**Выпуск 20 (6694)** от 10 октября 2019 г.

ЦНИИ «ЭЛЕКТРОНИКА»

Экспресс-информация

# ПО ЗАРУБЕЖНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКЕ

Тенденции развития силовой электроники

Ближайшее будущее искусственного интеллекта

Перспективы производственной базы микроэлектроники

Ceva выходит на рынок с новым ОЗУ и интерфейсом прикладного программирования Invite

На пути к беспилотным автомобилям

ISSN 2500-3844

# СЕГОДНЯ В ВЫПУСКЕ


1 Компетентное мнение

4 Тенденции развития силовой электроники

9 Ближайшее будущее искусственного интеллекта

16 Перспективы производственной базы микроэлектроники

23 Ceva выходит на рынок с новым ОЗУ и интерфейсом прикладного программирования Invite

29 На пути к беспилотным автомобилям

34 УЗ-преобразователь как средство диагностики инфекции среднего уха

37 IMEC расширяет ассортимент кремниевой фотоники для ЦОД следующих поколений

39 Запущен Wi-Fi 6

40 Китай видит шанс обогнать США с помощью чипов искусственного интеллекта

45 Глоссарий



ЦНИИ «ЭЛЕКТРОНИКА»

**Издатель**
АО «ЦНИИ «Электроника»

**Главный редактор**
Алена Фомина, д. э. н., доц.

**Заместитель главного редактора**
Виктория Французова

**Научный референт**
Валерий Мартынов, д. т. н., проф.

**Выпускающий редактор**
Полина Корсунская

**Авторы материалов**
Михаил Макушин,
Елена Миронова,
Анастасия Хомчик,
Иван Черепанов

**Над выпуском работали**
Григорий Арифулин,
Людмила Железнова,
Анастасия Никитина

**Реклама**
publish@instel.ru
+7 (495) 940-65-24

**Адрес редакции**
127299, г. Москва,
ул. Космонавта Волкова, д. 12
+7 (495) 940-65-24
www.instel.ru
publish@instel.ru

Экспресс-информация
по зарубежной электронной
технике издается с 1971 г.,
в электронной версии – с 2003 г.

Издание зарегистрировано
в Федеральной
службе по надзору
за соблюдением
законодательства в сфере
массовых коммуникаций
и охране культурного наследия
(свидетельство ПИ № 77–13626
от 20 сентября 2002 г.).

# КОМПЕТЕНТНОЕ МНЕНИЕ

С приборами силовой электроники мы часто встречаемся в повседневной жизни – они используются в метро, трамваях, троллейбусах, электровозах и т. д. Максимум потребления приходится на промышленные предприятия, однако, по оценкам отраслевых специалистов, после 2024–2025 гг. возможна переориентация на автопроизводителей. Дело в том, что в ближайшие годы ожидается быстрое развитие рынка гибридных транспортных средств и электромобилей, которое приведет к перестройке всей индустрии силовой электроники. В частности, для повышения производительности и эффективности силовых модулей наряду с технологическими усовершенствованиями на заводах по обработке пластин, принадлежащих производителям этой техники, будет осваиваться обработка пластин диаметром 300 мм. Надо отметить, что сегодня на развитие автомобильной промышленности, особенно сектора электромобилей и гибридных автомобилей, влияют как научно-технический прогресс, так и требования рынка.

Развитие рынка силовой электроники оказывает воздействие и на другие рынки и сферы человеческой деятельности. Для обслуживания электромобилей и гибридного транспорта необходимо расширять сеть зарядных станций как в городах, так и за их пределами. При этом вызывает сомнения вопрос использования возобновляемых источников энергии для обеспечения питания электромобилей и гибридных машин: цена производимого гелиотехникой «солнечного электричества» существенно выше, чем на газовых или угольных электростанциях, да и поля солнечных панелей занимают много места. Что же касается ветроустановок, то места их размещения из-за генерируемого инфразвука становятся малопригодными для жизни.

Сейчас в индустрии силовой электроники бóльшая часть продаж дискретных приборов – это МОП-полевые транзисторы, однако для обеспечения растущей потребности в приборах все более высокой мощности требуются биполярные транзисторы с изолированным затвором (IGBT) или SiC-приборы. В период 2018–2024 гг. среднегодовые темпы прироста продаж в сложных процентах (CAGR) по IGBT и МОП-полевым транзисторам достигнут 3,7 и 4,6% соответственно, при этом рост продаж МОП-полевых транзисторов будет обусловлен в первую очередь выходом на данный рынок SiC-приборов – рост их потребления в электромобилях и гибридном транспорте будет самым высоким. IGBT-модули также показывают хороший рост – они соответствуют требованиям высокой отдачи мощности, необходимым в основных секторах силовой электроники, и сейчас составляют около 23% объема рынка мощных приборов. Новые применения, такие как системы накопления энергии, электромобили и инфраструктура подзарядки, в ближайшие годы потребуют модулей с различными уровнями мощности и требованиями к надежности, и линейка вариантов данных приборов будет расширена.

Ряд факторов, таких как внедрение новых материалов со специфическими техническими свойствами, подтолкнули производителей силовой электроники к выявлению, инвестированию и разработке инновационных решений как на приборном уровне, так и на уровне корпусирования. Конечно, для любой разработки определяющим фактором является рентабельность, поэтому для обеспечения эффективной интеграции разработки и производства, гибкости сборки поставщики силовой электроники расширяют сотрудничество – ожидается консолидация отрасли за счет процесса слияний и поглощений.

*Михаил Макушин,*
*главный специалист отдела научно-технического планирования РЭП*

# СПРАВОЧНИК ПРЕДПРИЯТИЙ

## РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**www.spravochnikrep.ru**

**500** предприятий РЭП

**55** регионов России

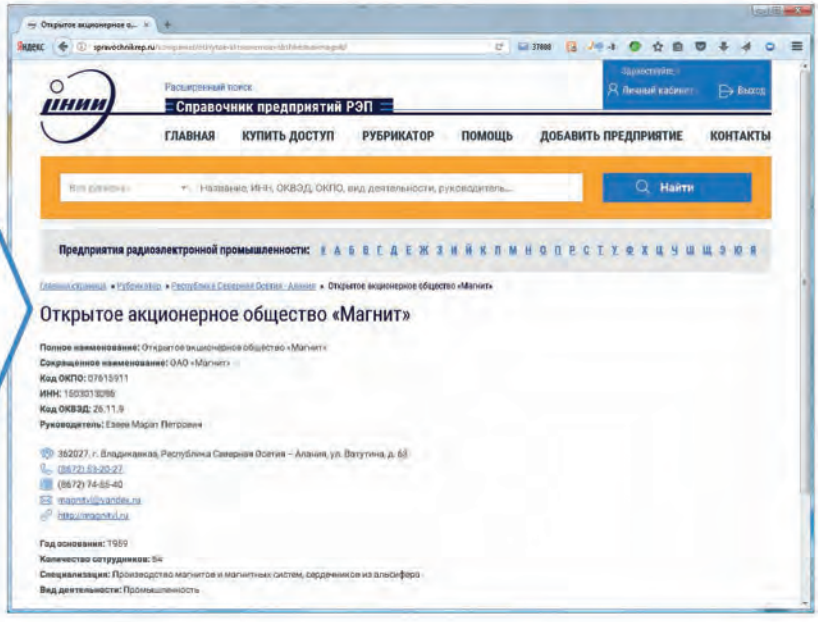
## Шаг 1
**Купите доступ**

## Шаг 2
**Войдите в личный кабинет**

## Шаг 3
**Получите актуальные данные**

## Страница каждого предприятия содержит:

- полное и сокращенное наименование организаций;
- ИНН, ОКВЭД, ОКПО;
- ФИО руководителя;
- юридический адрес;
- телефон;
- e-mail;
- адрес сайта;
- наименование головной организации;
- год основания;
- количество сотрудников;
- специализацию;
- вид деятельности;
- состав входящих организаций;
- технологический уровень.



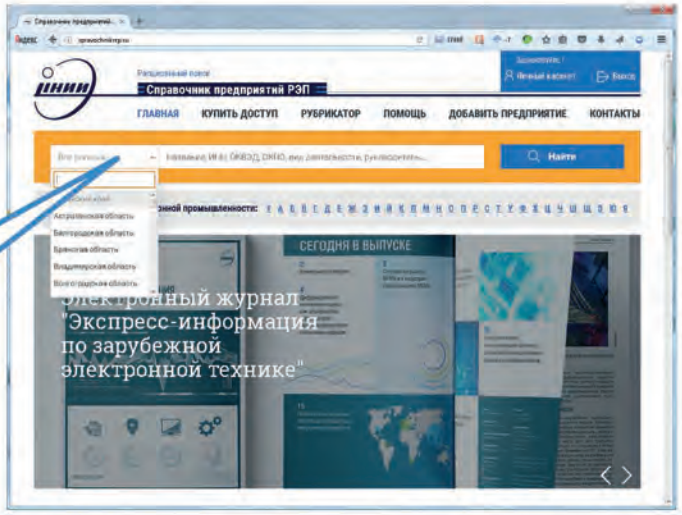

Телефон: 8 (495) 940-65-24 | E-mail: publish@instel.ru

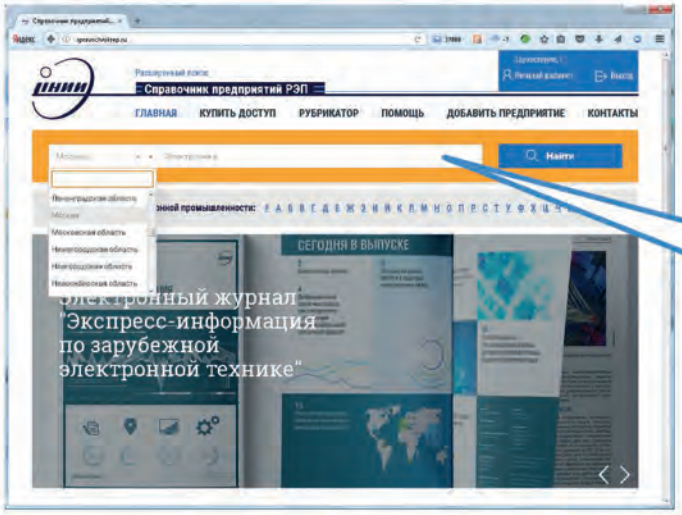
ЦНИИ «ЭЛЕКТРОНИКА»

# Возможности поиска по сайту

**1**

Поиск по региону расположения



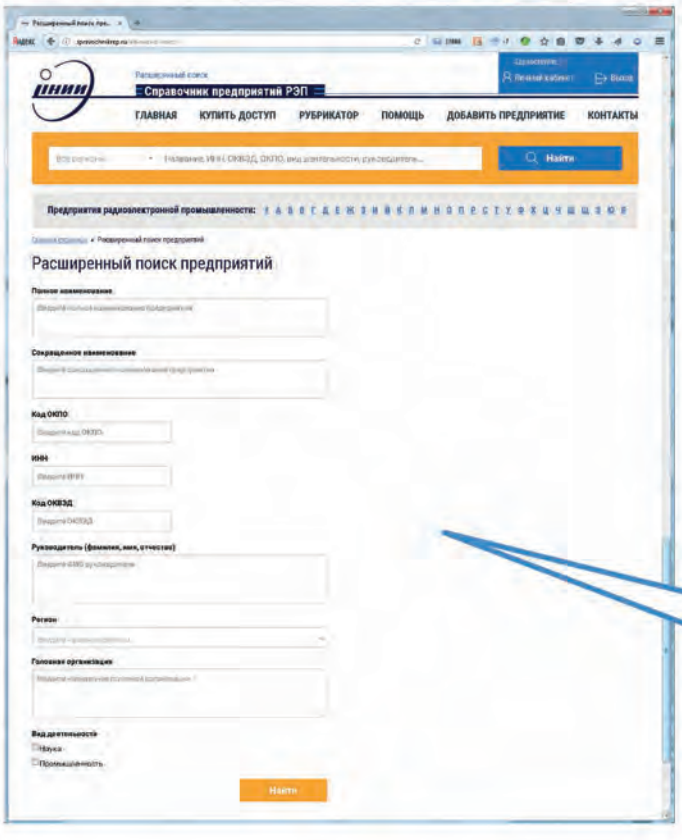




**2**

Поиск по всем регионам или по одному из регионов по одному из следующих параметров: полному или сокращенному наименованию, ИНН, ОКВЭД, ОКПО, ФИО руководителя, виду деятельности

**3**

Поиск по первой букве наименования предприятия




**4**

Поиск по одному или нескольким параметрам: полному наименованию, сокращенному наименованию, ИНН, ОКВЭД, ОКПО, ФИО руководителя, региону расположения, виду деятельности, головной организации

РЕКЛАМА

# Тенденции развития силовой электроники

*Ключевые слова: гибридные транспортные средства, инверторы, силовая электроника, электромобили.*

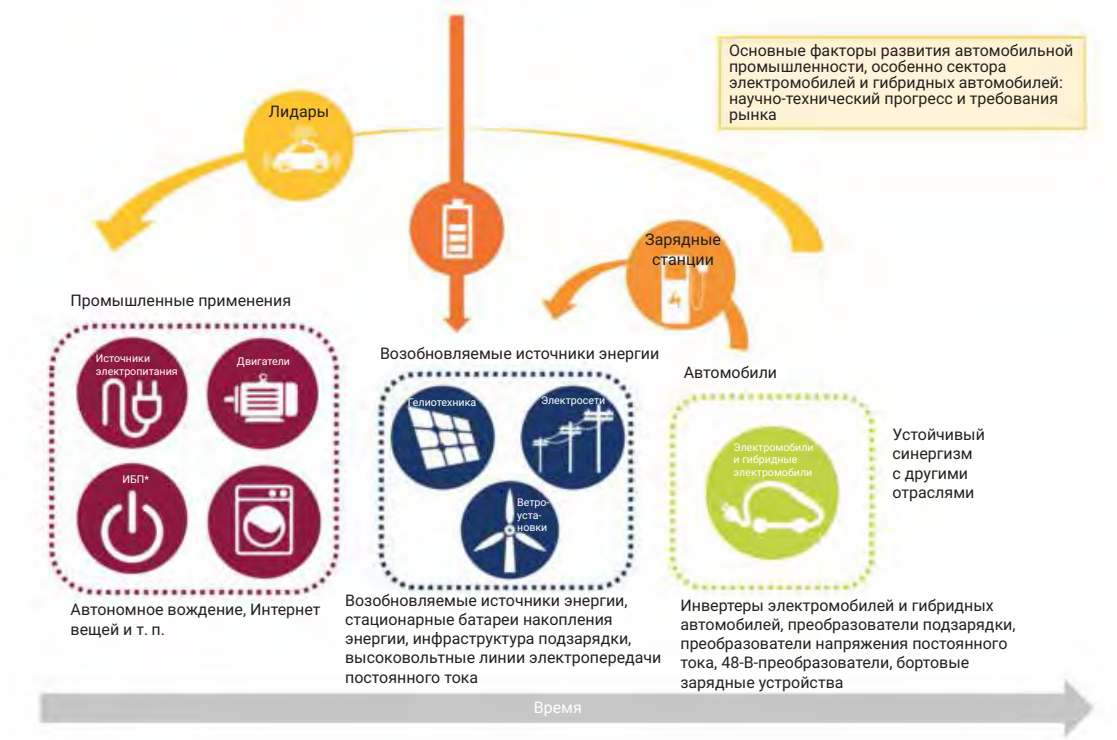
*На сегодняшний день крупнейшим рынком для фирм-изготовителей силовой электроники остаются промышленные применения. Но уже в не таком далеком будущем основным рынком сбыта для них станут электромобили и гибридные транспортные средства с их огромным потенциалом и технологическими инновациями. Согласно данным недавнего исследования (Status of the Power Electronics Industry report) фирмы Yole Développement, производство силовой электроники для электромобилей и гибридных транспортных средств в период 2018–2024 гг. продемонстрирует среднегодовой темп роста в сложных процентах (CAGR) порядка 20,7%.*

Две исследовательских фирмы, Yole Développement (г. Лион, Франция) и System Plus Consulting (г. Нант, Франция), входящие в группу фирм Yole (Yole Group of Companies), недавно провели совместное исследование современного состояния и перспектив развития рынка силовой электроники. В рамках данного исследования было подтверждено, что как большинство изготовителей, так и наибольшие объемы продаж силовой электроники в настоящее время ориентированы на промышленные предприятия. Однако ожидаемое в ближайшие годы взрывообразное развитие электромобилей, гибридных транспортных средств и соответствующей инфраструктуры приведет к существенному изменению ситуации. К 2024 г. и далее все большая часть силовой электроники будет потребляться автопроизводителями. Отмечается, что основными факторами развития автомобильной промышленности, особенно сектора электромобилей и гибридных автомобилей, становятся как научно-технический прогресс, так и требования рынка (рис. 1).

Развитие рынка силовой электроники оказывает воздействие и на другие рынки и сферы человеческой деятельности. Увеличение энергопотребления, развитие экологически чистых транспортных средств вызывает потребность в расширении электрификации, увеличении применения возобновляемых источников энергии и т. п. Для обслуживания электромобилей и гибридного транспорта необходимо расширять сеть зарядных станций как в городах, так и за их пределами. С учетом того, что на автомагистралях будут необходимы большие станции для быстрой одновременной зарядки множества автомобилей, потребность в развитии электросетей становится очевидной.

Для лучшего обеспечения потребностей электромобилей в электроэнергии необходимо также развивать сектор систем накопления энергии. Предполагается осуществлять развертывание крупных систем солнечных панелей в непосредственной близости к зарядным станциям.

Кроме того, по мере распространения средств автономного вождения будет увели-




Источник: Yole Développement, Status of the Power Electronics Industry 2019 report

*Рисунок 1. Основные факторы и тенденции развития силовой электроники*

* ИБП – источники бесперебойного питания.

