

УДК 004.31

Д.С. Адамович, С.Б. Калинин

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова, Санкт-Петербург, Россия

ОСНОВНЫЕ ИГРОКИ НА РЫНКЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Аннотация. AMD и Intel – две компании, которые являются единственными поставщиками так называемых процессоров x86. Долгое время чипы Intel имели репутацию более стабильных и простых в использовании, поэтому на рынке микропроцессоров AMD были на втором месте. Но все поменялось в 2017 году, когда AMD выпустила свой очень успешный микропроцессор Ryzen, который бросил вызов лучшим чипам Intel. В работе описываются проблемы, с которыми столкнулся Intel, связанные с задержками в разработке и выпуске более современных микросхем, а также прекращением сотрудничества с Apple, который решил выпускать свои чипы совместно с компанией TSMC. Помимо этого приводятся прогнозы на будущее для AMD и Intel, который будет пытаться вернуть свои лидирующие позиции.

Ключевые слова: Микропроцессор, Intel, AMD, TSMC, ASML.

D.S. Adamovich, S.B. Kalinin

Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI», Saint Petersburg, Russia

MAIN PLAYERS IN THE MARKET OF SEMICONDUCTOR PRODUCTS

Abstract. A comparison is made between CISC and RISC processor microarchitectures, two technologies, the former of which has complex instructions but uses fewer cycles with fewer or one instruction count. It describes a possible rivalry between the ARM instruction set architecture and the RISC-V architecture that emerged in 2010, the lead developer of which may be MIPS, which has changed its business model. RISC-V is an open instruction set processor architecture that is

free, simple, modular, and extensible compared to other architectures. The question is also raised about replacing the x86 processor architecture with ARM, which is supported by Apple and is expected to take a leading position. So Apple and Microsoft are moving from Intel processor architecture to ARM-based PCs due to lower costs and lower power requirements.

Keywords: Microprocessor, Intel, AMD, TSMC, ASML.

Введение

Когда дело доходит до покупки ноутбука или ПК на базе Windows, потребители сталкиваются только с двумя реальными вариантами выбора производителя процессора Intel или AMD. Обе компании были основаны более 50 лет назад и с тех пор они стали яростными конкурентами, которые соперничают друг с другом, используя при этом новейшие технологии.

За полвека ни один другой крупный игрок не смог доминировать на рынке полупроводников так, как эти две компании. AMD и Intel являются единственными поставщиками, так называемых, процессоров x86 – чипов, которые лежат в основе большинства портативных и настольных компьютеров, а также серверных машин.

AMD против Intel: какие процессоры лучше в 2021 году?

Процессоры Intel

Intel производит микропроцессоры, интегральные схемы, наборы микросхем материнских плат, контроллеры сетевых интерфейсов, встроенные процессоры, графические чипы, флэш-память и другие устройства, связанные с коммуникациями и вычислениями. Его микропроцессоры используются такими производителями компьютерных систем, как HP, Dell и Lenovo. За прошедшие

годы Intel приобрела McAfee, Infineon's Wireless Solutions, Fulcrum Microsystems Inc, Omek Interactive, Indisys, Movidius, Mobileye и Nervana Systems [1].

Ежегодно компания продает 260 миллионов микропроцессоров. Они обладают хорошей производительностью, и почти все поставляются с *iGPU* (*интегрированным графическим процессором*). Этот процессор также имеет более высокую тактовую частоту, чем процессоры AMD, за счет более высокого энергопотребления и времени автономной работы. Таким образом, для коротких рабочих нагрузок и одноядерных ускорений, можно использовать новые ноутбуки на базе процессоров Intel. Если говорить о настольных компьютерах, и вам необходима совместимость процессора, материнской платы или сокета, то Intel предлагает меньше вариантов для этого по сравнению с процессором AMD.

Процессоры AMD

AMD – это транснациональная американская полупроводниковая компания, которая производит компьютерные процессоры и другую аналогичную технологию для бизнеса и потребительского рынка. Основными предложениями AMD являются серверные и встроенные процессоры, дискретные и интегрированные графические процессоры, полу-кастомные продукты *System-on-Chip (SoC)*, рабочие станции, услуги разработки, наборы микросхем, центры обработки данных, материнские платы, персональные компьютеры. Ее клиентами являются *производители оригинального оборудования (OEM)*, крупные поставщики общедоступных облачных сервисов, *производители оригинального дизайна (ODM)* и независимые дистрибьюторы на внутреннем и международном рынках [3]. AMD не имеет своего собственного производства, им занимается тайваньская корпорация TSMC, которая позиционирует себя, как фабрика для других технологических компаний.

Они дешевле процессоров Intel в аналогичном диапазоне и являются эффективнее по сравнению с серией Core текущего поколения. Ноутбуки с

процессорами Ryzen часто имеют более низкую тактовую частоту и менее агрессивны по сравнению с ноутбуками на базе Intel, также они меньше нагреваются и дольше держат заряд.

