочем, различные аналитические агентства разнятся в прогнозируемых темпах роста, но абсолютно согласны с тем, что рынок микросхем будет расти довольно бы-

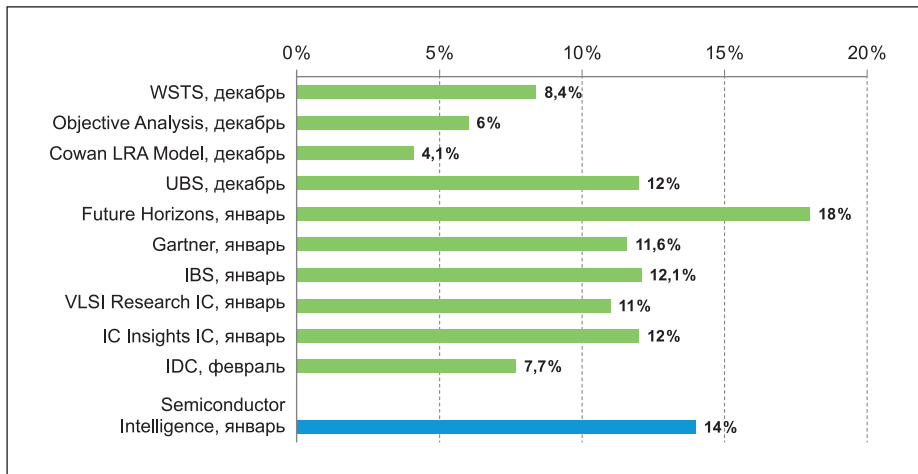


Рис. 6. Прогнозы роста рынка ИМС, сделанные в начале года

стро. Интересно, что по результатам первых семи месяцев все прогнозы скорректированы в сторону увеличения, в частности те же IC Insights улучшили в августе свой прогноз чуть ли не вдвое (рис. 6).

Согласно свежему отчету IPC, производство и в США, и в Европе растет почти во всех сегментах (за исключением автопромышленности, которая хочет, но просто не может расти из-за дефицита чипов). Это сопровождается ростом оптимизма как потребителей, так и производителей (измеряемые индексы). Показательными и несколько шокирующими являются цифры роста спроса на электронику. Скажем, в США заказ печатных плат уже почти достиг уровня рекордного 2006 года. Отгрузка сборок контрактными производителями выросла за последний год на 14,3%, а объем заказов услуг EMS вырос аж на 61,3% в годовом измерении!

Глобализация против регионализации

Нынешний кризис разоблачил проблему, о которой довольно давно говорят в отрасли, но никто не спешит ее решать, откладывая на потом. Речь идет о концентрации производства полупроводников в сравнительно небольшом количестве стран (рис. 7). Три четверти мировых производственных мощностей полупроводников расположено в четырех странах Азии. Что касается самых современных чипов, их емкость ограничена лишь двумя странами. Почти 70% полупроводников в мире выпускается только двумя компаниями — TSMC и Samsung. В определенной степени это связано с астрономически высокой ценой создания новых производственных мощностей в полупроводниковой отрасли (\$10–12 млрд на один завод), длительным периодом запуска завода (минимум три года для монтажа и наладки оборудования, обучения персонала и запуска производства), высокими рисками быстрого устаревания технологий на фоне ценового и инфляцион-

ного давления. Несмотря на такую суровую экономику, лишь несколько крупных игроков имеют возможности и экспертизу для инвестирования в производственные мощности, чтобы затем распределять эти затраты и риски на сотни тысяч клиентов. Глобальная экономика привела к тому, что технологические компании со всего мира с радостью избавились от головной боли, передав ее TSMC и Samsung. Но это создало уязвимость, когда лишь от нескольких производителей зависит судьба целых отраслей во всем мире.

Если в начале полупроводниковой эры прогресс обеспечивался либо масштабными государственными инвестициями в НИОКР, прежде всего в военных целях, либо усилиями огромных вертикально интегрированных компаний, вроде Bell Labs, то эра глобализации дала возможность за счет сложной международной специализации успешно развиваться на этом рынке многочисленным компаниям с узкой специализацией, даже не имеющим собственных производственных мощностей или с ограниченными возможностями в НИОКР. По мнению многих, нынешний кризис качнет маятник в другую сторону, возможно, нас даже ждет определенный период экономического национализма, когда правительства будут ограничивать

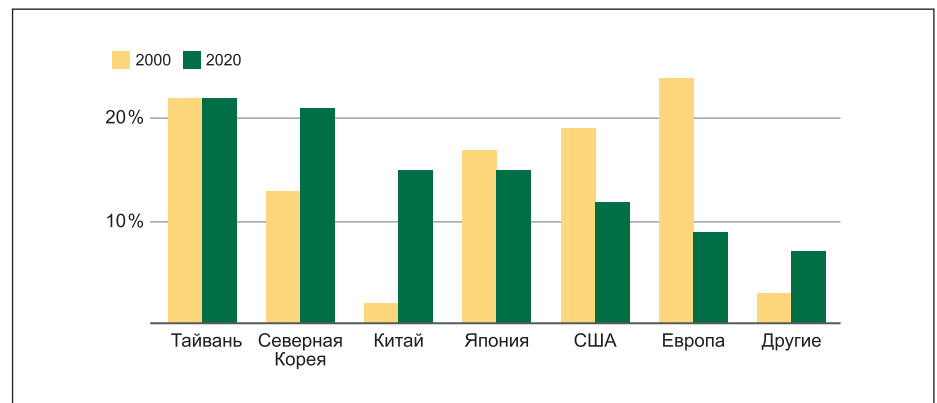


Рис. 7. Распределение производства полупроводников в 2000 и в 2020 годах

Таблица. Рейтинг ИМС по прогнозируемым темпам роста в 2021 году/IC Insights (обновление McClean Report, август)