чиваться объем обмена данными, в том числе по системам V2X-связи[1], вырастет число центров обработки данных, радарных и лидарных систем и других объектов инфраструктурной поддержки.

Аналитики Yole подчеркивают устойчивый синергизм между всеми упомянутыми секторами и ростом автомобильного рынка, в частности за счет электромобилей и гибридных транспортных средств. Воздействие данных факторов в целом выльется в устойчивый рост индустрии силовой электроники: продажи здесь возрастут с 53,4 млрд долл. в 2018 г. до 72,6 млрд долл. в 2024-м (рис. 2).

При рассмотрении рынка на приборном уровне оказывается, что максимум продаж дискретных приборов приходится на МОП-полевые транзисторы. Однако наибольший рост наблюдается в секторе приборов высокой мощности, для которых требуются биполярные транзисторы с изолированным затвором (IGBT) или SiC-приборы, обеспечивающие желаемую эффективность. По прогнозам Yole Développement, в период 2018–2024 гг. CAGR продаж IGBT и МОП-полевых транзисторов составит 3,7 и 4,6% соответственно, при этом рост продаж МОП-полевых транзисторов обусловлен именно проникновением на данный рынок SiC-приборов – их потребление в электромобилях продемонстрирует в прогнозируемый период наибольшие темпы прироста [1].

Тем не менее в долгосрочной перспективе мощные полупроводниковые приборы на GaN и SiC постепенно заменят свои аналоги на основе кремния, в основном потому, что использование мощных GaN- или SiC-транзисторов может привести к более простым и эффективным решениям для хранения энергии. По прогнозам, к 2025 г. совокупный рынок GaN- и SiC-приборов составит более 3 млрд долл. и будет в значительной степени зависеть от возобновляемых источников энергии и электромобилей.

Кроме того, в мире производится все больше и больше центров обработки данных (ЦОД), гибридных автомобилей, промышленных двигателей. Требования по питанию

Источник: Yole Développement, Status of the Power Electronics Industry 2019 report

*Рисунок 2. Эволюция рынка инверторов за период 2018–2024 гг. в разбивке по применениям, млрд долл.*

растут на каждом рынке, глобальные потребности в электроэнергии, как ожидается, увеличатся с 25,0 тыс. ТВтч в настоящее время до 38,0 тыс. ТВтч в 2050 г. Сегодня 8 млн ЦОД используют 2–3% мирового энергопотребления, и эта доля вырастет до более чем 5%. Промышленные двигатели потребляют 30%, их энергопотребление также растет. Электромобили также становятся крупными потребителями электроэнергии – в 2040 г. на них придется до 5% ее мирового потребления. GaN мощные полупроводниковые приборы уменьшат потери во всех этих системах.

GaN-технология играет важную роль в продвижении инноваций в мощных полупроводниковых приборах. Она позволяет удовлетворить новые потребности, увеличить мощность и производительность, добиться большей эффективности и уменьшения размеров.

По сравнению с приборами с широкой запрещенной зоной, такими как SiC-транзисторы, GaN-приборы обладают рядом преимуществ, в том числе с точки зрения ценообразования, доступности материалов, возможностей создания конструкций под низкие и средние требования к напряжению тока. Системы, созданные с использованием GaN мощных полупроводниковых приборов, обладают лучшей плотностью мощности, чем системы на SiC-приборах. К преимуществам также относятся низкий заряд затвора, нулевой обратный ток восстановления и плоская выходная емкость. Все это обеспечивает высокие характеристики переключения. Цены на GaN мощные полупроводниковые приборы легко масштабировать так, чтобы со временем они стали конкурентоспособны по сравнению с кремниевыми приборами, особенно ввиду того, что GaN мощные полупроводниковые приборы производятся на кремниевых пластинах.

Сторонники GaN мощных полупроводниковых приборов утверждают, что эти изделия прошли существенную эволюцию. Если несколько лет назад GaN-технология обкатывалась в основном в университетских исследовательских лабораториях, то сегодня такие признанные фирмы, как Denso, GaN Systems, Sonnen и Supermicro, описывают на конференциях и других мероприятиях, как GaN мощные полупроводниковые приборы улучшают параметры систем, в которых они используются. Сейчас системы с мощными GaN полупроводниковыми приборами начинают коммерциализироваться, появляется гораздо больше возможностей для инновационного процесса в этой области. GaN-приборы с напряжением

100 и 650 В соответствуют требованиям энергосистем в настоящее время и в ближайшей перспективе [2].

Возвращаясь к SiC мощным полупроводниковым приборам, можно отметить, что их сторонники, наоборот, считают свою технологию превосходящей GaN-приборы. Недавно корпорация Cree, мировой лидер в области SiC-технологии, объявила о планах по созданию «кластера карбида кремния» на Восточном побережье США. Предполагается создание крупнейшего в мире завода (в штате Нью-Йорк) по производству карбида кремния. Кроме того, корпорация построит совершенно новый завод (г. Марси, шт. Нью-Йорк) по обработке 200-мм пластин, на которых будут производиться SiC мощные полупроводниковые приборы для автомобилей и SiC мощные РЧ-приборы. Наконец, будет расширяться существующая в Дареме (шт. Северная Каролина) мегафабрика по производству SiC-пластин и других материалов – она находится в «Исследовательском треугольнике»[2] и пользуется поддержкой расположенных там университетов.

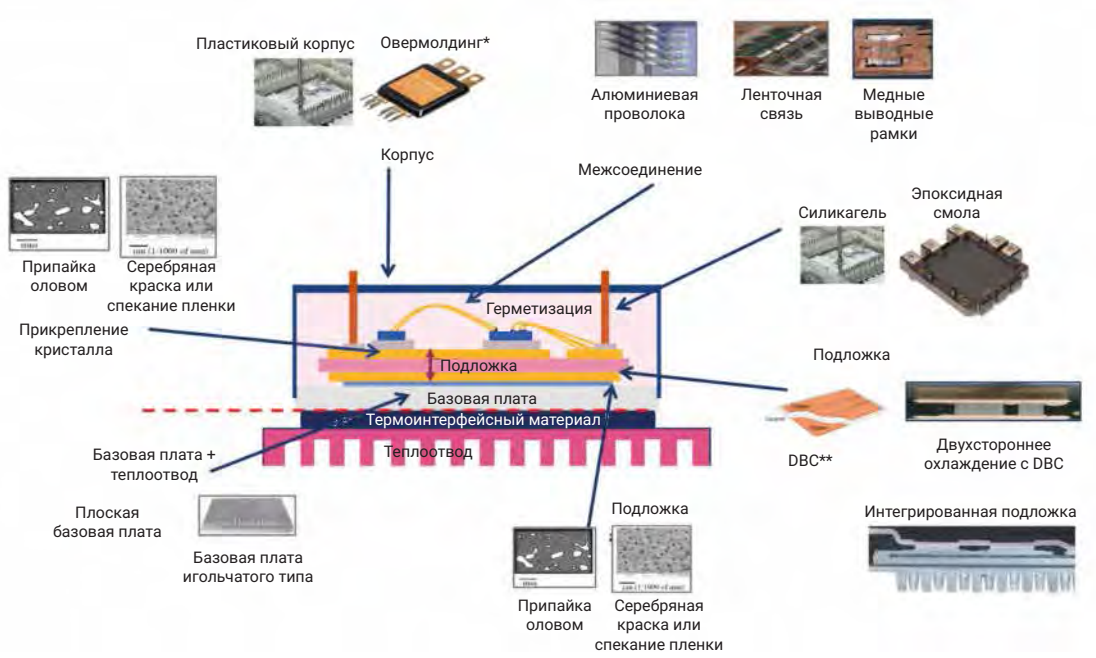
Создание нового завода – часть ранее объявленного проекта по резкому увеличению производственных мощностей фирмы Wolfspeed, подразделения Cree. Высокоавтоматизированное предприятие с увеличенной производительностью будет заниматься и SiC-, и GaN-технологиями. Проект осуществляется в рамках стратегического партнерства с властями штата Нью-Йорк и другими государственными и местными учреждениями и организациями. Решение о строительстве позволит как продолжать дальнейшее расширение потенциала, так и значительно сократить чистую себестоимость на производственных мощностях Cree. В результате Cree продолжит осуществлять переход с кремниевой на SiC-технологию, а ее подразделение Wolfspeed будет выпускать приборы для электромобилей, средств связи поколений 4G/5G и промышленной электроники.

В рамках партнерства Cree инвестирует около 1 млрд долл. в строительство, оснащение оборудованием и другие расходы нью-йоркского предприятия. Инвестиции будут осуществляться до 2024 г. Штат Нью-Йорк предоставит грант в размере 500 млн долл. через инвестиционный фонд Empire State Development, а Cree получит право на дополнительные местные стимулы и льготы, а также на использование оборудования и инструментальных средств Политехнического института Нью-Йоркского университета (SUNY). В результате компания рассчитывает получить чистую экономию капитала в размере около 280 млн долл. Кроме того, реализация проекта позволит осуществить 25%-ное увеличение объемов производства по сравнению с ранее запланированными показателями. После завершения строительства в 2022 г. площадь нового объекта составит около 44,6 тыс. м$^2$, при этом примерно одну четверть составит пространство чистых комнат, призванных обеспечить возможность расширения мощностей по мере необходимости. Это еще больше улучшит конкурентные позиции Cree на рынке и ускорит внедрение SiC в ряде быстрорастущих отраслей промышленности [3].

IGBT-модули также демонстрируют существенный рост продаж, что объясняется их соответствием требованиям высокой отдачи мощности и плотности, предъявляемым основными силовыми применениями. Сегодня на данные модули приходится 23% общего объема рынка. Новые применения, такие как системы накопления энергии, инфраструктура подзарядки и электромобили, в ближайшие годы потребуют модулей с различными уровнями мощности и требованиями к надежности, что приведет к увеличению разнообразия данных приборов.

Потребность в повышении производительности, а также внедрение новых материалов с различными техническими свойствами подтолкнули производителей силовой электроники к выявлению и разработке инновационных решений как на приборном уровне, так и на уровне корпусирования (рис. 3).

Фирма System Plus Consulting, партнер компании Yole Développement, в ближайшем будущем ожидает появления большого числа значительных инноваций. Разумеется, в процессе




Источник: System Plus Consulting

*Рисунок 3. Тенденции в области корпусирования блоков питания*

* Овермолдинг – литье под низким давлением.
** DBC – прямое присоединение меди.

разработки ключевым моментом является стоимость. Поэтому производители силовой электроники используют глобальный подход с целью обеспечения эффективной интеграции разработки и производства, а также гибкости сборки.

Подводя итог, можно сказать, что развитие автомобильного рынка приведет к перестройке всей отрасли силовой электроники. При этом для повышения производительности и эффективности силовых модулей наряду с технологическими усовершенствованиями на заводах по обработке пластин, принадлежащих производителям этой техники, будет осваиваться обработка пластин диаметром 300 мм. Это также будет способствовать росту производства.

Yole Développement и System Plus Consulting намерены внимательно следить за дальнейшим развитием рынка силовой электроники и его участников [1].

*Barbarini Elena, Villamor Ana. The Power of Electronics. I-Micronews, September 12, 2019: https://www.i-micronews.com/the-power-of-electronics/?utm_source=ZohoCampaigns&utm_campaign=i-MN_13Sept2019_Asia&utm_medium=email&cn-reloaded=1*

*Di Paolo Emilio Maurizio. GaN is Driving Power Semiconductors. EE Times, September 24, 2019: https://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1335143*

*Davis Shannon. Cree Announces Update to Capacity Expansion Plan. Semiconductor Digest, September 23, 2019: https://www.semiconductor-digest.com/2019/09/23/cree-announces-update-to-capacity-expansion-plan/*

# Ближайшее будущее искусственного интеллекта

*Ключевые слова: искусственный интеллект (ИИ), ИИ-платформа как услуга, ИИ на основе краевых вычислений, машинное обучение, разговорный ИИ, чат-боты.*

*Работа искусственного интеллекта (ИИ), который позволяет компьютерам выполнять определенные задачи, такие как распознавание изображений и обработка естественного языка, пока еще мало похожа на работу человеческого мозга. В самом деле, человеческий мозг развивался в течение последних трех миллионов лет, а искусственные нейронные сети – ядро ИИ – существуют всего несколько десятилетий и далеко не столь совершенны, как серое вещество человека. Однако ожидается, что в будущем ИИ станет выполнять задачи, сопоставимые с возможностями человеческого интеллекта, – правда, для этого необходимо найти новые пути для ускорения его эволюции. Цикл зрелости технологий корпорации Gartner (Hype Cycle) демонстрирует графическую оценку внедрения различных технологий, связанных с ИИ.*

Выяснение того, какие типы памяти лучше всего подходят для конкретных функций ИИ, и поиск наилучших способов интеграции различных решений памяти – часть процесса эволюции ИИ. С этой точки зрения ИИ сталкивается с двумя основными ограничениями памяти: емкость и энергоэффективность. Высокая потребность в энергии затрудняет масштабирование ИИ за пределами центров обработки данных с большими энергоресурсами. В частности, это касается краевых[3] и облачных вычислений, где приложения ИИ имеют наибольший потенциал и ценность.

Самые передовые исследования сегодня ведутся в области доменных архитектур, обеспечивающих создание и работу энергосберегающего оборудования. Тем не менее область, которая откроет путь для наиболее значительных улучшений и где должен быть сосредоточен максимум усилий, – это технология памяти.

## ПРОДВИЖЕНИЕ ИИ В ОБЛАСТЬ КРАЕВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

За последние полвека сочетание общественного и частного интереса способствовало появлению ИИ, а в последнее время и моделей глубокого обучения, которые благодаря своим исключительным возможностям восприятия стали одной из самых распространенных форм ИИ. Типичная модель глубокого обучения должна сначала пройти обучение на массивных наборах данных (обычно в ЦОД на серверах, использующих графические процессоры), чтобы настроить параметры сети (дорогой и длительный процесс), прежде чем ее можно будет развернуть для осуществления собственных логических выводов на основе входных данных (от датчиков, камер и т. д.). Для запоминания столь многих параметров требуются такие огромные объемы памяти, что становится необходимым использование памяти вне кристалла. Следовательно, большая часть затрат энергии во время обуче-

ния обусловлена неэффективным перераспределением гигантских объемов данных между внешними ДОЗУ и внутренними СОЗУ (на что зачастую уходит более 50% от общего потребления энергии). После завершения обучения модели параметры сети должны подходить для выполнения задач логического вывода в других средах.

До недавнего времени приложения ИИ ограничивались ЦОД из-за их большого энергопотребления и требований к пространству. Однако в последние несколько лет наблюдается растущий спрос на масштабные модели ИИ с коротким временем ожидания и низкой стоимостью, в силу чего эти приложения все чаще работают в сфере краевых вычислений, а именно в Интернете вещей и на мобильных устройствах, где мощность и производительность сильно ограничены (рис. 1).

Это приводит к быстрому расширению экосистемы аппаратного обеспечения, которая поддерживает новейшие приложения для задач формирования логического вывода. Кроме того, начинается использование распределенного обучения (например, модели обучения Google). Эти новые архитектуры главным образом основаны на приложениях распознавания речи и классификации изображений.

Растущий спрос в сочетании с растущей сложностью моделей глубокого обучения является неустойчивым – в том смысле, что образуется также растущий разрыв между потребностями компаний в показателях рассеивания мощности, времени ожидания, размерах и тем, на что способна ныне доступная память. В связи с замедлением действия «закона Мура»[4] и «закона Деннарда»[5], вызывающим обострение проблем с технологиями ИС ЗУ, полупроводниковая промышленность должна диверсифицироваться за счет новых технологий памяти, решить проблему смены парадигмы и удовлетворить спрос на дешевое и эффективное аппаратное обеспечение ИИ.

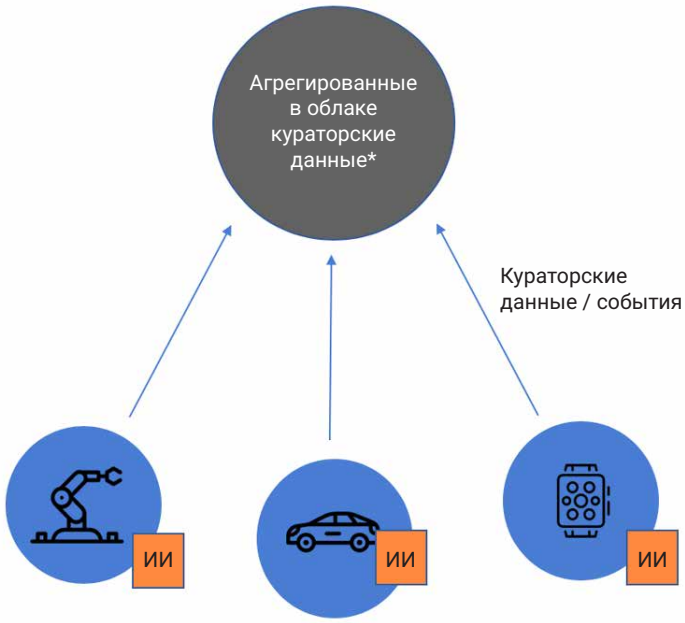



*Рисунок 1. ИИ на основе краевых вычислений*

* Курирование данных (data curation) – организация и интеграция данных, собранных из различных источников. Включает в себя аннотацию, публикацию и представление данных таким образом, что они сохраняют свою ценность в течение долгого времени, оставаясь доступными для повторного использования и сохранения.

# ВОЗМОЖНОСТИ НОВЫХ ТИПОВ ПАМЯТИ

Область ИИ – это плодородная почва для инновационных технологий памяти с уникальными совершенствующимися характеристиками, предоставляющими новые возможности как в ЦОД, так и на периферии. Новые технологии памяти могут удовлетворить спрос на емкость ИС ЗУ, что позволит периферийным устройствам выполнять задачи глубокого обучения локально, увеличивая плотность расположения элементов памяти и улучшая шаблоны доступа к данным. Благодаря этому потребность в передаче данных в «облако» и из него сводится к минимуму. Способность выполнять задачи восприятия на месте, с высокой точностью и энергоэффективностью, – ключ к дальнейшему развитию ИИ.