На протяжении большей части своей истории AMD была постоянным неудачником Intel в области полупроводников. Intel имела тенденцию доминировать во всех секторах рынка процессоров. AMD сосредоточилась на более дешевых и недорогих наборах микросхем среднего и низкого уровня. В течение многих лет чипы Intel имели репутацию более стабильных и простых в использовании. Поэтому казалось, что на рынке микропроцессоров AMD суждено быть на втором месте после Intel. Примерно до 2016 года AMD контролировала около четверти рынка процессоров, в то время как Intel занимала более 70%.

AMD впервые за 15 лет обгоняет Intel по доле рынка процессоров для настольных ПК

В марте 2017 года AMD выпустила свой очень успешный микропроцессор Ryzen, представляя его как более доступную альтернативу высокопроизводительным процессорам и продукт, способный бросить вызов лучшим чипам Intel. Микропроцессор Ryzen был совершенно новой конструкции, способной побить рекорды разгона, при этом оставаясь доступным для экономного потребителя [2].

Быстрый и высокопроизводительный Ryzen увеличил продажи AMD. В 2019 году AMD занимала 23% рынка процессоров, а к третьему кварталу 2021 года у компании было почти 40% от общего рынка процессоров. Что касается настольных компьютеров, то в 2019 году у AMD было 32% рынка, а по состоянию на 2021 год доля рынка между Intel и AMD составляет 50/50. Хотя AMD по-прежнему отстает от Intel, продукция компании набирает долю рынка.

По мере того, как тестируется больше систем, эти цифры обязательно изменятся, поэтому еще неизвестно, сможет ли AMD продолжить свой рост, но,

учитывая трудности Intel с переводом своих процессоров на 7-нм архитектуру, AMD, похоже, имеет довольно четкий путь к победе.

Факторы, способствовавшие падению Intel с вершин

В последнее время Intel столкнулась с множеством проблем. Компания, пытаясь решить производственные и конструкторские задачи, отстала от конкурентов в разработке более совершенных микросхем. Происходили неоднократные задержки с выпуском на рынок чипов нынешнего 10-нм поколения.

Изначально планировалось в конце 2021 года запустить 7-нм процессор. Это являлось важной частью стратегии Intel по возобновлению производства и попытке догнать своих конкурентов, но выпуск был отложен до начала 2023 года. Это сильно контрастирует с AMD, которая совместно с TSMC, выпустила свой первый 7-нм чип в 2019 году.

Таким образом, из-за продолжающихся задержек с переходом на новый, меньший по размеру транзисторный процессор, акции Intel за год упали на 20%, так как в чипах прогресс сводится к размеру, измеряемому в нанометрах, мельчайших приращениях.

Однако, хотя компания сильно отстала в своей дорожной карте продукта, многие отраслевые эксперты отмечают, что 10-нм продукты Intel не значительно отстают. С технической точки зрения, они имеют примерно такое же количество транзисторов, как и 7-нм продукты TSMC. [3].

Другой проблемой, с которой столкнулся Intel, было то, что в 2020 году Apple объявила, что ее новые настольные компьютеры и ноутбуки Mac больше не будут полагаться на процессоры Intel. Вместо этого производитель iPhone будет использовать чип собственной разработки, произведенный на предприятиях TSMC. Но переход на чипы ARM был не просто объявлением о том, что Apple устал от задержек Intel – это было заявление миру, одной из самых влиятельных технологических компаний, о том, что чипы Intel просто больше не готовы к использованию. Для Apple отказ от Intel был необходимым

выбором, позволяющим Mac сделать рывок вперед. И действительно, первые чипы M1 превзошли ожидания во всех отношениях, перевернув нашу концепцию производительности ноутбуков [4].

Прогнозы на будущее для процессоров AMD

Аналитики ожидают, что в ближайшие два года AMD будет расти быстрее, чем Intel. В таблице 1 приведен возможный финансовый рост для AMD и Intel на 2021/2022 годы [5].

Таблица 1 – Возможный финансовый рост для AMD и Intel на 2021/2022 годы [5]

	AMD 2021г	AMD 2022г	Intel 2021 г.	Intel 2021 г.
Рост выручки	60%	16%	5%	1%
Рост EPS (отношение чистой прибыли к среднегодовому числу обыкновенных акций)	93%	23%	10%	7%

К этим оценкам стоит относиться с долей скептицизма, но они отражают текущую мощь бизнеса AMD по производству процессоров и графических процессоров, высокие объемы продаж специализированных гибридных процессоров для игровых консолей и сокращение доли продаж Intel на рынках настольных компьютеров, ноутбуков и серверов. Прибыль Intel также, вероятно, снизится, поскольку она расширяет свои внутренние производственные мощности и разрабатывает новые микросхемы.