Категория микросхем	2020	2021, прогноз
Общепромышленная электроника/специальная логика	12%	47%
DRAM	8%	41%
Автомобильная электроника/специальная логика	10%	39%
Потребительская электроника/специальная логика	8%	38%
Микропроцессоры сотовых телефонов	24%	34%
Автомобильные аналоговые ИМС	-7%	31%
Драйверы дисплеев	13%	31%
Аналоговые ИМС беспроводной связи	8%	28%
Специальная логика беспроводной связи	24%	26%
Потребительская электроника/аналоговые ИМС	8%	25%
32-битные микроконтроллеры	3%	24%
Аналоговые ИМС управления питанием	4%	24%
В целом по рынку ИМС	13%	24%
Усилители/Компараторы	1%	22%
Цифровые сигнальные процессоры	-10%	22%
Общепромышленная электроника/аналоговые ИМС	2%	22%
Память NAND-флеш	25%	22%
ПК и периферия/специальная логика	31%	21%
Логические ИМС общего назначения	3%	21%
Интерфейсные ИМС	10%	21%
Память NOR-флеш	0%	21%
Компьютеры/аналоговые ИМС	6%	18%
Аналоговые ИМС проводной связи	17%	18%
Специальная логика проводной связи	12%	15%
16-битные микроконтроллеры	-8%	13%
Память EEPROM/ROM/EPROM др.	-2%	13%
Конвертеры сигнала	-2%	13%
Встраиваемые микропроцессоры	11%	11%
ПЛИС	-5%	10%
Стандартные ячейки	-4%	10%
Память SRAM	5%	8%
Компьютерные процессоры	14%	4%
4/8-битные микроконтроллеры	-10%	3%
БИС	28%	-33%

возможности по трансграничному трансферу технологий, чтобы не допустить концентрации критически важных производств в отдаленных уголках мира.

Что дальше

Цены на потребительскую электронику и автомобили уже начали расти. И они продолжат повышаться на фоне сокращения производства и роста спроса. Цены на ак-

ции производителей чипов пробивают потолок, в частности акции TSMC и Samsung выросли на 190% и 61% соответственно. Производители делают все возможное, чтобы увеличить выпуск и, балансируя имеющимися мощностями, все же спасти страдающую автомобильную отрасль. В частности, по словам Си Си Вэй (CC Wei), генерального директора компании TSMC, не имея возможности быстро нарастить производственные мощности, TSMC тем не менее удалось увеличить в 2021 году выпуск чипов микроконтроллеров для автопрома на 60% по сравнению с уровнем 2020 года, что уже на 30% превысило уровень производства до пандемии коронавируса.

Впрочем, ведущие фигуры отрасли в унисон говорят, что проблему дефицита быстро преодолеть не получится. Линн Торрел (Lynn Torrel), директор по поставкам компании Flex в Сингапуре, отмечает, что производители на рынке равновесия на конец 2022 года и на 2023 год. Это согласуется с недавними заявлениями генерального директора Intel Пэта Гелсинджера (Pat Gelsinger), технического директора компании NXP Ларса Регера (Lars Reger) и генерального директора Broadcom Хока Тана (Hock Tan).

Вот в таких сложных условиях живут компании во всем мире, так что придется к этому приспосабливаться. Важным фактором налаживания надежных поставок является системная работа по прогнозированию потребностей

и заблаговременному планированию заказов. Сейчас преимущество имеют предприятия, которые работают с системными поставщиками. Профессиональные дистрибьюторы имеют достаточные ресурсы для поддержания складов, налаженные связи с производителями электронных компонентов, глобальными дистрибьюторами, а при необходимости и с независимыми поставщиками и осуществляют прогнозирование спроса на основании рыночной аналитики. Профессиональные инженеры и менеджеры помогают заказчикам в планировании заказов и запасов при замене тех или иных отсутствующих на рынке компонентов на альтернативные. Сквозная автоматизация и обученный персонал позволяют таким поставщикам не просто осуществлять дистрибуцию компонентов, но и расширять свои услуги в цепочке поставок и на функцию inventory management, ассистируя заказчику в его проектах.

Этот «идеальный шторм» пройдет. На выходе, конечно, будет изменена отрасль. Можно ожидать некоторой консолидации на рынке, усиления позиций наиболее системных предприятий, которые имеют продуманную стратегию развития, а не просто ловят конъюнктуру. Важно, как отмечают многие участники рынка, в эти бурные времена удерживать ключевых специалистов, особенно инженеров-разработчиков, и те, кто с этим справится, получат преимущества в том новом мире, к которому нас несет по волнам «идеального шторма». ■