Эта тенденция привела к значительным инвестициям в альтернативные технологии памяти, в том числе флэш-память NAND-типа, 3D XPoint (Optane Intel), память на эффекте изменения фазового состояния (phase-change memory, PCM), резистивные ОЗУ (ReRAM), энергонезависимые ОЗУ (MRAM) и другие, обладающие потенциалом в сфере энергоэффективности и энергонезависимости. В то же время, облегчая реализацию ИИ в сфере краевых вычислений, такая память может позволить облачным средам более эффективно выполнять глубокое обучение и осуществлять формулирование логических выводов. Дополнительные преимущества включают потенциальные улучшения надежности и скорости обработки данных. Эти усовершенствования в технологиях ИС ЗУ позволят обойти текущие ограничения аппаратного обеспечения в сфере краевых вычислений.

В частности, некоторые новые технологии памяти благодаря присущим им специфическим или уникальным качествам предлагают явные преимущества для ряда приложений ИИ. Например, ReRAM и PCM весьма перспективны для приложений формирования логических выводов в силу существенно большего быстродействия по сравнению с флэш-памятью. MRAM, помимо высокой скорости работы, обладают сверхвысокой износостойкостью, поэтому могут конкурировать с СОЗУ и дополнять эти схемы, а также со временем заменить флэш-память. Даже на ранних этапах развития новые технологии памяти демонстрируют огромный потенциал в области ИИ. Человечество стоит на пороге значительных достижений, которые затронут многие аспекты повседневной жизни людей и обеспечат появление новых эффективных бизнес-моделей [1].

# ГЛАВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ИИ ПО ЦИКЛУ ЗРЕЛОСТИ КОРПОРАЦИИ GARTNER[6]

Цикл зрелости корпорации Gartner показывает, как осуществляется внедрение ИИ в различных организациях. По данным Gartner, в период между 2018 и 2019 гг. процент организаций, использующих ИИ, вырос с 4 до 14%. Сегодня ситуация отличается от той, что была несколько лет назад, когда не существовало альтернативы созданию собственных решений в области машинного обучения. Наибольший спрос сейчас предъявляется на автоматизированное машинное обучение машин и интеллектуальные приложения; такие подходы, как «платформа как услуга»[7] или облачные сервисы ИИ, тоже популярны.

Разговорный ИИ[8] (conversational AI) по-прежнему остается в центре внимания исследователей, что объясняется всемирным успехом Amazon Alexa, Google Assistant и других подобных приложений. Тем временем продолжают появляться новые технологии,

такие как дополненный интеллект и объясняемый ИИ[9].

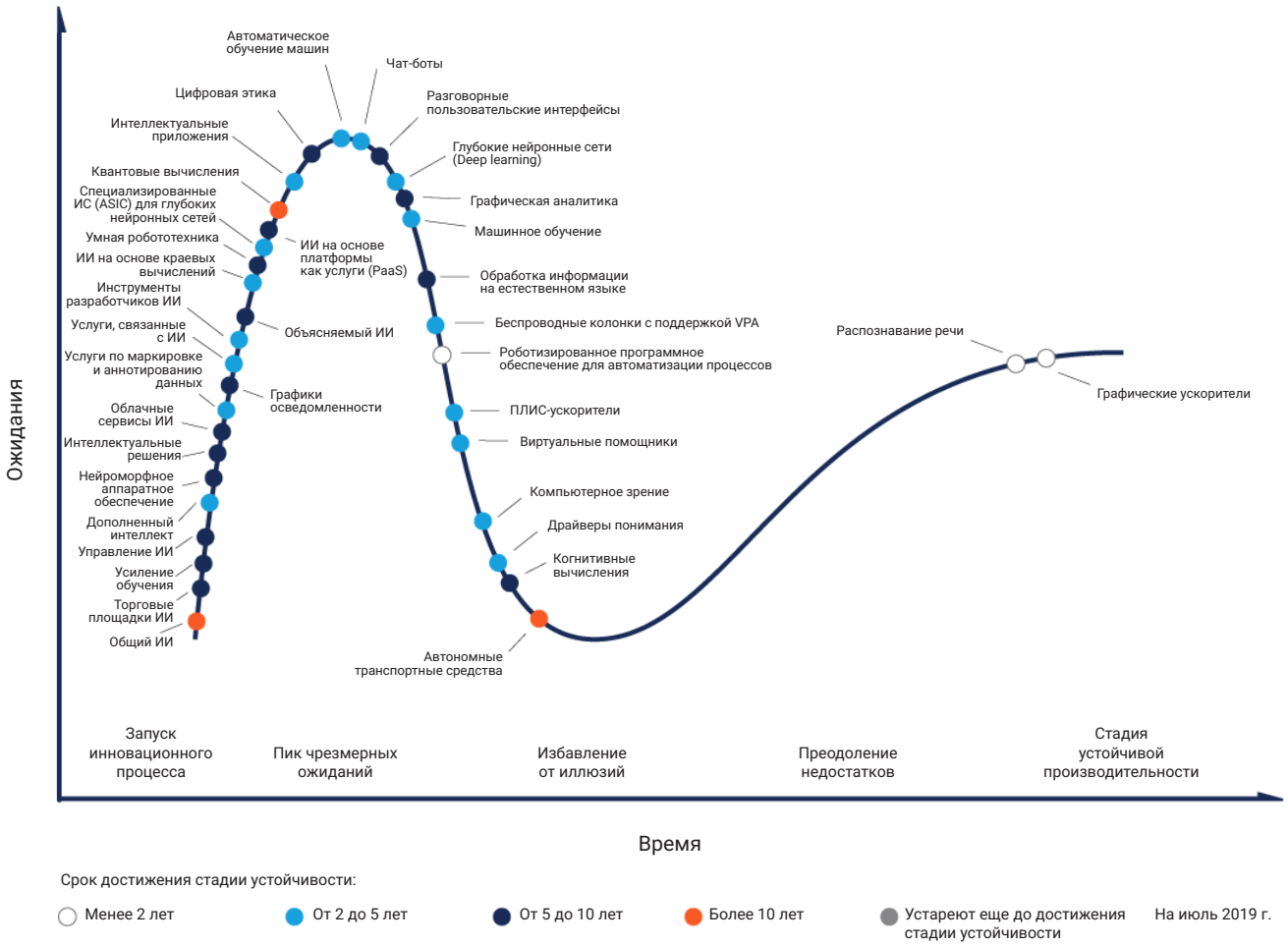
Цикл зрелости корпорации Gartner по ИИ рассматривает поток инноваций и тенденций в этой области, а также определяет направления развития технологии. Масштабируемость ИИ – следующий рубеж развития в ближайшем будущем.

В этом году в графике технологической зрелости корпорации Gartner представлено много новых технологий, но лишь немногие имеют ценность или цель, которая полностью понятна (рис. 2). Вероятно, еще меньшее число этих технологий получит широкое распространение. Чтобы оценить ценность и риски ИИ, ИТ-директорам необходимо установить реалистичные ожидания в отношении ИИ.

### Дополненный интеллект

Дополненный интеллект – это ориентированная на человека модель партнерства людей и ИИ с целью повышения когнитивных способностей. Основное внимание уделяется вспомогательной роли ИИ в развитии человеческого потенциала.

ИИ, взаимодействуя с людьми, улучшая и поддерживая имеющиеся у них знания и навыки, сокращает количество ошибок, выполняет рутинную работу и может повысить качество взаимодействия с клиентами, обслуживания граждан и ухода за пациентами. Цель дополненного интеллекта – повысить эффективность автоматизации, дополняя ее человеческим подходом и здравым смыслом для управления рисками автоматизации принятия решений.




Источник: Gartner

*Рисунок 2. Главные тенденции развития ИИ в соответствии с циклом зрелости технологии, введенным корпорацией Gartner*

## МНЕНИЕ ЭКСПЕРТА

В настоящее время под термином «искусственный интеллект» (ИИ) понимается совокупность технологий и методов, например, таких как машинное обучение, распознавание изображений и пр. При этом по отдельности они далеко не всегда могут являться элементами ИИ.

Сложно сформулировать четкое определение ИИ в привязке к реальным технологиям и методам, а не к обобщенной теории, как это было принято ранее, да и неактуально в связи с тем, что некоторые технологии, описываемые как часть ИИ, уже вплотную подошли к барьерам, которые раньше считались фантастическими и недостижимыми.

С другой стороны, ИИ – это не столько технологии, сколько родовое понятие, нечто обобщенное, и в таком случае на всех уровнях обсуждения следует уйти от нынешней расплывчатой формулировки и предложить более конкретную и отвечающую современным реалиям цифровой экономики.

*Никита Куликов, кандидат юридических наук, генеральный директор АНО «ПравоРоботов»*

### Чат-боты

Чат-боты – это «лицо» ИИ, они влияют на все области, где существует взаимодействие с людьми. Например, у производителя автомобилей KIA есть чат-бот, который общается со 115,0 тыс. пользователей в неделю. А в приложении Winebot Margot немецкой сети супермаркетов-дискаунтеров Lidl даются рекомендации о том, какое вино покупать, и советы по приготовлению пищи.

Чат-боты могут быть текстовыми, голосовыми или их комбинацией и полагаться на сценарии ответов с участием нескольких человек. Стандартные приложения работают в отделах кадров, ИТ-службах поддержки и самообслуживании. При этом обслуживание клиентов – та сфера, где чат-боты уже оказывают наибольшее влияние, особенно если они изменяют способ взаимодействия с клиентами. Переход от принципа «пользователь изучает интерфейс» к подходу «чат-робот изучает то, что хочет пользователь» становится все более важным для решения задачи адаптации, повышения производительности и обучения на рабочем месте.

### Машинное обучение

Машинное обучение может решить различные проблемы бизнеса, такие как персонализированное обслуживание клиентов, рекомендации по цепочке поставок, динамическое ценообразование, медицинская диагностика или легализация денежных средств. Для извлечения знаний и моделей из данных здесь используются математические модели. Уровень освоения технологий машинного обучения растет по мере того как организации сталкиваются с экспоненциальным ростом

объемов данных и достижений в вычислительной инфраструктуре.

В настоящее время машинное обучение используется во многих отраслях и сферах деятельности с целью стимулировать развитие и найти новые варианты решения бизнес-задач. Так, American Express использует аналитику данных и алгоритмы машинного обучения, чтобы обнаружить мошенничество практически в реальном масштабе времени и избежать потенциальных многомиллионных убытков. Volvo анализирует данные, чтобы спрогнозировать возможный срок выхода деталей из строя или дату профилактического или текущего обслуживания транспортного средства, что повышает его безопасность.

### Этические и правовые нормы использования ИИ

Организации, осваивающие ИИ, не должны пренебрегать вопросами управления. Им следует знать о потенциальных нормативных и репутационных рисках. Управление ИИ – это создание политики, направленной на борьбу с предубеждениями, связанными с ИИ, дискриминацией и другими негативными последствиями ИИ.

Для качественного управления ИИ аналитикам и ИТ-руководителям требуется сосредоточиться на трех областях: доверие, прозрачность и разнообразие. Им будет необходимо сконцентрироваться на решении вопроса с доверием к источникам данных и результатам применения ИИ, чтобы обеспечить его успешное освоение. Также нужно определить требования прозрачности для источников данных и алгоритмов, чтобы снизить риски и повысить доверие к ИИ. Наконец, для соблюдения условий этичности и точности ИИ следует обеспечить разнообразие данных, алгоритмов и точек зрения.

### Интеллектуальные приложения

Большинство организаций предпочитают применять ИИ с его широкими возможностями в корпоративных приложениях. Интеллектуальные приложения – это корпоративные приложения со встроенными или интегрированными технологиями ИИ, предназначенные для поддержки или замены человеческой деятельности с помощью интеллектуальной автоматизации, анализа данных и формирования рекомендаций по повышению производительности и принятию решений.

Сегодня поставщики корпоративных приложений встраивают технологии ИИ в свою продукцию, а также внедряют возможности платформенных решений на базе ИИ – от планирования корпоративных ресурсов до управления взаимоотношениями с клиентами, управления человеческим капиталом и повышения производительности труда. Заказчикам готового программного обеспечения следует требовать от своих поставщиков включения в маршрутные карты развития продукции информации о внедрении ИИ в форме расширенной аналитики, интеллектуальных процессов и расширенного пользовательского опыта [2].

*Walker Andy. AI's Memory Problem. EE Times, August 20, 2019: https://www.eetimes.com/author.asp?section_id=36&doc_id=1335050*

*Goasduff Laurence. Top Trends on the Gartner Hype Cycle for Artificial Intelligence, 2019. Gartner, September 12, 2019: https://www.gartner.com/smarterwithgartner/top-trends-on-the-gartner-hype-cycle-for-artificial-intelligence-2019/*

# ЦНИИ «ЭЛЕКТРОНИКА»

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
РОССИЙСКОЙ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

## СТРАТЕГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

- Консультационные услуги в области государственного управления
- Разработка корпоративной стратегии развития
- Разработка и внедрение организационно-управленческой модели
- Разработка маркетинговой стратегии

## ПРОЕКТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

- Разработка бизнес-плана
- Внедрение ИТ-инструментов управления проектами
- Подбор источников финансирования
- Комплексное сопровождение проекта

## СЕРТИФИКАЦИЯ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

- ГОСТ Р ИСО 9001–2015
- ГОСТ РВ 0015–002–2012
- ЭС РД 009–2014
- ЭС РД 010–2015

+7 (495) 940-65-00
www.instel.ru

# Перспективы производственной базы микроэлектроники

*Ключевые слова: капиталовложения, оборудование, производственные мощности, сделки слияний и поглощений.*

*В 2020 г. начнется новая волна строительства современных заводов по обработке пластин. По итогам 2019 г. соответствующие затраты составили 38 млрд долл., а в 2020-м они вырастут на 12 млрд и составят почти 50 млрд долл. КНР наращивает инвестиции в производственное оборудование и скоро может выйти на лидирующие позиции. Кроме того, за первые восемь месяцев 2019 г. в полупроводниковой промышленности активизировались сделки слияний и поглощений.*

По данным Международной ассоциации поставщиков материалов и оборудования для полупроводниковой промышленности (SEMI), инвестиции в сооружение новых производственных мощностей в мировой микроэлектронике в 2020 г. на 12 млрд долл. превысят показатели 2019 г. При этом в 2019 г. было начато сооружение 15 заводов по обработке пластин на общую сумму 38 млрд долл., в 2020 г. число новых проектов увеличится до 18, а общая сумма затрат составит 49 млрд долл. На 10 из 18 проектов, запланированных на 2020 г., будет израсходовано 35 млрд долл., и, по оценкам отраслевых экспертов, эти проекты имеют высокую вероятность реализации. Сооружение еще восьми заводов пока под вопросом – они предназначены для поддержания производства продукции, по-прежнему пользующейся спросом, но относящейся к низкой ценовой категории (рис. 1).

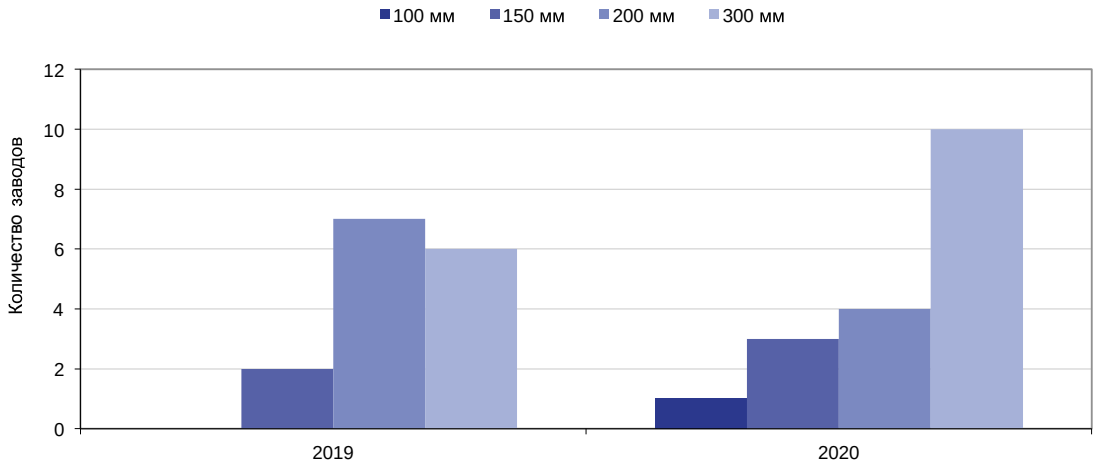
Производственные мощности, сооружение которых началось в течение 2019 г., будут оснащены оборудованием в первой половине 2020 г., при этом некоторые из них выйдут на серийное производство ИС к середине этого же года. Все новые предприятия добавят к парку установленного и используемого оборудования мощности по обработке пластин порядка 740 тыс. шт. в месяц (в пересчете на 200-мм эквивалент). Большая часть этих мощностей (37%) придется на кремниевые заводы[10], далее следуют производители схем памяти (24%) и микропроцессоров (17%). Из 15 новых заводов, начатых сооружением в 2019 г., около половины предназначены для обработки пластин диаметром 200 мм (рис. 2) – это связано с развитием Интернета вещей и ряда других применений, не требующих новейших производственных процессов.