Трудно сказать, что произойдет после 2022 года. Intel может не достичь своих собственных целей, что приведет к большей потере доли рынка, или она может выполнить свои поставленные задачи и нанести ответный удар более мощными чипами.

Если Intel потерпит неудачу и ее рост до 2025 года прекратится, высока вероятность того, что рост AMD ускорится, ее акции увеличатся более чем вдвое, а ее рыночная капитализация затмит рыночную капитализацию Intel. Но

если планы Intel по восстановлению окупятся, ее акции могут вырасти и снова сделать их намного более ценными, чем AMD [5].

Однако, несмотря на все свои успехи, в производстве своих чипов AMD зависит от компании Taiwan Semiconductor. В условиях глобальной нехватки микросхем это ставит AMD в зависимость от производственных ограничений TSMC, особенно потому, что Тайваньская корпорация также производит микросхемы для многих других компаний [6].

Еще больше опасностей усугубляет то, что Китай недавно подтвердил свои давние амбиции по поглощению Тайваня, где расположено большинство заводов TSMC. Хотя Китай никогда не реализовывал эту угрозу, такая геополитическая напряженность могла побудить Сенат США утвердить субсидии для наземных производителей микросхем.

Поскольку Intel не только является разработчиком, но и имеет собственное производство своих чипов в США, такое вливание капитала увеличивает шансы на то, что Intel сможет найти способ закрыть техническое лидерство, которое в настоящее время принадлежит AMD и TSMC.

Стратегия Intel для возвращения в лидеры на рынке процессоров

Для того чтобы укрепить свои позиции и вернуться в лидеры на рынке процессоров после того как компания не сумела вовремя освоить передовые технологии производства и задержала выпуск продукции, Intel планирует в 2023 году наладить выпуск своего первого 3-нм процессора.

Как упоминалось ранее, Intel – одна из немногих оставшихся полупроводниковых компаний, которые все еще разрабатывают и производят собственные микросхемы. Но переход с 10-нм на 3-нм компания сама не сможет осуществить, поэтому придется полагаться на сторонних производителей, чтобы вывести продукты на рынок в нужное время и по нужной цене. Исходя из этого, было принято решение объединиться с TSMC, тайваньским производителем микросхем, в число клиентов которого входят конкуренты Intel.

По данным CNews, которые были опубликованы в марте 2021 года, Apple совместно с TSMC занимается разработкой уже 2-нм техпроцесса, производство которого предварительно назначено на 2023 год. Это, возможно, позволит компании Apple оказаться в числе первых или вовсе занять лидирующие позиции. Intel же собирается освоить 2-нм чипы только в 2027 году, а 1,4-нм в 2029 году. При этом в мае 2021 года TSMC уже упоминала про 1 нанометр, но речь о запуске в массовое производство таких микросхем пока не идет [7].

ASML – фирма поставляющая оборудование и, играющая ключевую роль в микроэлектронной промышленности

Говоря о микросхемах, стоит отметить, что для их производства необходимо специальное оборудование. ASML – ведущий поставщик систем фотолитографии, которые используются для травления схем на кремниевых пластинах. Это единственная в мире фирма, способная производить высококачественные системы EUV (экстремального ультрафиолета), необходимые для производства самых маленьких в мире микросхем [8].

Эти машины EUV, стоимостью около 140 миллионов долларов каждая, продаются нескольким гигантам-производителям микросхем, включая TSMC, Samsung и Intel. Машины направляют исключительно узкие лучи света на кремниевые пластины, обработанные химическими веществами из фоторезиста. На пластине создаются замысловатые узоры, в которых свет вступает в контакт с химическими веществами, которые заранее тщательно выкладываются. Этот процесс, который приводит к формированию важнейших транзисторов, известен как литография. Транзисторы являются одними из основных строительных блоков современной электроники, они позволяют электрическому току течь по цепи. В общем, чем больше транзисторов вы поместите в микросхему, тем мощнее и эффективнее она будет [9].

Доминирующее положение ASML ведет за собой политические проблемы. Так Китай находится на пути создания компаний для разработки и

производства своих собственных передовых чипов. Для этого им необходимы поставки оборудования с технологией EUV. ASML является фирмой монополистом и США оказало давление на правительство Нидерландов, чтобы оно прекратило продажу машин китайским клиентам. В результате китайские компании не могут производить микросхемы на современном уровне и выйти на мировой рынок.

Таким образом, компании производящие чипы стали зависимы от продукции ASMC, также сильно, как и вся технологическая индустрия зависит от их продукции [10].