Относительно проектов сооружаемых в 2020 г. заводов по обработке пластин известно, что их общая мощность составит 1,1 млн пластин в месяц (в пересчете на 200-мм эквивалент). Большая часть этих

Источник: SEMI, World Fab Forecast Report, August 2019

*Рисунок 1. Общие инвестиции в новые заводы и производственные линии по обработке пластин, осуществляемые в 2019–2020 гг., учитывая строительство и оснащение оборудованием («зеленое поле»*, нестратегические инвестиции, новые производственные линии)*

* Зеленое поле (greenfield investment; также «с нуля», «с чистого листа») – инвестиции в создание нового предприятия, когда даже производственные помещения возводятся с нуля (в отличие от покупки или поглощения уже существующего предприятия).




Источник: SEMI, World Fab Forecast Report, August 2019

*Рисунок 2. Число сооружаемых заводов по обработке пластин в разбивке по диаметру*

заводов и производственных линий будет оснащена оборудованием в 2021 г. Производительность 10 предприятий с высокой вероятностью реализации составит 650 тыс. пластин; если другие восемь заводов также будут построены, они увеличат совокупную производительность еще на 500 тыс. пластин в месяц. На кремниевые заводы придется 35%, а на изготовителей ИС ЗУ – 34% мощностей по всем диаметрам обрабатываемых пластин (в пересчете на 200-мм эквивалент) [1].

# КНР НАРАЩИВАЕТ КАПИТАЛОВЛОЖЕНИЯ В ПОЛУПРОВОДНИКОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Похоже, что в ближайшие несколько лет будет наблюдаться оживление на рынке оборудования для производства полупроводниковых приборов – во многом благодаря КНР, увеличивающей капиталовложения в наращивание производства схем памяти и другие новые проекты. Если Поднебесная приобретет столько оборудования, сколько предполагалось, она впервые станет крупнейшим в мире покупателем инструментальных средств заводов по обработке пластин.

Корпорации Samsung, SK Hynix и Intel потратят в 2020 г. более 5 млрд долл. на оборудование для производства памяти на своих китайских филиалах. Сами же китайские производители потратят на оборудование более 2 млрд долл. что составляет около 30% инвестиций в оборудование для производства ИС ЗУ в этой стране.

По данным SEMI, общие капиталовложения в оборудование в 2020 г. вырастут до 55,8 млрд долл. (с 52,1 млрд долл. в 2019 г.). Около 55% оборудования будет предназначено для производства схем памяти. Специалисты SEMI считают, что главными тремя рынками полупроводникового оборудования станут КНР, Южная Корея и Тайвань. В 2020 г. китайский рынок увеличится на 24% по сравнению с 2019 г. – до 14 млрд долл., продажи в Южной Корее достигнут 11,7 млрд долл., на Тайване – 11,5 млрд долл., а в Японии – 9,0 млрд долл.

Начало становления Китая в качестве производителя ИС было связано с недорогими изделиями зрелого технологического уровня[11], используемыми в основном в микроконтроллерах и дешевой бытовой электронике. В последнее время Китай пытается войти в более дорогие и современные сегменты, такие как ДОЗУ, флэш-память и микропроцессоры, для чего необходимы более современные заводы по обработке пластин и дополнительное производственное оборудование.

Однако, по мнению специалистов Linley Group (г. Маунтин-Вью, шт. Калифорния, США), для того чтобы приблизиться к передовым технологиям производства ИС, требуется наличие значительного опыта, выходящего далеко за рамки покупки и установки новейшего оборудования. Возможно, что по объему производства ИС КНР обгонит любую страну в течение нескольких лет. Но для того чтобы стать одним из лидеров в области микроэлектронных технологий, понадобится больше времени.

Специалисты корпорации VLSI Research (г. Сан-Хосе, шт. Калифорния, США) отметили, что Китай стал лидером в разработке приборов для своего внутреннего рынка – это можно видеть на примере фирмы HiSilicon, входящей в состав группы Huawei, крупнейшего в мире поставщика систем телекоммуникационного сетевого оборудования. КНР также преуспела в разработке криптовалютных ИС и специализированного оборудования для майнинга. Однако аналитики VLSI Research оценивают вероятность того, что современный китайский подход к инвестициям приведет к успешному мировому доминированию в передовых технологиях производства современных логических приборов, обработке пластин для производства ИС ЗУ или полупроводникового производственного оборудования, всего в 5%. Кроме того, у страны много проблем с производительностью и технологических трудностей, мешающих ей стать конкурентоспособной в мировом масштабе на всех фронтах.

Нельзя также забывать, что правительство США рассматривает политику Китая по созданию собственной полупроводниковой промышленности как угрозу американскому доминированию. Администрация Трампа в 2019 г. ограничила продажи американских высоких технологии в Китай, однако ряд американских компаний стремились облегчить эти ограничения. Правительство США добавило группу

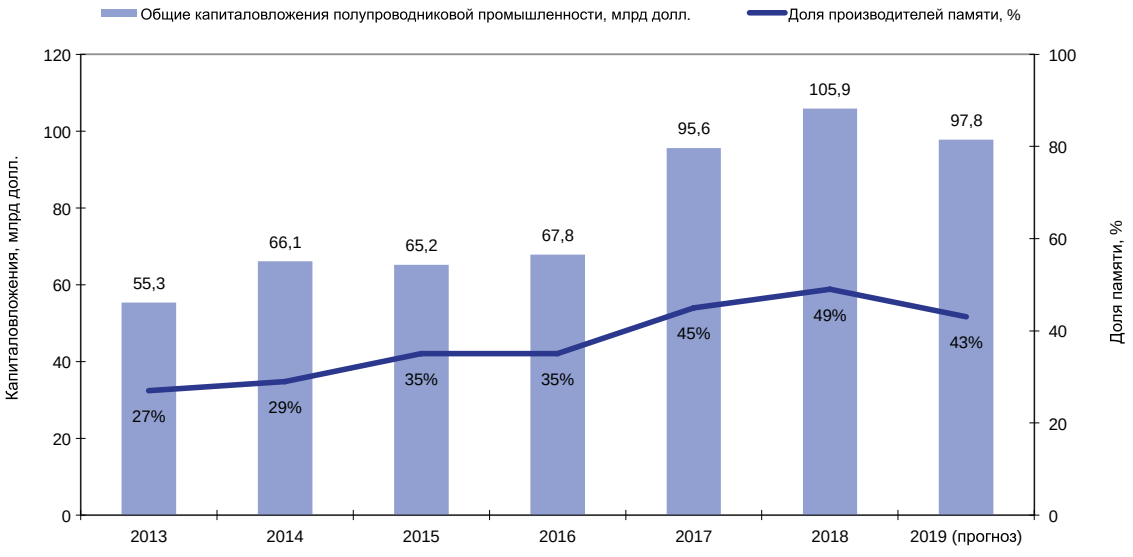
Huawei в ограничительный список (entity list), но позднее некоторым компаниям было предоставлено разрешение на продажи своей продукции китайскому технологическому гиганту. Всего за разрешением на работу с Huawei к Министерству торговли США обратились более 130 компаний.

Отмечается, что в ограничительных мерах США против КНР могут появиться трещины – европейские и японские фирмы, ожидающие всплеска спроса на оборудование в КНР, могут попытаться обойти американские санкции в области высоких технологий, в первую очередь современного производственного оборудования. Санкции бьют по американским производителям оборудования, теряющим свою рыночную долю. Кроме того, объем заказов на оборудование в США падает уже больше года. Надо учитывать, что разработка современного оборудования требует значительных затрат на НИОКР, которые при отсутствии заказов оказываются выброшенными на ветер [2].

## НА ИС ЗУ В 2019 Г. ПРИДЕТСЯ 43% КАПИТАЛОВЛОЖЕНИЙ

Капиталовложения производителей схем памяти в последние два года были движущим фактором роста капитальных затрат всей полупроводниковой промышленности. Большая часть планов по модернизации производственных мощностей или их расширению сейчас завершены или входят в заключительную фазу сооружения и оснащения оборудованием. В результате, по данным исследовательской корпорации IC Insights (г. Скотсдейл, шт. Аризона, США), капиталовложения поставщиков памяти снизятся в 2019 г. до 43% от общих капитальных затрат полупроводниковой промышленности по сравнению с 49% в 2018 г. (рис. 3). Общие же капиталовложения полупроводниковой промышленности в 2019 г. сократятся на 8% – до 97,8 млрд долл. после рекордно высокого уровня 2018 г. в 105,9 млрд долл.

Доля капитальных отчислений производителей схем памяти существенно выросла за последние семь лет – с 14,7 млрд долл.




Источник: IC Insights

*Рисунок 3. Доля памяти в общих капиталовложениях полупроводниковой промышленности*

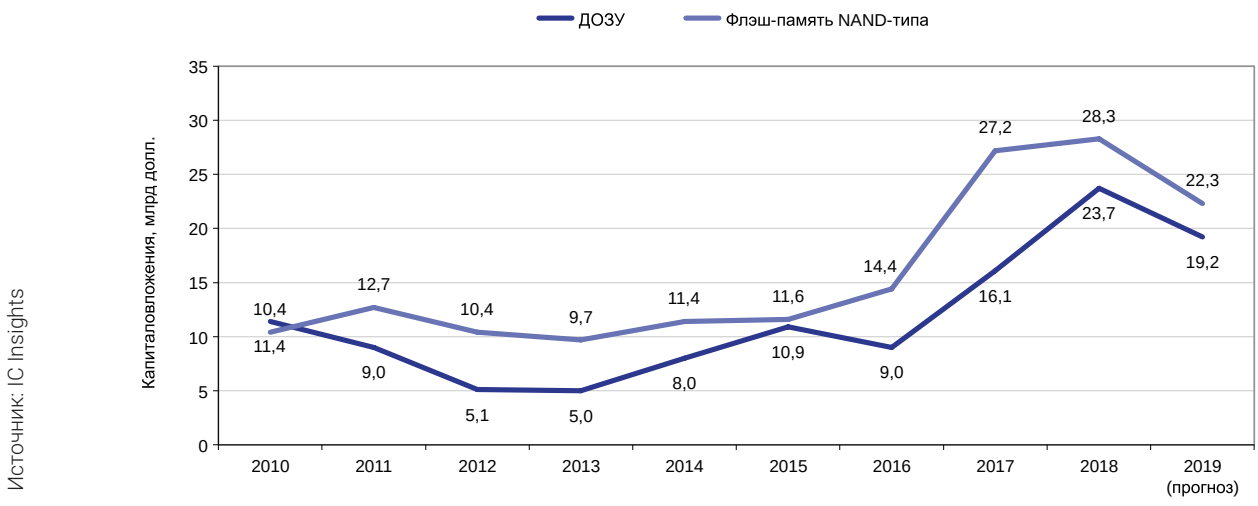
в 2013 г. до 52 млрд в 2018-м, однако в 2019 г. она сократится до 41,6 млрд долл. Таким образом, среднегодовые темпы роста капиталовложений в сложных процентах (CAGR) за период 2013–2019 гг. составили 18,9%.

Сектором ИС, получившим наибольшие капиталовложения в 2017–2018 гг., стали схемы флэш-памяти и энергонезависимой памяти. Однако корпорации Samsung, SK Hynix и Micron наращивали мощности как по производству флэш-памяти NAND-типа, так и ДОЗУ. В то же время корпорации Intel, Toshiba Memory/Western Digital/SanDisk и XMC/Yangtze River Storage Technology в последние 18 месяцев значительно нарастили производственные мощности по выпуску 3D-NAND-флэш. Из-за этого рынки ДОЗУ и флэш-памяти NAND-типа вошли в период избыточного предложения и низких цен. Это видно по резкому снижению удельной цены за бит как ДОЗУ, так и флэш-памяти NAND-типа, и существенному сокращению прогноза капитальных затрат на 2019 г.

В 2019 г. капитальные затраты в сегментах ДОЗУ и флэш-памяти сократятся на 19 и 21% соответственно (рис. 4). Общие капиталовложения в сектор памяти по сравнению с 2018 г. сократятся на 10,4 млрд долл. Столь значительные сокращения капитальных затрат в сегментах ДОЗУ и флэш-памяти являются попыткой крупных поставщиков предотвратить дальнейшее снижение цен во второй половине 2019 и в 2020 гг. Насколько цены на память продолжат падать, будет зависеть в значительной степени от того, насколько поставщики памяти сократят свои капитальные затраты, а также от того, вызовет ли более низкая удельная цена (в пересчете на бит) дополнительный спрос [3].

## ВОЗРОЖДЕНИЕ АКТИВНОСТИ ПО СДЕЛКАМ СЛИЯНИЯ И ПОГЛОЩЕНИЯ

После замедления в последние пару лет активности в области сделок слияния и поглощения полупроводниковая промышленность в первые восемь месяцев 2019 г. снова демонстрирует ее наращивание. Было объявлено о 20 сделках на общую сумму в 28 млрд долл. Приобретаются или поглощаются разработчики ИС и заводы по обработке пластин, их




Источник: IC Insights

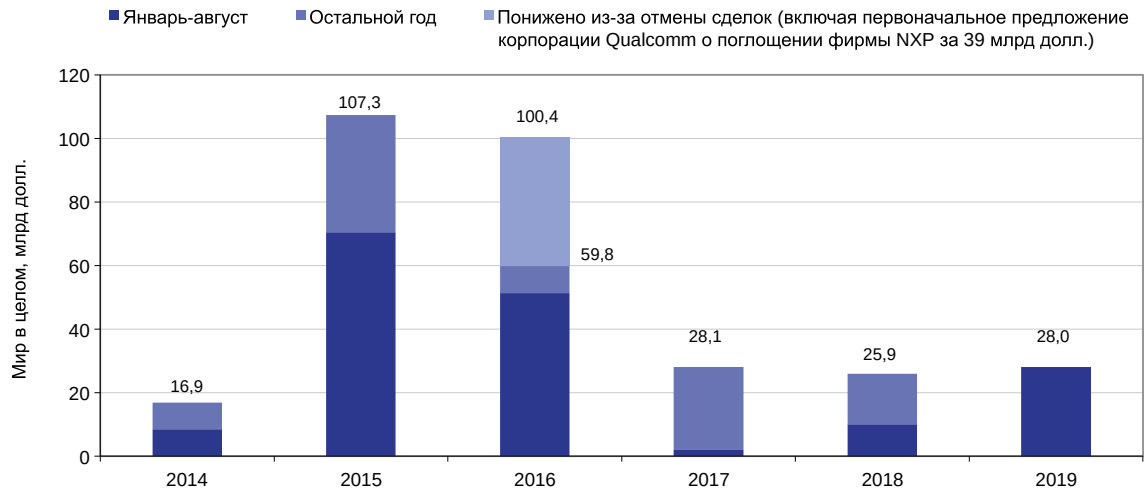
*Рисунок 4. Капиталовложения производителей ДОЗУ и флэш-памяти NAND-типа*

подразделения, производственные линии, разработчики СФ-блоков. По данным IC Insights, стоимость объявленных сделок превысила показатели 2018 г. и приблизилась к достижениям 2017 г. в целом (рис. 5).

Скачок в соглашениях в 2019 г. обусловлен сделками слияния и поглощения поставщиков ИС для сетевого оборудования и обеспечения беспроводной подключаемости, а также поставщиков полупроводниковых приборов, желающих получить мощности и интеллектуальную собственность для автомобильных приложений и рынков, которые в следующие 10 лет будут отличаться наивысшими темпами роста. Объявления о слияниях и поглощениях в 2019 г. также связаны с тем, что компании перепрофилируются и продают бизнес. Пример – сделка Intel в июле 2019 г. по продаже отделения модемов для мобильных телефонов корпорации Apple за сумму около 1 млрд долл., заключенная через восемь лет безуспешных попыток Intel победить в конкурентной борьбе лидера данного рынка, корпорацию Qualcomm. В мае 2019 г. корпорация Marvell объявила о продаже своего отделения ИС Wi-Fi-подключаемости компании NXP за 1,7 млрд долл. В том же месяце Marvell также заявила о приобретении отделения специализированных ИС (ASIC) у кремниевого завода GlobalFoundries за 650 млн долл. и покупке поставщика мультигигабайтных средств Ethernet и сетевых контроллеров фирму Aquantia за 452 млн долл. Причина – компания переносит акцент деятельности на центры обработки данных (ЦОД) и связанные с ними сети. В 2019 г. было сделано полдюжины объявлений о приобретении поставщиков полупроводниковых приборов на сумму в 1 млрд долл. или более, что вместе составляет 89% от общего объема слияний и поглощений за этот период.

Хотя невозможно предсказать, сколько объявлений о приобретении будет сделано в ближайшие несколько месяцев, 2019 г. практически наверняка превзойдет 2017-й как третий по величине год по соглашениям о слияниях и поглощениях в полупроводниковой промышленности.

Пик слияний и поглощений в отрасли пришелся на 2015 г., когда было заключено более 30 сделок на сумму 107,3 млрд долл., а в 2016 г. – на сумму около 100,4 млрд долл. Итоговая стоимость сделок слияний и поглощений в 2016 г. была снижена до 59,8 млрд долл. из-за отмены нескольких крупных операций, после того как они не получили одобрения государственных регулирующих органов в США и Китае. Американо-китайская




Источник: IC Insights

*Рисунок 5. Стоимость объявленных сделок слияния и поглощения в полупроводниковой промышленности*

торговая война и ряд действий правительственных учреждений, призванных защитить отечественную полупроводниковую промышленность, отбили у некоторых компаний охоту заключать крупные соглашения о приобретении в последние пару лет [4].

*Davis Shannon. Fabs Valued at Nearly $50 Billion to Start Construction in 2020. Semiconductor Digest, September 12, 2019: https://www.semiconductor-digest.com/2019/09/12/fabs-valued-at-nearly-50-billion-to-start-construction-in-2020/*

*Patterson Alan. China Poised to Lead in Chip Equipment Spending. EE Times, September 23, 2019: https://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1335130*

*Memory Forecast to Account for 43% of Total 2019 Semi Spending. IC Insights, September 10, 2019: http://www.icinsights.com/news/bulletins/Memory-Forecast-To-Account-For-43-Of-Total-2019-Semi-Spending/*

*Semiconductor Acquisitions Regain Momentum in 2019. IC Insights, September 18, 2019: http://www.icinsights.com/news/bulletins/Semiconductor-Acquisitions-Regain-Momentum-In-2019-/*

# Ceva выходит на рынок с новым ОЗУ и интерфейсом прикладного программирования Invite

*Ключевые слова: архитектура NeuPro-S, библиотеки программного обеспечения CEVA-CV и CEVA-VX, интерфейс прикладного программирования CDNN Invite, полностью автономные компьютерные ИС.*

*За последние несколько лет появилось большое число стартапов, специализирующихся на искусственном интеллекте (ИИ). Многие из них ориентированы на автомобильный рынок. Поставщики комплектного оборудования (OEM) и поставщики первого уровня стремятся разрабатывать собственные ИС искусственного интеллекта – во многом по аналогии с инновационной разработкой корпорацией Tesla собственных полностью автономных компьютерных (FSD) ИС. Если это станет тенденцией, что будут делать лицензиары IP-ядер, такие как корпорация Ceva? На выставке AutoSens представители Ceva сообщили о своих разработках и дальнейших планах в области автомобильного рынка.*

Прежде всего компания должна повысить производительность своих лицензируемых IP-ядер[12], разработанных для архитектуры ИИ. Кроме того, ей необходимо сделать свои ядра нейронных сетей еще более привлекательными для разработчиков «систем-на-кристалле» (SoC). Возможно, разработчикам SoC важно убедиться, что IP-ядра Ceva не устарели и не подлежат обязательной замене на новые процессоры ИИ, разработанные стартапами или автопроизводителями. Ceva решила взять ситуацию под контроль и подготовила две презентации, демонстрирующие, что фирма по-прежнему занимает передовые позиции.

На выставке AutoSens[13], проходившей в Брюсселе с 17 по 19 сентября 2019 г., Ceva представила архитектуру новейшего ИИ второго поколения для глубокой нейронной сети. Новая архитектура ИИ, названная NeuPro-S, включает в себя ряд системных усовершенствований. Параллельно был представлен интерфейс прикладного программирования CDNN (Ceva Deep Neural Network) Invite[14] (рис. 1). Это технология компиляции глубоких нейронных сетей, предназначенная для поддержки не только собственных ядер Ceva (NevaPro), но и сторонних движков нейронных сетей в единой унифицированной архитектуре нейронной сети.

Поскольку нейронные сети продолжают развиваться, представители Ceva считают, что производители автомобилей и поставщики первого уровня хотят видеть гибкую архитектуру ИИ, позволяющую в особых случаях использовать сторонние решения нейронных

Источник: Ceva

*Рисунок 1. Концепция CDNN Invite на основе глубокой нейронной сети*

сетей, дополняющие ядра NeuPro, в единой структуре.

Аналитики Linley Group охарактеризовали CDNN-Invite как интерфейс, позволяющий интегрировать ускоритель ИИ клиента в один и тот же вычислительный граф вместе с NeuPro, с тем чтобы они могли работать на одном хост-контроллере. Предполагается, что преимущество архитектуры и интерфейса Ceva – в их способности создавать новые системы на уже устоявшихся платформах.

Корпорация Ceva считает, что CDNN-Invite создаст столь необходимую «открытую среду» для архитектуры ИИ, в отличие от полностью закрытой архитектуры Nvidia. Однако, если использовать графический процессор Nvidia в качестве ускорителя в гетерогенной системе, программная среда становится полностью открытой для подключения других приборов. Например, в системе Audi zFAS используются процессоры EyeQ и Tegra от Nvidia.

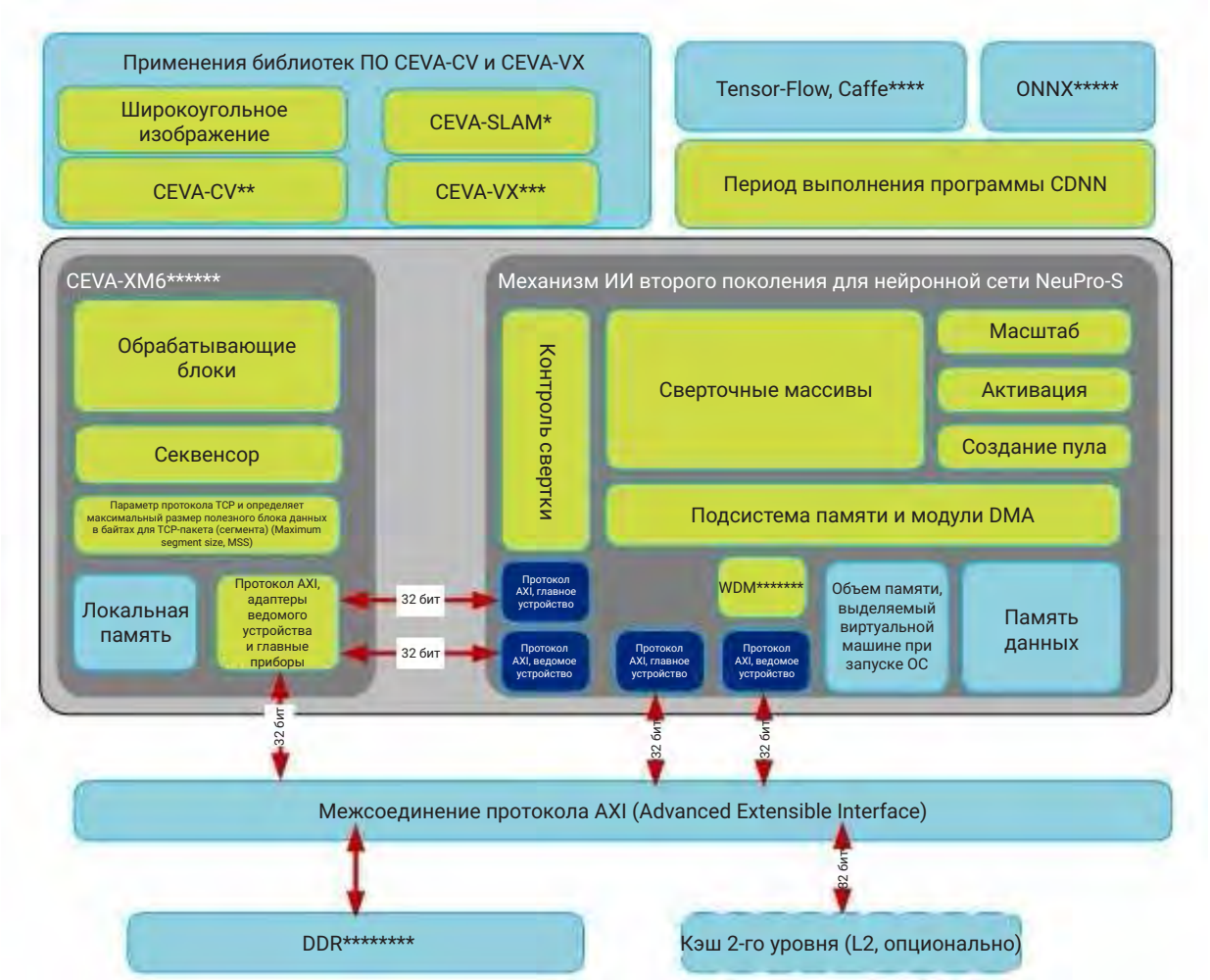
Разница с интерфейсом прикладного программирования CDNN-Invite заключается в том, что последний позволяет другим движкам нейронных сетей работать на одном кристалле с NeuPro. Ceva облегчает процесс расширения своего сетевого протокола для клиентов, которые уже его используют, позволяя встраивать в единый механизм нейронной сети ускорители сторонних поставщиков.

## NEUPRO-S

NeuPro-S состоит из движка NeuPro-S и полностью программируемого векторного ЦОС-процессора Ceva-XM (рис. 2). Достоинство NeuPro-S заключается в том, что полностью программируемый процессор цифровых сигналов систем визуализации CEVA-XM6, включенный в архитектуру NeuPro-S, облегчает одновременную обработку изображений, функции компьютерного зрения и общие рабочие нагрузки ЦОС-процессора в дополнение к формированию выводов ИИ.

По мере того как увлечение нейронными сетями растет, становится понятно, что не все задачи по визуализации должны быть оставлены на усмотрение ИИ. Например, такие задачи обработки изображений, как широкоугольная визуализация и SLAM (одновременная локализация и отображение), лучше выполняются с помощью традиционных алгоритмов компьютерного зрения. После очистки изображений они передаются в движок ИИ. ИИ также лучше подходит для выполнения таких функций, как сегментация, обнаружение и классификация объектов.

Но самые большие улучшения в NeuPro-S связаны с его оптимизированной конструкци-




Источник: Ceva

*Рисунок 2. NeuPro-S, одноядерная системная диаграмма*

* Одновременная локализация и отображение CEVA.
** Стандартная библиотека функций на базе OpenCV для обработки зрения, полностью оптимизированная для семейства CEVA-XM и NeuPro.
*** Пакет ПО CEVA-VX для широкоугольной визуализации.
**** Открытая программная библиотека для машинного обучения Tensor-Flow, платформа глубокого обучения с открытым исходным кодом Caffe.
***** Открытая библиотека ПО для построения нейронных сетей глубокого обучения (Open Neural Network Exchange).
****** IP-процессор обработки изображений и компьютерного зрения пятого поколения от Ceva, обеспечивающий возможности глубокого обучения и ИИ для встраиваемых систем с низким энергопотреблением, предназначенных для интеллектуальных приложений на массовом рынке.
******* Уплотнение (мультиплексирование) с разделением сигналов по длинам волн (wavelength-division-multiplexing).
******** Технология ввода–вывода данных через интерфейс ДОЗУ с удвоенной скоростью (double data rate).

ей памяти. Расширяя поддержку многоуровневых систем памяти, NeuPro-S сокращает число и объем дорогостоящих передач с внешним синхронным ДОЗУ (СДОЗУ), в то же время предоставляя несколько вариантов снижения объема памяти, выделяемой виртуальной машине при запуске ОС. В частности, снижение объема памяти достигается путем переобучения и сжатия через CDNN (автономно) и декомпрессии через механизм NeuPro-S (в масштабе реального времени). Кроме того, благодаря беспрепятственному использованию кэш-памяти второго уровня (L2) улучшается внутренняя память. Также имеется надежный прямой доступ к памяти и локальной системе памяти, что оптимизирует параллельную обработку. Это означает, что NeuPro-S не получает питание от основного процессора.

Все эти решения по оптимизации памяти обеспечивают, по мнению экспертов, в среднем на 50% более высокую производительность и на 30% более низкое энергопотребление по сравнению с процессором ИИ первого поколения CEVA.

## В ЧЕМ ВЫГОДА ИНТЕРФЕЙСА ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ CDNN-INVITE?

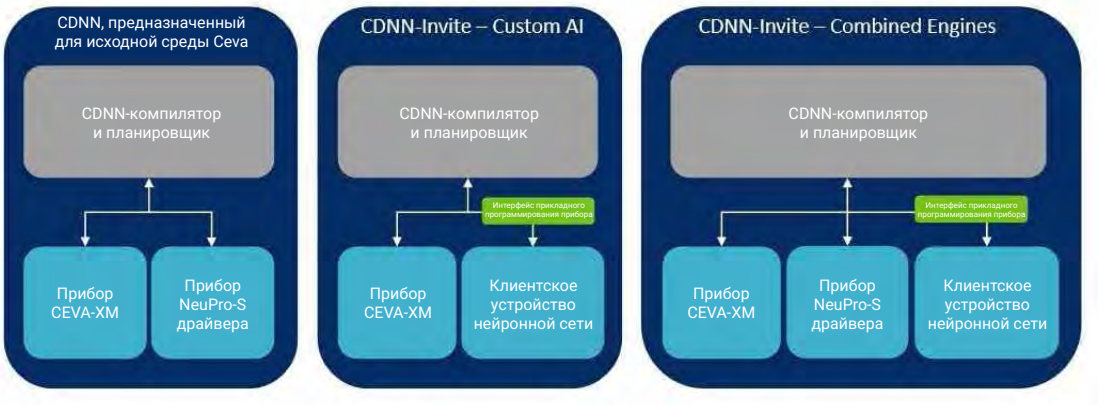
Остается неясным, кто именно среди автопроизводителей разрабатывает свои собственные робокары или «системы-на-кристалле» для перспективных систем помощи водителю (ADAS).

Блок-схемы SoC для автономных транспортных средств разрабатываются каждым крупным производителем автомобилей. Корпорация Tesla не одинока, каждый автопроизводитель хочет контролировать свою судьбу. Возможно, эти автопроизводители просто наращивают свои внутренние знания о SoC для автономного транспорта. Такие работы могли бы помочь им лучше судить о том, какие SoC для автономных транспортных средств следует использовать в будущем. Однако представители Linley Group заявили, что не знают о других автопроизводителях, разрабатывающих собственные автомобильные ИС с ИИ. В то же время у поставщиков более низкого уровня, таких как производители датчиков, это довольно распространенная тенденция – возьмем, к примеру, фирму Ambarella, создающую собственные ИИ-ИС для камер ADAS.

В Ceva ясно дают понять, что видят растущее разнообразие нейронных сетей и процессоров для конкретных приложений, часть из которых разрабатывается автопроизводителями. По словам представителей компании, необходимость применения сторонних ИС для нейронных сетей побудила Ceva разработать интерфейс прикладного программирования CDNN-Invite (рис. 3).

Признавая роль растущего сообщества новаторов в нейронных сетях, представители Ceva заявили, что цель интерфейса прикладного программирования CDNN-Invite состоит в том, чтобы сторонние процессоры нейронных сетей получали пользу от использования надежных и простых технологий компилятора CDNN.

Существует тенденция к созданию более уникальных ИИ-движков, но это характерно скорее для процессоров смартфонов, чем для




Источник: Ceva

*Рисунок 3. Примеры архитектуры CDNN*

## В ЦЕНТРЕ ВНИМАНИЯ: MEDIATEK

**MediaTek Inc.** – fabless-фирма, специализирующаяся на разработке компонентов для беспроводной связи, оптических систем хранения данных, GPS-систем, телевидения высокой четкости, DVD-проигрывателей и др.

**Дата основания:** 28 мая 1997 г.

**Штаб-квартира:** г. Синьчжу, Тайвань, Китайская Республика.

**Годовой доход:** 238,1 млрд новых тайваньских долларов (7,676 млрд долл.).

**Сфера производства:** микроэлектроника (ИС).

**Количество сотрудников (2018 г.):** более 17 тыс. чел.

**Основные предоставляемые сервисы:** поставки «систем-на-кристалле» и специализированных ИС (ASIC), системное проектирование и эталонные конструкции.

**Деятельность в других сферах:**

**Автономное вождение**

В сфере автономного вождения MediaTek предлагает усовершенствованные визуальные системы помощи водителю (Vision Advanced Driver-Assistance System, V-ADAS). Системы V-ADAS используют датчики изображений, облегчающие водителям возможность обнаруживать людей и предметы и принимать безопасные и эффективные решения.

К основным функциям и элементам V-ADAS относятся:

- помощь при парковке;
- предупреждение о выходе из полосы движения;
- системы предотвращения столкновений;
- универсальные блоки обработки видеоданных (VPU).

VPU могут обрабатывать большие объемы данных в реальном масштабе времени, обеспечивая высокий уровень функциональности при низком энергопотреблении.

**Интернет вещей**

В сфере Интернета вещей компания предлагает, в частности, так называемый AIoT (ИИ + Интернет вещей). Сюда относятся решения для умных домов, умных городов и умных промышленных предприятий.

Компания расширяет возможности заказчиков с помощью эталонных решений для программных пакетов и аппаратного обеспечения, обеспечивающих высокую производительность вычислений, низкое энергопотребление и стабильные платформы связи для целевых рынков.

**Мобильные технологии**

В сфере мобильных технологий компания MediaTek предлагает чипсеты Helio G, Helio X, Helio P, Helio A. Основное назначение серии чипсетов MediaTek Helio P – оптимизация «систем-на-кристалле» для повышения эффективности использования батареи без чрезмерного снижения производительности и удобства пользователей.

автомобилей. Так, корпорации Apple, Huawei, Qualcomm, MediaTek и Samsung создали собственные ускорители, которые при этом не связаны с чем-то другим, представляя собой законченные архитектурные проекты. Huawei и MediaTek уже объединяют свои уско-

## ТАБЛИЦА
## NEUPRO-S, ОПЦИИ ПРОЦЕССОРА ИИ

| Наименование товара | Конфигурация управления доступом к среде | | | Целевой рынок |
|---|---|---|---|---|
| NPS4000 | 8x8 | 16x8 | 16x8 | Высокоточные краевые вычисления, видеонаблюдение и автономное вождение |
| NPS2000 | 4096 | 2048 | 512 | Смартфоны, видеонаблюдение, роботы и БПЛА |
| NPS1000 | 1024 | 512 | 256 | Смартфоны среднего класса, ADAS, промышленные приложения и гарнитуры дополненной и виртуальной реальности |
| Автономные специализированные процессоры ИИ, масштабируемые по производительности для широкого круга конечных рынков | | | | |

Источник: Ceva

рители с ядрами Cadence Vision на одной ИС, поэтому в том, что касается рынка интеллектуальных процессоров для смартфонов, у разработки IP-ядер Ceva для ИИ вряд ли есть перспектива. Если у компаний – производителей интеллектуальных процессоров для смартфонов есть собственный движок, они не нуждаются в лицензировании СФ-ядер и СФ-блоков сторонней фирмы.

Ceva, однако, ожидает, что ее клиенты воспользуются возможностью масштабировать производительность, которую предлагает NeuPro-S для работы на более широких конечных рынках – от смартфонов, ADAS, промышленных применений, гарнитур дополненной[15] и виртуальной реальности до систем видеонаблюдения, роботов, БПЛА и систем автономного вождения (таблица).