Заключение

На сегодняшний день процессоры ARM в лице Apple являются определенным лидером, но утверждать, что они сумеют заменить процессоры x86 с 100% вероятностью нельзя даже с учетом их планов по созданию 2-нм процесса, который планируется на 2023 год. Не стоит забывать, что AMD и Intel – это две лидирующие компании, которые являются поставщиками процессоров x86 и, несмотря на их соперничество, не собираются сдавать своих лидирующих позиций.

На протяжении нескольких лет AMD стабильно завоевывала рынок, чему способствовали как новые продукты, так и задержки со стороны Intel в улучшении своего производства. С 2017 года Intel теряет долю на рынке в пользу AMD и к этому приводит ряд причин:

1. Быстродействие – количество вычислительных операций в секунду. Главной переменной в процессоре является количество транзисторов. Чем будет меньше его размер, тем можно будет разместить больше транзисторов, а это значит, что скорость и объем вычислений будет больше. Intel в отличие от AMD упустил возможность своевременной поставки обещанных 7-нм и 10-нм чипов;

2. В марте 2017 года AMD представила свою весьма успешную микропроцессорную архитектуру Ryzen, которая быстро превзошла Intel по

продажам в качестве доступной альтернативы процессорам более высокого уровня;

3. Apple прекратил сотрудничество с Intel для создания собственных чипов.

Сейчас компания Intel, которая сохранила свое собственное производство, планирует объединиться с TSMC и ставит амбициозные цели. Она раскрывает наиболее подробную последовательность своих действий и дает смелое обещание сделать шаг вперед и вернуть себе лидерство в области процессоров к 2025 году, при условии, что удастся избежать знакомых ловушек прошлого десятилетия. Если проект Intel провалится или конкуренты уменьшат размер транзисторов быстрее, то технологическое отставание увеличится еще больше.

Ближайшие годы станут решающим моментом, который либо вернет курс, либо уберет Intel из гонки лидеров. Однако для технологического гиганта, который годами инвестировал в выполнение закона Мура, возвращение не должно оказаться слишком тяжелым.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации №075-01024-21-02 от 29.09.2021 (проект FSEE-2021-0014).

Список использованной литературы

1. Difference between Intel and AMD [Электронный ресурс]. URL: https://www-geeksforgeeks-org.translate.goog/difference-between-intel-and-amd/?x_tr_sl=en&x_tr_tl=ru&x_tr_hl=ru&x_tr_pto=op,sc (дата обращения 16.12.2021).

2. McIntosh B., Sc M. GATE CPU Benchmark Study. 2018. URL: <https://personalpages.manchester.ac.uk/staff/ben.pietras/ithubschuster/mainSpace/files/GATE%20CPU%20Benchmark%20Study.pdf> (дата обращения 26.08.2022).

3. Frazelle J. Chipping Away at Moore's Law: Modern CPUs are just chiplets connected together. // Commit to Memory. 2020. V. 18 P. 5 – 15. DOI:

doi.org/10.1145/3387945.3388515.

4. Introducing the next generation of Mac. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.apple.com/newsroom/2020/11/introducing-the-next-generation-of-mac/> (дата обращения 10.04.2022).

5. Will AMD be worth more than Intel by 2025? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fool.com/investing/2021/08/29/will-amd-be-worth-more-than-intel-by-2025/> (дата обращения 16.12.2021).

6. Wang B. Investment Banking & Asset Management – FINC356 Technology Semiconductors. 2021 URL: <https://ecommons.luc.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1550&context=ures> (дата обращения 26.08.2022).

7. Md. Nasim Afroj Taj. Intel Chip Manufacturing Technology Roadmap. 2022. DOI: 10.13140/RG.2.2.11629.46566.

8. Zottola V. Note for national defence: semiconductor supply chains. 2021. URL: [https://www.concordia.ca/content/dam/ginacody/research/spnet/Documents/Briefing Notes/EmergingTech-MilitaryApp/BN-118-Emerging-technology-and-military-application-Nov2021.pdf](https://www.concordia.ca/content/dam/ginacody/research/spnet/Documents/Briefing%20Notes/EmergingTech-MilitaryApp/BN-118-Emerging-technology-and-military-application-Nov2021.pdf) (дата обращения 26.08.2022).

9. Бугулов В.С., Амбалов А.Ч. Экстремальная ультрафиолетовая литографии в современном производстве процессоров. // Сборник статей Международного научно-исследовательского конкурса Молодой ученый. 2021. С. 25 – 27. URL: <https://naukaip.ru/wp-content/uploads/2021/04/%D0%9A-296.pdf> (дата обращения 26.08.2022).

10 Better buy: Advanced Micro Devices vs. Intel [Электронный ресурс]. URL: https://www-fool-com.translate.goog/investing/2021/06/25/better-buy-advanced-micro-devices-vs-intel/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=ru&_x_tr_hl=ru&_x_tr_pto=op,sc (дата обращения 18.12.2021).