# ДОСТУПНОСТЬ

Представители Ceva отметили, что NeuPro-S уже доступен и лицензирован ее ведущими клиентами в области автомобильных и потребительских камер. CDNN-Invite, как ожидается, станет доступен для ведущих клиентов и для общего лицензирования к концу 2019 г.

*Yoshida Junko. Ceva Goes Automotive with New AI Core & 'Invite' API. EE Times magazine, September 17, 2019: https://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1335109&page_number=1*

# На пути к беспилотным автомобилям

*Ключевые слова: 5G, беспилотные автомобили, автомобильный Ethernet, подключенные автомобили.*

*Сочетание автомобильных и высокопроизводительных сетевых коммуникаций 5G, более мощных антенн и автомобильного Ethernet станет важным компонентом эволюции автономных транспортных средств.*

Согласно прогнозам, к 2020 г. силовые и электрические компоненты, датчики, камеры, радары, GPS и другие системы в новых моделях транспортных средств будут генерировать 4 Тбайта данных за полтора часа – среднее время, которое большинство людей проводит за рулем каждый день. Считается, что связь между транспортными средствами V2V и V2X с окружающей инфраструктурой и другими автомобилями на дороге существенно увеличит скорость передачи и прогнозируемый поток данных.

Подключенные и автономные транспортные средства имеют много общих черт с человеческим телом. Это очень сложные структуры, предназначенные для передачи сообщений по множеству путей. К примеру, человеческий мозг содержит около 100 млрд нейронов, постоянно передающих электрохимические сигналы мышцам и органам. В то же время импульсы, воспринимаемые через сенсорные рецепторы, передаются обратно в мозг, позволяя телу действовать и реагировать. Аналогичным образом беспилотное вождение требует применения высоких технологий для прогнозирования внутренних и внешних помех и реагирования на них в реальном времени. В недалеком будущем автомобильный Ethernet и высокопроизводительные системы связи 5G сформируют «нервную систему» подключенных и автономных транспортных средств.

## АВТОМОБИЛЬНЫЙ ETHERNET УВЕЛИЧИВАЕТ ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ

На пути к коммерчески доступным сетевым коммуникациям 5G и полностью автономным дорогам автопроизводители должны решать множество вопросов, связанных с безопасностью, и преодолевать технические трудности. Уменьшение задержки передачи данных – один из наиболее важных шагов для обеспечения быстрой реакции автомобиля на внутренние и внешние сигналы.

Беспилотный автомобиль должен продолжать эволюционировать, чтобы обеспечить максимальную безопасность водителя и других людей на дороге, не основываясь при этом на данных, полученных от других транспортных средств или инфраструктуры. Данные должны предоставляться сотнями датчиков и гибкой нейронной системой автомобиля.

Источник: https://www.electronicdesign.com/automotive/roaddriverless-cars

*Автомобильный Ethernet поможет достичь высоких скоростей, которые необходимы для обработки данных беспилотного транспортного средства*

Ethernet успешно используется во многих отраслях промышленности. Автомобильный Ethernet позволит обеспечить высокую скорость передачи данных. В настоящее время автомобильные сети передачи данных имеют скорость до 10 Гбит/с. Масштабируемый автомобильный Ethernet может обеспечить более высокую пропускную способность и более быструю обработку сигналов, необходимые для автономного вождения. Плюс ко всему, Ethernet должен быть бесперебойным и надежным. Многоуровневый подход к обеспечению безопасности должен включать в себя функции гипервизора, чтобы платформа могла одновременно запускать несколько виртуальных приложений, используя такие показатели улучшения безопасности, как многозональность, отказоустойчивость и избыточность.

Оснащение транспортных средств избыточным количеством проводов может помочь защитить от частичного отказа автомобильной системы, облегчая тем самым непрерывную работу всего механизма. Кольцевое расположение кабелей – еще один способ повысить надежность Ethernet, позволяющий отдельным компонентам поддерживать связь друг с другом, даже если в одной точке механизма происходит сбой.

Другая критически важная задача автомобильного Ethernet – быстрая и надежная передача данных, связанных с безопасностью. Эта особенность поможет автомобилю работать автономно, особенно в местах с плотным трафиком. В такой системе данные передаются автомобилю через антенны, предназначенные для быстрой подачи внешних данных на бортовой компьютер.

Помимо обеспечения связи между устройствами внутри машины, антенны служат для обмена данными с другими транспортными средствами и инфраструктурой, являясь

своего рода «голосом и ушами» автомобиля во внешнем мире. В качестве примера можно привести машину скорой помощи, которая передает сигнал о своем присутствии по беспроводной связи, чтобы окружающие транспортные средства освободили дорогу.

## ИНФРАСТРУКТУРА И КОММУНИКАЦИИ 5G – КЛЮЧ К ВНЕДРЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЙ

Для удовлетворения растущего спроса на пропускную способность каналов передачи данных в автомобилях потребуется более мощная интеллектуальная инфраструктура и сети. Существующим сетям 4G не хватает пропускной способности и скорости, необходимых для удовлетворения требований к объему передаваемых данных в беспилотном транспортном средстве. Радиоволны от устройств 4G отправляются на вышку сотовой связи и лишь затем поступают обратно в транспортное средство, что приводит к недопустимой задержке передачи данных.

Из-за недостатка пропускной способности канала передачи данных информация с датчиков в современных автомобилях передается в сильно обработанном состоянии. Доступная в настоящее время пропускная способность каналов обычно составляет несколько сотен килобит на транспортное средство. Этого достаточно для подключенного автомобиля сегодня, однако для реализации полностью автономных транспортных средств потребуется, чтобы автомобили могли получать больше данных с датчиков, как обработанных, так и необработанных, что делает необходимым повышение пропускной способности.

По прогнозам международной консалтинговой компании McKinsey, операторы во всем мире будут продолжать инвестировать в мо-

Источник: https://www.electronicdesign.com/automotive/roaddriverless-cars

*Продолжается разработка деталей для стандарта 5G V2X, включая антенны для обработки высоких частот*

дернизацию инфраструктуры, чтобы обеспечить прогнозируемый ежегодный рост трафика данных на 20–50%. Технология 5G, предназначенная для дополнения сетей 4G, по прогнозам, увеличит скорость передачи данных со 100 Мбит/с до 10 Гбит/с или более, а также значительно улучшит пропускную способность, производительность и надежность.

Помимо повышения объема передаваемых данных, 5G может уменьшить задержку при их передаче. Долгая задержка передачи данных мешает бесперебойной совместной работе двух устройств. В некоторых ситуациях ожидается, что 5G уменьшит задержку в 50 раз.

Расширение сетевой инфраструктуры 5G в конечном итоге позволит повсеместно распространять беспилотные автомобили, обмениваться данными между транспортными средствами для повышения их производительности. Расширение инфраструктуры также поможет повысить безопасность транспортных средств. В идеале автономное транспортное средство будет способно принимать необработанные данные, поступающие от датчиков, других транспортных средств и инфраструктуры, в количестве, равном пропускной способности внутри транспортного средства.

Предполагается, что каждый производитель будет реализовывать собственные алгоритмы для обработки этих данных. Для этого потребуются потоки данных, достигающие гигабитных объемов. Другие сценарии, предусматривающие передачу больших объемов данных, включают в себя загрузку современных карт с высоким разрешением, которые будут показывать строительные площадки, аварийные участки на дороге и другие препятствия, требующие быстрой реакции транспортного средства.

## УСИЛИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО СЕКТОРА ПО РАЗРАБОТКЕ СТАНДАРТА 5G V2X

Чтобы использовать требуемые уровни пропускной способности, автомобильные антенны должны охватывать больший частотный диапазон. Ряд отраслевых компаний в настоящее время разрабатывают новый стандарт для автомобильных антенн. Ожидается, что стандарт 5G V2X обеспечит пропускную способность в несколько сотен Мбит/с при пропускной способности в несколько Гбит/с. Эксперты прогнозируют, что первые продукты с поддержкой 5G V2X появятся на рынке в ближайшее время и полностью обеспечат беспилотное вождение к 2025 г.

Частотный диапазон для 5G V2X представляет собой еще одну важную техническую проблему. Во всем мире нет доступного диапазона частот ниже 60 ГГц, который мог бы передавать необходимый объем данных. Более высокие частоты доступнее, так как определенные технические трудности с их использованием ограничивают их коммерческую привлекательность. Чем выше частота, тем больше потери при передаче и обработке информации. Микросхемы становятся меньше и требуют дорогих компонентов для разработки, испытательное оборудование также становится дороже. Даже атмосферный кислород может стать проблемой, потому что молекулы $O_2$ колеблются на частоте 60 ГГц, поглощая энергию.

Эти проблемы можно решить с помощью антенной технологии. Вместо того чтобы «тратить» энергию, отправляя изотропный сигнал, антенная решетка может направлять энергию непосредственно на другое устройство. Направление может меняться, если два устройства движутся параллельно друг другу. Направленные антенны могут принимать и отправлять сигналы, будучи подключены и к друг другу, и к компьютерам транспортного средства, с использованием автомобильного Ethernet для передачи данных в автомобиле.

# ПОДГОТОВКА К СОЗДАНИЮ БЕСПИЛОТНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ И ПОДДЕРЖИВАЮЩИХ ДАННЫЙ ФОРМАТ ДОРОГ

Многие автопроизводители уже выпустили прототипы беспилотных транспортных средств, другие планируют сделать это в ближайшее время. Volvo уже тестирует автомобили на шведских дорогах, Daimler получила разрешение на тестирование беспилотных автомобилей на улицах Пекина, а также планирует совместно с Bosch пилотировать в Сан-Франциско высокоавтоматизированные гоночные автомобили. В 2018 г. General Motors объявила об инвестициях в разработку беспилотного автомобиля пятого уровня (без рулевого колеса, педали газа или тормоза). Ford намерена запустить беспилотные автомобили в 2021 г.

В 2018 г. автомобили с улучшенными возможностями коммуникации и связи составляли почти 39% рынка США. По оценкам, к 2020 г. на дорогах будет 250 млн подключенных автомобилей, а к 2022 г. доля таких автомобилей на рынке превысит 80%. По прогнозам ABI, к 2025 г. будет выпущено до 8 млн беспилотных автомобилей.

Тем не менее технологическим лидерам и автопроизводителям предстоит решить ряд проблем, чтобы представить рынку безопасные и надежные автомобили и привлечь к ним внимание водителей. Согласно недавнему опросу, проведенному Американской автомобильной ассоциацией, более 70% водителей в США выразили страх перед поездкой на беспилотном автомобиле.

Технология беспилотного вождения для своего совершенствования нуждается в интегрированной высокоскоростной и широкополосной передаче сигналов, возможности определения приоритетов сетевого трафика, масштабируемости систем и безопасности. Для поддержки этих требований необходим постоянный рост числа мощных антенн, развитие автомобильных и облачных вычислений, автомобильного Ethernet и высокопроизводительных сетей 5G.

*Dornbusch Guido, Bormuth Alex, Dr. Duzdar Ayman. On the Road to Driverless Cars. Electronic Design, September 12, 2019: https://www.electronicdesign.com/automotive/road-driverless-cars*

# УЗ-преобразователь как средство диагностики инфекции среднего уха

*Ключевые слова: емкостный микромеханический ультразвуковой преобразователь, отоскоп, ультразвуковой преобразователь.*

*Институт фотонных микросистем Общества Фраунгофера (г. Дрезден, ФРГ) и компания OtoNexus Medical Technologies (г. Сиэтл, шт. Вашингтон, США) намерены в скором времени представить новый ультразвуковой датчик, способный осуществлять быструю и надежную диагностику инфекции среднего уха. Датчик будет встраиваться в отоскоп и поможет врачам решить, действительно ли необходим курс антибиотиков – снижение их применения считается перспективным направлением, так как помогает снизить нагрузку на здоровье пациента и замедлить адаптацию к антибиотикам бактерий, вирусов и микробов.*

В случаях инфекции среднего уха, особенно среди младенцев и детей младшего возраста, антибиотики являются основным средством лечения. Тем не менее оборудование, используемое для диагностики подобных заболеваний, не модернизировалось уже в течение многих десятилетий. В результате врачи могут поставить только ориентировочный диагноз, как правило субъективный и неточный. В среднем точность диагностики инфекции среднего уха составляет всего 50%, особенно когда речь идет о разграничении бактериальной и вирусной инфекции. Это означает, что многим детям прописывают антибиотики без необходимости, что, в свою очередь, способствует росту резистентности к антибиотикам штаммов бактерий и вирусов по всему миру. Новый тип ультразвукового преобразователя, разработанный в Институте фотонных микросистем Общества Фраунгофера, способен решить данную проблему. Для точной диагностики инфекции среднего уха (также известной как средний отит) используется ультразвуковое исследование через воздушную среду. Американская корпорация OtoNexus Medical Technologies разработала отоскоп (см. рисунок), в который встраивается УЗ-преобразователь их немецких коллег. В настоящее время прибор проходит клинические исследования. Педиатры и другие врачи смогут использовать его для исследования наружного слухового канала, в частности области за барабанной перепонкой. Всего за несколько секунд они смогут определить, есть ли воздух или жидкость в среднем ухе, и охарактеризовать эту жидкость, что позволит им различать стадии болезни и определять подходящее лечение.

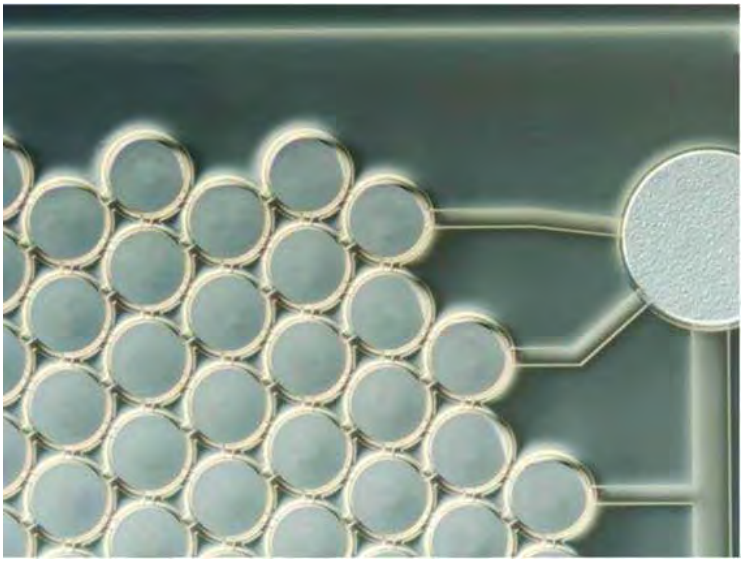
## ЭХОСИГНАЛ ВЫЯВЛЯЕТ СТЕПЕНЬ ЗАРАЖЕНИЯ

Классический отоскоп – это оптическая система, которая не менялась долгие годы. Однако, будучи оснащен новым УЗ-преобразователем, который является и передатчиком, и приемником, он предоставит диагностам новые возможности и функции. Датчик излучает УЗ-импульсы и улавливает эхо, отраженное от барабанной перепонки. На основании этих данных устройство генерирует показания, информирующие врача о стадии развития инфекции.

Инновационный преобразователь предназначен для работы через воздушную среду. Он имеет конденсатор, образованный двумя электродами, разделенными небольшим воздушным зазором. Один из этих электродов гибкий, его вибрации используются для передачи УЗ-импульсов. Когда эхосигнал от излученного импульса попадает на гибкую мембрану, результирующая вибрация преобразуется в обнаруживаемый электрический сигнал. Собственное ПО, разработанное OtoNexus Medical Technologies, анализирует эхосигнал. Первоначальные клинические исследования подтвердили точность анализа. Другими словами, чтение результата дает врачам надежные основания для диагностики инфекции среднего уха.

## МИНИАТЮРНОСТЬ И ПРИГОДНОСТЬ ДЛЯ МАССОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ультразвуковой преобразователь представляет собой так называемый емкостный микромеханический УЗ-преобразователь (capacitive micromachined ultrasonic transducer, CMUT). Он изготавливается на кремниевой пластине с помощью технологии специализи-



Источник: https://www.i-micronews.com/ultrasound-sensor-aids-diagnosis-of-middle-ear-infection/

*Емкостный микромеханический ультразвуковой преобразователь*

## МНЕНИЕ ЭКСПЕРТА

В практике ЛОР-врачей, особенно работающих с детьми, часто возникает вопрос о наличии или отсутствии экссудата за барабанной перепонкой, что позволяет более качественно подходить к выбору лечения, в том числе и возможной антибиотикотерапии. При осмотре пациентов используется отоскоп, но он позволяет только визуализировать барабанную перепонку, и нет возможности достоверно оценить состояние барабанной полости. При выходе на рынок прибора, который совместит функции отоскопа и ультразвуковой диагностики барабанной полости, появится возможность более качественно и быстро проводить диагностику заболеваний уха.

*Эдуард Маслов, кандидат медицинских наук, руководитель клиники ЛОР-заболеваний для взрослых и детей в КДЦ МЕДСИ на Красной Пресне, главный специалист МЕДСИ по оториноларингологии, врач-оториноларинголог*

рованных микроэлектромеханических систем (MEMS), разработанной в Институте фотонных микросистем Общества Фраунгофера. Преобразователь имеет низкое энергопотребление и может быть изготовлен с малыми затратами на производство. Кроме того, в отличие от традиционных керамических пьезоэлектрических УЗ-преобразователей, новый MEMS-преобразователь характеризуется миниатюрностью. Это его главное преимущество, так как прибор меньшего размера легче интегрировать в отоскоп.

Новый отоскоп пока находится в стадии разработки, его выход на рынок ожидается через несколько лет.

Использование нового MEMS-датчика не ограничено медицинскими применениями. Например, УЗ-преобразователи могут быть встроены в смартфоны и планшетные ПК для управления жестами или установлены в транспортных средствах для контроля бортовых информационно-развлекательных систем, а также выполнять различные функции в робототехнике, включая измерение расстояния.

*Ultrasound Sensor Aids Diagnosis of Middle-Ear Infection. I–Micronews, September 12, 2019: https://www.i-micronews.com/ultrasound-sensor-aids-diagnosis-of-middle-ear-infection/*

# IMEC расширяет ассортимент кремниевой фотоники для ЦОД следующих поколений

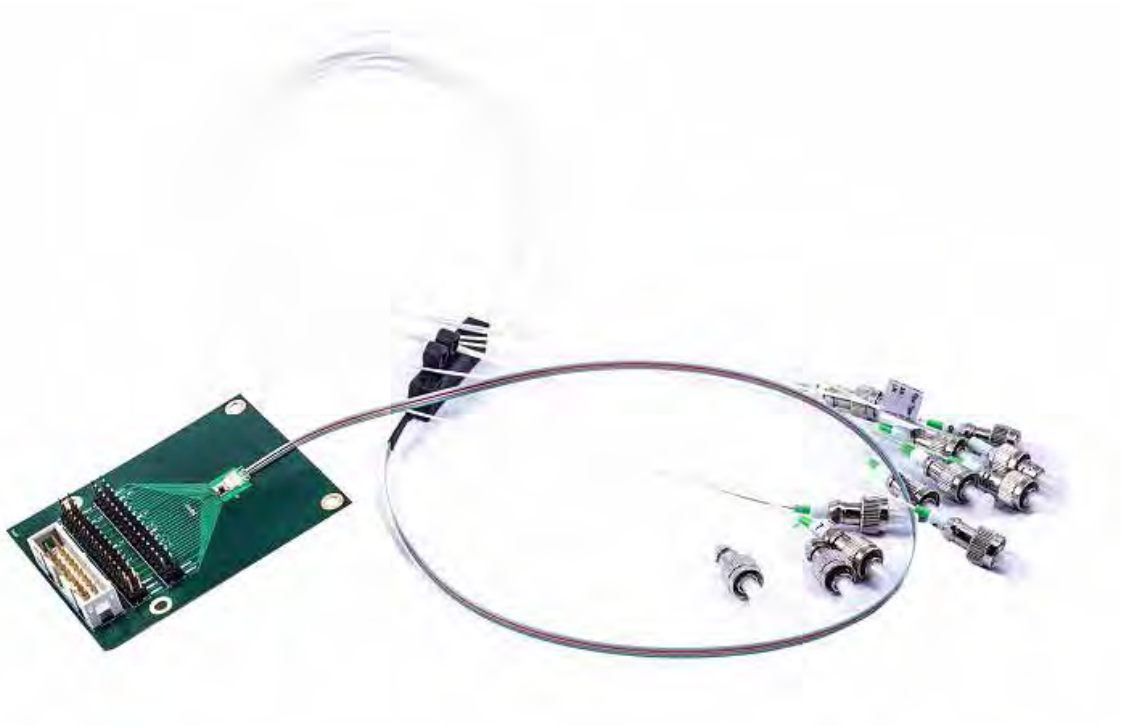
*Ключевые слова: кремниевая фотоника, межсоединения, пропускная способность, технология TSV, ЦОД.*

*На Европейской выставке-конференции по волоконно-оптическим технологиям ECOC-2019 Межуниверситетский центр микроэлектроники (IMEC, г. Левен, Бельгия) представил результаты своих работ в области кремниевой фотоники. Продемонстрированные строительные блоки помогают создавать оптические линии связи со скоростью передачи данных 400 Гбит/с и выше, а также совместно корпусированную оптику в переключателях ЦОД следующего поколения. Основными пунктами презентации стали: прототип приемопередатчика, реализованный по смешанной технологии, включающий как КМОП-элементы, так и элементы кремниевой фотоники с высокой плотностью передачи данных (Тбит/с/мм$^2$), а также использующий технологию TSV; маломощный передатчик на основе кремниевой фотоники, использующий импульсно-амплитудную модуляцию (PAM-4), обеспечивающую скорость передачи 106 Гбит/с; высокоскоростной Ge/Si-фотоприемник на лавинном фотодиоде; сверхширокополосные одномодовые волоконно-оптические соединители с низкими потерями.*

Работы проводились IMEC совместно с IDLab и Photonics Research Group – исследовательскими лабораториями IMEC в Гентском университете.

Экспоненциальный рост Интернета и связанных с ним приложений подтолкнул ЦОДы к развертыванию оптических межсоединений с непрерывно увеличивающейся производительностью и уменьшающимся потреблением энергии и занимаемой площади. В течение нескольких следующих лет оптические линии ЦОДов будут модернизированы до пропускной способности 400 Гбит/с путем объединения в одном канале четырех линий с пропускной способностью 100 Гбит/с и импульсно-амплитудной модуляцией PAM-4. Как следствие, совокупная пропускная способность одного переключателя ЦОДа увеличится до 51,2 Тбит/с, что потребует применения приемопередатчика, реализованного по технологии кремниевой фотоники с высокой плотностью передачи данных, совместно корпусированного с КМОП-схемой переключателя (см. рисунок) при помощи TSV[16]-технологии.

Чтобы помочь промышленности удовлетворить сложные требования масштабирования, IMEC и ее исследовательские лаборатории в Гентском университете разрабатывают ключевые технологические блоки, используя платформы кремниевой фотоники на пластинах диаметром 200 и 300 мм в сочетании с высокоскоростной электроникой. Прово-



Источник: https://www.imec-int.com/en/home

*Прототип приемопередатчика, реализованного по смешанной технологии «КМОП-на-FinFET[17] + кремниевая фотоника», интегрированных при помощи TSV*

димые ими программы НИОКР позволили существенно улучшить технологии кремниевой фотоники как на уровне интеграции процессов и разработки отдельных компонентов, так и на уровне субсборочных узлов. Представители IMEC готовы поделиться своими достижениями с промышленностью и научным сообществом. Центр рассчитывает и впредь помогать производителям средств связи в Европе и за ее пределами решать ключевые проблемы разработки технологии оптических межсоединений следующего поколения.

Одно из важных достижений, которые IMEC представила на ECOC, – первая гибридная технология, сочетающая FinFET-КМОП и кремниевую фотонику для изготовления передатчиков, интегрируемых при помощи TSV. Работая со скоростью передачи данных 40 Гбит/с без возвращения к нулю (NRZ, одиночная линия), этот прототип сочетает в себе сверхнизкое энергопотребление с впечатляющей (1 Тбит/с/м$^2$) плотностью передачи данных, что дает возможность создавать сверхплотную совместно корпусируемую оптику в переключателях ЦОД следующего поколения.

IMEC и Гентский университет также представили передатчик со скоростью 106 Гбит/с, который в качестве формата модуляции использует PAM-4. Этот четырехуровневый формат модуляции был недавно принят промышленностью в качестве предпочтительного формата модуляции для однополосной передачи 53 Гбд на расстояние более 500 м. По сравнению с другими передатчиками PAM-4, в решении IMEC не используется эквалайзер или цифровая обработка сигналов, а интегрируется два параллельных Ge/Si-электроабсорбционных модулятора. В результате получается чрезвычайно компактный передатчик с малым энергопотреблением (1,5 пДж/б), способный передавать данные по одномодовому оптоволокну на расстояние более 1 км со скоростью 106 Гбит/с.

Также IMEC продемонстрировал улучшенные конструкции сверхширокополосных одномодовых волоконно-оптических соедините-

лей с низкими потерями на основе гибридной фотонной Si/SiN-платформы. Инновации в стеке слоев привели к повышению эффективности связанности волокон более чем на –1,5 дБ по сравнению со стандартными одномодовыми волокнами для работы в диапазонах O (от 1260 до 1360 нм) и C (4–8 ГГц). На приемной стороне представлен высокоскоростной Ge/Si-фотоприемник на лавинном фотодиоде с коэффициентом усиления 8 и 32 ГГц. Эти лавинные фотоприемники демонстрируют большой потенциал улучшения чувствительности и запаса оптической линии при скорости передачи данных 40 Гбит/с и выше.

*IMEC Extends Silicon Photonics Portfolio Targeting Next-Generation Data Center Interconnects. I-Micronews magazine, September 23, 2019: https://www.i-micronews.com/imec-extends-silicon-photonics-portfolio-targeting-next-generation-data-center-interconnects/*

# Запущен Wi-Fi 6

*Ключевые слова: Wi-Fi 6, скорость, Интернет вещей, передача данных, новый стандарт.*

*Новое поколение Wi-Fi будет лучше справляться с беспроводной передачей данных в многолюдных местах и поможет повысить производительность Интернета вещей.*

16 сентября 2019 г. Wi-Fi Alliance, некоммерческая организация, которая занимается продвижением технологии Wi-Fi и сертифицирует соответствующие продукты, официально объявила AX Wi-Fi, также известный как 802.11ax Wi-Fi, новым отраслевым стандартом. Его самое большое преимущество по сравнению с Wi-Fi 5 заключается в способности справляться с перегрузкой сети. Помимо этого новый стандарт поможет увеличить теоретическую максимальную скорость с 3,5 до 9,6 Гбит/с.

Wi-Fi 6 поддерживает большой набор устройств и приложений и не требует сертификации. Недавно выпущенные iPhone 11 и iPhone 11 Pro уже поддерживают Wi-Fi 6.

*Fadilpašić Sead. The New Standard Is Better at Handling Crowded Networks. ITProPortal, September 17, 2019: https://www.itproportal.com/news/wifi-6-has-launched/*

# Китай видит шанс обогнать США с помощью чипов искусственного интеллекта

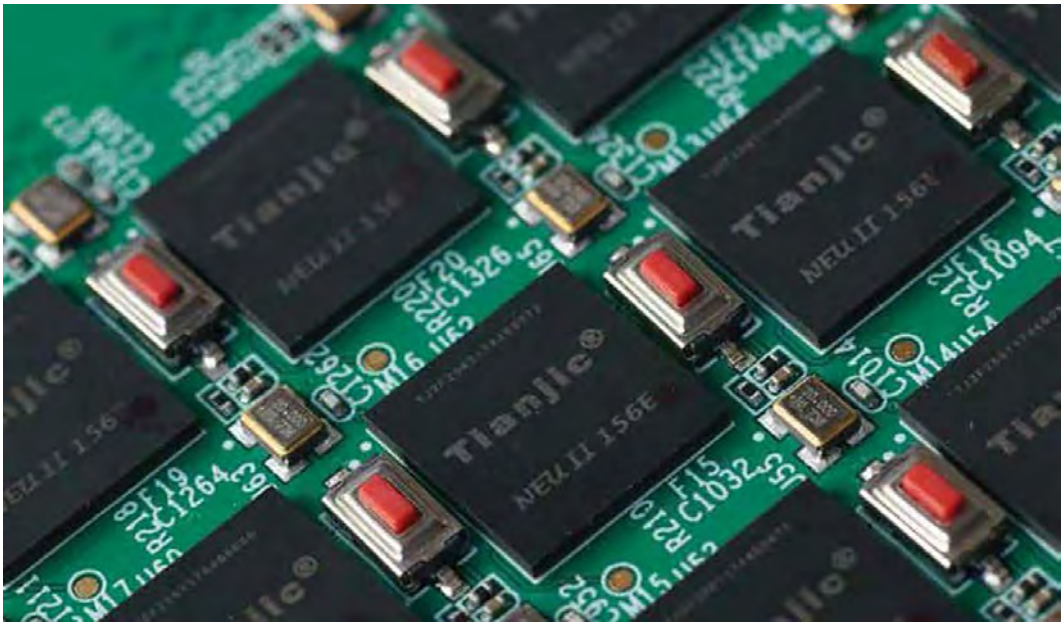
*Ключевые слова: полупроводники, китайские технологии, технологии, технологическая война США и Китая, искусственный интеллект (ИИ), микросхемы.*

*Переход компьютерных технологий к бытовым предметам, работающим на микросхемах ИИ, может помочь Китаю опередить США в технологической гонке. Американский рынок планирует держать оборону при помощи альянса государственного и частного секторов. Крупнейшие китайские технологические компании выпускают микросхемы на основе ИИ для внедрения в бизнес-стратегии (в том числе для оптимизации индустрии Интернета вещей).*

Производительность современного iPhone в 100 тыс. раз превосходит вычислительную мощность компьютера Apollo, управлявшего высадкой человека на Луну полвека назад, и в то же время выглядит ничтожной в сравнении с возможностями вычислительных машин NASA – так проявляет себя «закон Мура», согласно которому вычислительная мощность процессоров удваивается каждые два года.

Китайские полупроводниковые технологии развиваются, но так пока и не могут выйти на высший уровень. Эксперты считают, что Китай отстает от передовых технологий разработки и производства ИС примерно на 5–10 лет. Этот вопрос принципиально важен: микросхемы используются практически везде, от смартфонов до космических кораблей, и сейчас, прибегнув к масштабному финансированию исследований и разработок, Китай изо всех сил пытается догнать мировых лидеров, таких как американский Intel, южнокорейский Samsung и тайваньский TSMC, которые, в свою очередь, вкладывают в НИОКР миллиарды долларов.

При всем том в новой экономике больших данных Китай имеет преимущество благодаря огромному населению и широкому распространению ИИ – от распознавания лиц, используемого правоохранительными органами, до поиска оптимального маршрута доставки еды. Если данные – это новая нефть, то Китай – это Саудовская Аравия в области данных. Теоретически такая позиция должна способствовать разработке так называемых микросхем ускорителя ИИ для каждого отдельного приложения. А поскольку эти микросхемы будут изготавливаться по индивидуальному заказу для конкретных применений, они могут предложить превосходную производительность по сравнению с обычными микросхемами, даже если будут изготавливаться с использованием более старых (и более дешевых) технологий и оборудования, широко распространенных в Китае. Специалисты считают, что у Поднебесной есть шанс обойти США в микросхемах ИИ, которые дали местным разработчикам возможность получить реальный опыт в проектировании – от вспо-




Источник: https://www.scmp.com/tech/enterprises/article/3027775/lagging-semiconductors-china-sees-chance-overtake-us-ai-chips-5g

*Китайские исследователи во главе с профессором Университета Цинхуа Ши Лупином разработали компьютерную микросхему под названием Tianjic, которая демонстрирует гибридную архитектуру, способную поддерживать так называемый общий ИИ*

могательных систем вождения до устройств виртуальной реальности и БПЛА.

Для Китая достижение самодостаточности в технологиях, которые считаются критически важными для военной и экономической безопасности страны, приобрело еще большую актуальность после того, как правительство США в 2018 г. практически уничтожило китайскую государственную компанию по производству телекоммуникационного оборудования ZTE Corp. из-за нарушения американских санкций.

В мае 2019 г. администрация Трампа запретила американским компаниям проводить торговые операции с Huawei Technologies, мировым лидером в области сетевого оборудования 5G, по соображениям национальной безопасности. Подобная демонстрация силы – часть более обширной кампании США по ограничению китайского прогресса в передовых технологиях, способных изменить баланс военной и экономической мощи. Тревожные звонки прозвучали в Вашингтоне после того, как Пекин сформулировал свои претензии на глобальное доминирование, опубликовав план развития промышленности «Сделано в Китае – 2025».

Администрация Трампа обратилась к американскому правительству и лидерам бизнеса с призывом не дать Китаю обогнать США в усиливающейся гонке за глобальное доминирование в разработках ИИ. Именно в этом контексте ряд специалистов видит окно возможностей для Китая в ситуации с замедлением действия «закона Мура» и разработками микросхем ИИ.

Некоторые ведущие китайские технологические компании уже создали филиалы, специализирующиеся главным образом на разработке микросхем ИИ, пригодных для широкого спектра приложений, начиная от Интернета вещей (IoT) и заканчивая автономным управлением. Так, Alibaba Group Holding, китайский гигант электронной коммерции и лидер рынка облачных вычислений, в 2018 г. учредила дочернюю компанию по производству микросхем под названием T-head для создания собственных микросхем логического вывода ИИ. В июле 2019 г. компания представила свой

Источник: https://www.scmp.com/tech/enterprises/article/3027775/lagging-semiconductors-china-sees-chance-overtake-us-ai-chips-5g

*Автономный велосипед, оборудованный камерой, гироскопом, спидометром, приводными и рулевыми двигателями и микросхемой Tianjic, был использован в ходе дорожных испытаний китайскими исследователями во главе с профессором Университета Цинхуа Ши Лупином для демонстрации так называемого общего ИИ*

первый процессор – Xuantie 910, который можно использовать в таких областях, как 5G, ИИ и автономное вождение. Месяц спустя Huawei выпустила Ascend 910, назвав его «самым мощным процессором ИИ в мире». Предполагается, что процессор поможет в обучении моделей ИИ. Китайские стартапы, такие как Horizon Robotics и Cambricon, также привлекли сотни миллионов долларов венчурного капитала для разработки микросхем ИИ.

В августе группа исследователей из Университета Цинхуа (г. Пекин) создала чип Tianjic, гибридный процессор с нейроморфной архитектурой, вдохновленной человеческим мозгом, способный запускать алгоритмы глубокого обучения. Такие микросхемы более энергоэффективны, чем обычные, благодаря тому, что «срабатывают» только тогда, когда это необходимо, – как нейроны в мозге, посылающие одиночные импульсы. Чип вызвал ажиотаж в отрасли и был воспринят как прорыв Китая в области общего ИИ, потенциально позволяющий машинам понимать и учиться так же, как это делают люди. По мнению экспертов, чип можно использовать в таких областях, как автономное вождение, робототехника и автоматизация.

Базирующийся в Вашингтоне аналитический центр по инновациям в области данных поддерживает мнение о том, что Китай начал сокращать технологический разрыв относительно США, по крайней мере в области ИИ. Результаты исследования, опубликованного в августе 2019 г., показали, что в 2019 г. в Китае только одна компания входила в число 15 крупнейших в мире производителей полупроводниковых приборов, в то время как в Европейском союзе таких компаний было две, а в США – шесть (см. таблицу). Однако, если взять число фирм, разрабатывающих микросхемы ИИ в 2019 г., разрыв сократится – у США таких фирм 55, за ними следует Китай с 26 компаниями, а ЕС оказывается на третьем месте с 12 фирмами. Тем не менее даже при значительных инвестициях нет никакой гарантии, что Китай сколь-либо

## МНЕНИЕ ЭКСПЕРТА

Примечательно, что китайские авторы статьи в своих оценках достижения Китаем лидерства в области разработки микросхем ИИ оказываются скромнее, нежели американский Институт искусственного интеллекта Аллена (AI2).

Институт оценил общее количество китайских исследовательских работ в области ИИ и их качество по количеству упоминаний в других аналогичных работах исследователей в других странах

Исследование показывает, что Китай обгонит США по цитируемости в 50% научных работ в 2019 г., в 2020 войдет по цитируемости в топовые 10% научных работ, а к 2025 г. китайские работы станут наиболее цитируемы в 1% самых значимых научно-исследовательских работ по ИИ. На практике же Китай уже впереди по количеству поданных патентов в области ИИ, объемам венчурного капитала, инвестированного в ИИ, и, как уже было сказано, по цитируемости в научно-исследовательских работах во всем мире.

Кроме того, число китайских студентов, изучающих ИИ и заканчивающих университеты по всему миру, превышает общее число студентов этой специализации всех других стран вместе взятых. Можно это расценивать как «утечку мозгов», а можно счесть сознательной политикой Китая по диверсификации сбора научных знаний по всему миру. Рано или поздно такое количественное лидерство должно перейти в лидерство качественное, и тут можно согласиться с временными оценками авторов статьи.

*Роман Сулицкий, руководитель направления IT-услуг «TietoРоссия»*

существенно сократит разрыв с США в области микросхем ИИ. В первую очередь необходимо найти компромисс между стоимостью и производительностью чипов ИИ, определить «захватчиков рынка»[18], а также построить соответствующую экосистему вокруг их использования.

Ученые также работают над вопросами увеличения вычислительной мощности. В частности, исследуются свойства новых материалов, таких как углеродные нанотрубки, и возможности 3D-корпусирования. Еще одна отрасль исследований – квантовые вычисления, которые, став коммерчески доступными, сделают современные компьютеры и криптографию устаревшими. По мнению специалистов, полупроводниковая индустрия будет использовать весь имеющийся потенциал для роста как можно дольше.

На данный момент затраты на разработку пользовательских чипов ИИ по-прежнему непомерно высоки. Ожидается, что спрос на микросхемы ИИ младшего класса с простыми диалоговыми или интерактивными возможностями возрастет с распространением сверхбыстрых сетей связи 5G. Такие микросхемы

## ТАБЛИЦА
## РЕЙТИНГ ВЕДУЩИХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ КОМПАНИЙ*

| ТОП-5 компаний – производителей полупроводниковых приборов | ТОП-5 производителей микросхем |
|---|---|
| Компания (страна) | Компания (страна) |
| 1. Broadcom (США) | 1. Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC, Тайвань) |
| 2. Qualcomm (США) | 2. Samsung (Южная Корея) |
| 3. Nvidia (США) | 3. GlobalFoundries (США) |
| 4. MediaTek (Тайвань) | 4. United Microelectronics Corp. (UMC, Тайвань) |
| 5. AMD (США) | 5. Semiconductor Manufacturing International Corp. (SMIC, КНР) |

Источник: Trendforce

* По состоянию на 2019 г. SCM.

могут изготавливаться по 28-нм или 40-нм процессу – данные технологии доступны на заводе по производству микросхем Semiconductor Manufacturing International Corp. (г. Шанхай).

Фирма AI & Sensing Technology Corp., основанная в 2018 г. при поддержке TUS Financial Group, делает ставку на то, что наступающая эра Интернета вещей, когда компьютеры будут встроены во все, от детских подгузников до небоскребов, вызовет спрос на датчики. Компания, базирующаяся в Сучжоу, специализируется на исследованиях и разработках сенсорных микросхем и микросхем ИИ с низким энергопотреблением, которые могут использоваться в широком спектре приложений, включая биометрическое распознавание, дополненную и виртуальную реальность для игр, здравоохранения, картографирования городов и автономного вождения. По мнению экспертов компании, несмотря на то что чипы ИИ дают возможность Китаю наверстать упущенное, у страны слишком мало времени, чтобы тратить его впустую, поэтому необходимо уже сейчас сосредоточиться на технологиях глубокого обучения.

*Soo Zen, Dai Sarah, Jing Meng. Lagging in Semiconductors, China Sees a Chance to Overtake the US with AI Chips as 5G Ushers in New Era. Soutn China Morning Post, September, 18, 2019: https://www.scmp.com/tech/enterprises/article/3027775/lagging-semiconductors-china-sees-chance-overtake-us-ai-chips-5g*

# ГЛОССАРИЙ

1 **V2X (vehicle-to-everything)** – обобщенное название технологий связи автомобиль–автомобиль (V2V) и автомобиль–инфраструктура (V2I), одного из ключевых решений решения в среде «подключенного автомобиля». В рамках данной концепции дорожные службы, инфраструктура, автомобили, водители и другие участники движения должны сотрудничать друг с другом для обеспечения максимальной эффективности, безопасности, надежности и комфортности поездки. Связь V2X формирует важный вклад в концепцию кооперативной мобильности. Она основана на технологии радиосвязи DSRC на частоте 5,9 ГГц – двусторонней беспроводной связи малого радиуса действия, разработанной специально для движущихся объектов. В целом она позволяет автомобилям обмениваться данными с другими автомобилями и объектами дорожной инфраструктуры, подобно связи по Wi-Fi, но с использованием специальных эффективных сетевых функций.

2 **Исследовательский треугольник (Research Triangle Park, RTP)** – район в центральной части штата Северная Каролина, в графстве Дарем. Расположен между университетскими городками университетов Дьюка (Duke University, г. Дарем), штата Северная Каролина (North Carolina State University, г. Роли) и Северной Каролины (University of North Carolina, г. Чапел-Хилл), занимает более 2830 га. Создан в 1959 г. с целью привлечения в регион новых промышленных предприятий. Сегодня здесь расположены многие компании, работающие в области высоких технологий, медицинские центры и др. Более 50% из примерно 40 тыс. сотрудников (2003) компаний района работают в транснациональных корпорациях.

3 **Краевые вычисления (edge computing)** – метод оптимизации облачных вычислительных систем путем переноса обработки данных на границу сети вблизи источника данных, благодаря чему снижается трафик между датчиками и центром обработки данных. Требует использования ресурсов, не подключенных к сети постоянно (ноутбуки, смартфоны, планшетные ПК, датчики и т. п.).

4 **Закон Мура (Moore's law)** – эмпирическое наблюдение, а не природный (физический) закон, сформулированное в конце 1970-х гг. Гордоном Муром, одним из основателей и ведущих специалистов корпорации Intel. Согласно ему удвоение числа транзисторов на кристалле происходит каждые 1,5–2 года без увеличения удельной стоимости функций для конечного потребителя.

5 **Масштабирование Деннарда (Dennard scalling)** – «правила», сформировавшие основу «закона Мура» и предполагавшие, что напряжение и ток должны быть пропорциональны линейным размерам транзистора (таким образом, потребляемая мощность (производное напряжения и тока) будет пропорциональна площади транзистора) и масштабирование МОП-полевых транзисторов должно приводить к меньшему потреблению мощности.

6 **Цикл зрелости технологий корпорации Gartner (Gartner Hype cycle)** – графическое отображение распространения, адаптации и социального влияния на специалистов и общество специфических технологий. Термин был введен в оборот аналитической компанией Gartner (г. Стэмфорд, шт. Коннектикут, США).

7 **Платформа как услуга (platform as a service, PaaS)** – модель предоставления облачных вычислений, когда потребитель получает доступ к информационно-технологическим платформам, таким как ОС и СУБД, связующему ПО, средствам тестирования и разработки облачного провайдера. Вся информационно-технологическая инфраструктура, включая серверы, вычислительные сети и системы хранения, управляется провайдером, и им же опре-

деляется набор доступных для потребителя платформ и управляемых параметров. Потребитель имеет право использовать платформы, создавать их виртуальные экземпляры, разрабатывать, инсталлировать, тестировать, эксплуатировать на них прикладное ПО, динамически меняя количество потребляемых вычислительных ресурсов. Плата взимается в зависимости от уровня потребления и может тарифицироваться по объему обрабатываемых данных, времени работы приложений, количеству транзакций, сетевому трафику. Прибыль провайдера формируется за счет экономии на масштабах, когда из множества потребителей только часть активно использует вычислительные ресурсы в одно и то же время. Сюда же можно отнести использование виртуализации.

[8] **Разговорный ИИ (conversational AI)** – технология, направленная на использование в приложениях для обмена сообщениями, речевых помощниках и чат-ботах для автоматизации общения и создания персонализированного взаимодействия с клиентами.

[9] **Объясняемый ИИ (explainable AI, XAI)** – концепция, заключающаяся в том, что ИИ не только решает задачи, но и способен аргументировать свои действия.

[10] **Кремниевый завод (foundry)** – производство ИС по спецификациям заказчика с предоставлением широкого спектра услуг по использованию инструментальных средств фирм-союзников из числа поставщиков САПР, баз библиотек стандартных элементов различных fabless- и IDM-фирм (по контрактам foundry с последними), платформ и сложнофункциональных блоков (на тех же условиях) для проектирования ИС. Кремниевые заводы могут разрабатывать новейшие технологические процессы, но разработкой собственных конструкций ИС, как правило, не занимаются.

[11] **Технологический уровень (process node, technology node)** – уровень топологических норм технологического процесса (в мкм, нм), минимально достижимый размер топологических элементов.

[12] **IP-ядра (IP cores), IP-блоки (intellectual property, IP), СФ-блоки (сложные функциональные блоки), VC (virtual components – виртуальные компоненты)** – готовые блоки для проектирования микросхем (например, для построения «систем-на-кристалле»).

[13] **AutoSens (International Automotive Sensor and Perception Conference & Exhibition)** – трехдневный семинар, конференция и выставка, посвященные технологиям автономных транспортных средств. В выставке в Брюсселе участвовало более 550 инженеров и технологов. Это уже седьмая конференция мирового уровня, призванная изменить восприятие будущих технологий транспортных средств. AutoSens объединяет технологов во всех дисциплинах взаимодействия транспортных средств с сетью, что позволяет решать общие проблемы и быстрее продвигать технологии ADAS.

[14] **CEVA Deep Neural Network (CDNN)** – комплексная технология компиляции, создающая полностью оптимизированное программное обеспечение для процессоров DSP Vision CEVA-XM и процессоров NeuPro ИИ. Предназначенная для встраиваемых устройств массового рынка, CDNN включает в себя широкий спектр оптимизации сети, усовершенствованные алгоритмы квантования, управление потоком данных и полностью оптимизированные вычислительные библиотеки CNN и RNN в целостное решение, которое позволяет использовать модели ИИ, обученные в «облаке», на конечных устройствах.

[15] **Дополненная реальность (augmented reality, AR)** – технология, накладывающая изображения, сгенерированные компьютером (вычислительным устройством) на видение пользователем реального мира, предоставляющая, таким образом, сложную (смешанную) картину

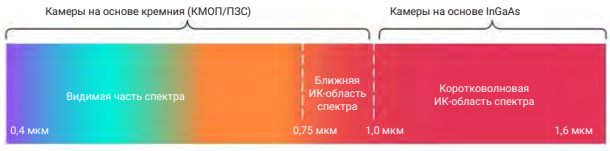
[16] **TSV (through-silicon via)** – одна из технологий 2,5- и 3D-корпусирования, предполагающая

этажерочное расположение кристаллов или ядер кристаллов с формированием межсоединений сквозь подложку ИС или кремниевую пластину с целью экономии занимаемого пространства, снижения потребляемой мощности и увеличения производительности и скорости внутрисхемной связи.

17 **FinFET** – полевой МОП-транзистор с двумя изолированными затворами, созданный на КНИ-подложке. Затвор расположен на двух, трех или четырех сторонах канала или окружает канал, формируя таким образом структуру двойного затвора. Свое название эти приборы получили из-за того, что форма области истока и стока на поверхности кремния напоминает спинной плавник рыбы (fin). FinFET-приборы характеризуются значительно меньшим временем переключения и большей плотностью тока, чем широко распространенная КМОП-технология с планарными структурами.

18 **Захватчик рынка (killer application, killer apps)** – новаторский продукт, революционная новинка (товар или услуга), с появлением которой устанавливаются новые стандарты требований в конкретной области рынка, вытесняются традиционные продукты или услуги.

## В СЛЕДУЮЩЕМ ВЫПУСКЕ:



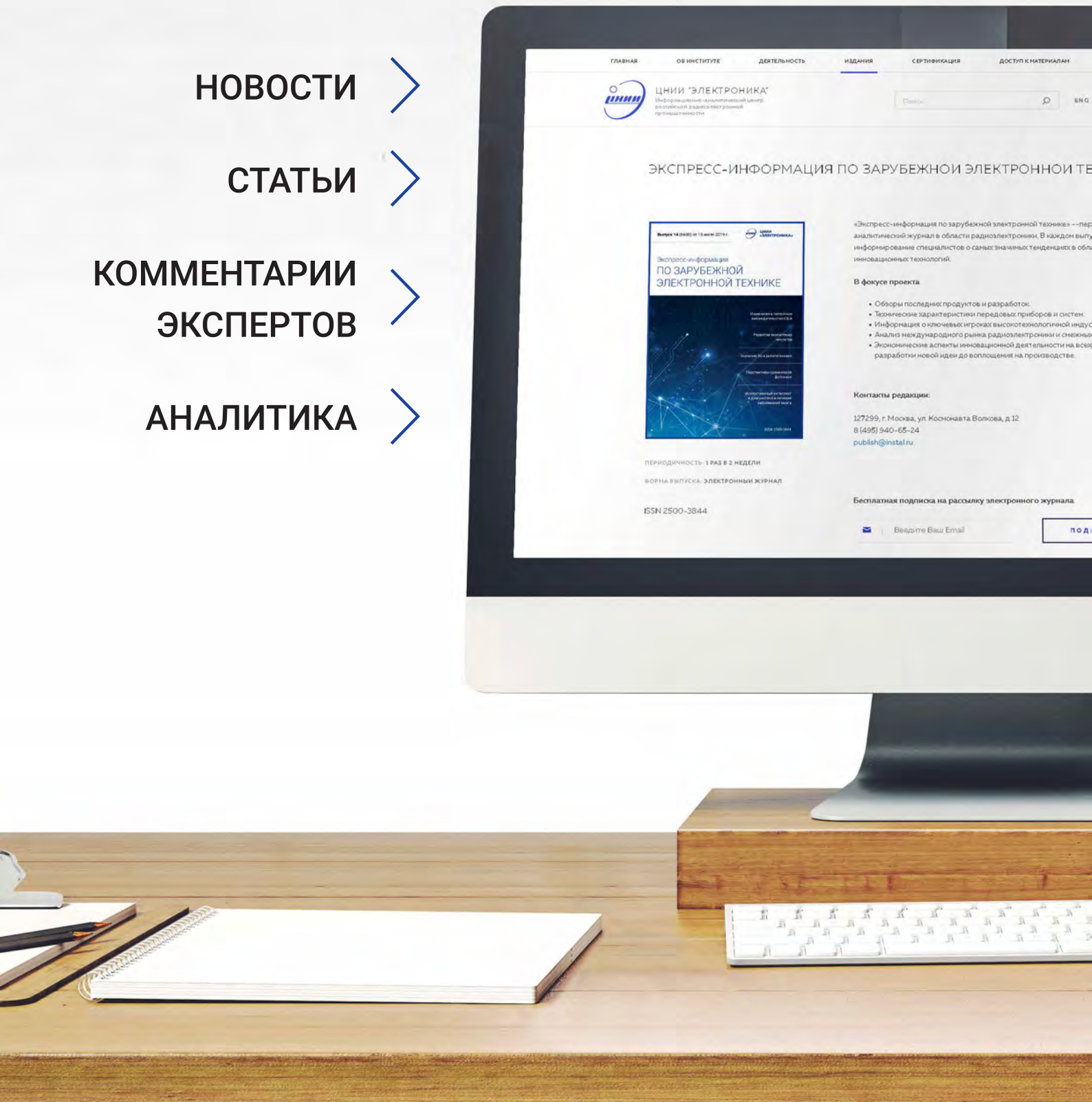

- Недавно прошедшая в Брюсселе выставка AutoSens 2019 показала, что в области автомобильных сенсорных устройств нет недостатка в инновационных решениях. Разработчики технологий, поставщики первого уровня и поставщики комплектного оборудования (OEM) все еще охотятся за средствами «надежного восприятия», способными работать в любых условиях, включая ночь, туман, дождь, снег, наледь, нефтяную пленку и т. д.
- Микрофоны сегодня есть практически везде – все дело в растущем спросе на смартфоны, приборы Интернета вещей, носимую электронику, слуховые аппараты, гарнитуры виртуальной реальности и т. п. Корпорация Vesper Technologies, поставщик пьезоэлектрических MEMS-микрофонов, увидела в этом возможность повысить продажи.
- Похоже, что распознавание жестов скоро начнет применяться в смартфонах. Тайваньский стартап KaiKuTek, занимающийся проектированием ИС, собирается стать одним из крупнейших бенефициаров в этой категории технологий человеко-машинного интерфейса. Его системы распознавания жестов используют 60-ГГц радары и изготавливаются по стандартному КМОП-процессу.

**zet.instel.ru**

# Всё о зарубежной электронной технике

НОВОСТИ

СТАТЬИ

КОММЕНТАРИИ ЭКСПЕРТОВ

АНАЛИТИКА