

ЭЛЕКТРОНИКА

ПЛЮС

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ИЗДАНИЕ

№ 5 | октябрь-ноябрь | 2020

ТЕМА НОМЕРА:

5G + 6G



ANALOG DEVICES **Hittite**
Honeywell **SICK**

ТУП «АльфаCHIP Лимитед»

Поставка электронных компонентов, средств автоматизации, компонентов для светодиодного освещения

220012, г. Минск, ул. Сурганова, 5а, 1-й этаж
Тел./факс: +375 17 366 76 01, +375 17 366 76 16
факс: +375 17 366 76 15
www.alfa-chip.com
www.alfacomponent.com
УНП 192525135

РАЗМЕЩЕНИЕ РЕКЛАМЫ В ЖУРНАЛЕ:

+375 29 3386031

БелСканту

TRON	ARMSTRONG	RENO	SAURKIS
SACOMEXE	HOWFA	PERNATA	ALFA
REALTEK	MAXIM	PROCELL	SECO
KDS	COMS	PRT	Neoway
MC	TD	CCC	AWO
SINPRO			

ООО «БелСканту»
+375 (17) 256-08-67, 398-21-62
nab@scanti.ru
www.scanti.com

Стр. 64 УНП 190813939

E-mail: synt@nitel.com
Тел.: +375 17 281 36 57

РИФТЭК СМТ
АВТОМАТИЧЕСКИЙ МОНТАЖ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

ЧУП «РИФТЭК-СМТ»
Республика Беларусь,
220090, г. Минск,
Логойский тракт, 22

УНП 192241841



Прислушиваться. Изучать. Создавать. Это наша стратегия.

Корпорация Dell обеспечивает весь мир технологиями, которые позволяют воплощать мечты в жизнь. Клиенты доверяют нашим технологическим решениям, которые позволяют им работать более эффективно, где бы они ни находились: дома, в офисе, в школе и т. д. Узнайте больше о нашей истории, целях и людях, которые воплощают в жизнь нашу стратегию, ориентированную на клиентов.



Dell EMC VxRail Hyperconverged Infrastructure



Масштабируемые процессоры
Intel® Xeon®



www.dell.com

ИЗДАЕТСЯ ПРИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКЕ ФАКУЛЬТЕТА РАДИОФИЗИКИ
И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

ЭЛЕКТРОНИКА
ПЛЮС
ЦИФУС

№5
октябрь-ноябрь 2020

Издание для специалистов, занимающихся разработкой и поставкой электроники, компонентов и другой продукции в различных отраслях промышленности. Издание знакомит специалистов с новыми достижениями и разработками в области электроники, микроэлектроники, электротехники, оптоэлектроники, энергетики, средств связи. Публикует научные статьи ученых. Размещает рекламу по теме номера.

НОВОСТИ

ГОД КРЫСЫ ПРОХОДИТ... 2

ВЫСТАВКА

«АВТОМАТИЗАЦИЯ. ЭЛЕКТРОНИКА-2021» 24-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ВЫСТАВКА «ЭЛЕКТРОТЕХ. СВЕТ-2021» + 21-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ВЫСТАВКА 8

ТЕМА НОМЕРА

ЧТО ТАКОЕ 5G, КАК ЭТО РАБОТАЕТ И ЗАЧЕМ НУЖНО? 9
РАЗДЕЛЯЯ СИГНАЛ И ШУМ. Роман Химич 13
5G ИНТЕРНЕТ – ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ И ДАТА ПОЯВЛЕНИЯ В РОССИИ 16
FACEBOOK TERRAGRAPH – ПРОЕКТ ГОРОДСКИХ ЯЧЕЙСТЫХ СЕТЕЙ НА 60 ГГц
Сергей Березин 20
5G И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ НЕСУТ НЕВИДАННЫЕ УГРОЗЫ
ДЛЯ ИНФОРМБЕЗОПАСНОСТИ. Роман Георгиев 26
ШЕСТОЕ G: КАКОЙ БУДЕТ СВЯЗЬ БУДУЩЕГО. Роман Фишман 27
6G: ВО ЧТО ПРЕВРАТИТ МИР СЛЕДУЮЩЕЕ ПОКОЛЕНИЕ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ
Татьяна Пичугина 29

ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТА

АППАРАТНОЕ УСКОРЕНИЕ ГЛУБОКИХ НЕЙРОСЕТЕЙ:
GPU, FPGA, ASIC, TPU, VPU, IPU, DPU, NPU, RPU, NNP И ДРУГИЕ БУКВЫ
Дмитрий Ватолин 31
НОВЫЙ ЭТАП РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ – ПОВЫШЕНИЕ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ ПЕРИФЕРИЙНЫХ УСТРОЙСТВ
Stephen Evanczuk 42

ОБЗОР РЫНКА

СОЗДАН ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МИКРОПРОЦЕССОР,
ПОСТРОЕННЫЙ НА БАЗЕ АРХИТЕКТУРЫ «ВЫЧИСЛЕНИЙ В ПАМЯТИ» 45
SAMSUNG МОЖЕТ НАЧАТЬ ПРОИЗВОДИТЬ ЛУЧШИЙ ПРОЦЕССОР
Артем Сутягин 46
САМЫЙ ДЕШЕВЫЙ ЭЛЕКТРОМОБИЛЬ 48
МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРВ-16 ДО УРОВНЯ ПРВ-16БМ-03 –
МОДЕРНИЗАЦИЯ ВООРУЖЕНИЙ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ 50
МОДУЛЬ ПРОЦЕССОРНЫЙ САЛЮТ-ЭЛ24ПМ 52
МИКРОСХЕМЫ EERAM КОМПАНИИ MICROCHIP СОХРАНЯТ ДАННЫЕ ПРИ ПОТЕРЕ
ПИТАНИЯ И СНИЖАЮТ СТОИМОСТЬ РЕШЕНИЯ 53

НАУКА

УСЛОВИЯ ЛАЗЕРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НАТУРАЛЬНУЮ КОЖУ С ЦЕЛЬЮ ЕЕ ПЕРФОРАЦИИ
Анисович А.Г., Кодиров Т.Ж., Содиков Н.А., Ласковнев А.П., Маркевич М.И., Журавлева В. И. 54

ПРАЙС-ЛИСТ

59

Учредитель:

ООО «ВитПостер»

Главный редактор

Бокач Павел Викторович
t6@tut.by
+375 (29) 338-60-31

Редакционная коллегия:

Председатель:

Чернявский Александр Федорович
академик НАН Беларуси, д.т.н.

Секретарь:

Садов Василий Сергеевич, к.т.н.
sadov@bsu.by

Члены редакционной коллегии:

Беляев Борис Илларионович, д.ф.-м.н.
Борздов Владимир Михайлович, д.ф.-м.н.
Голенков Владимир Васильевич, д.т.н.
Гончаров Виктор Константинович, д.ф.-м.н.
Есман Александр Константинович, д.ф.-м.н.
Ильин Виктор Николаевич, д.т.н.
Кугейко Михаил Михайлович, д.ф.-м.н.
Кучинский Петр Васильевич, д.ф.-м.н.
Мулярчик Степан Григорьевич, д.т.н.
Петровский Александр Александрович, д.т.н.
Попечиц Владимир Иванович, д.ф.-м.н.
Рудницкий Антон Сергеевич, д.ф.-м.н.

Подписано в печать 24.11.2020.

Отпечатано в типографии
ООО "ЮСТМАЖ",
ул. Калиновского, 6 Г 4/К,
220103, г. Минск
ЛП №02330/250

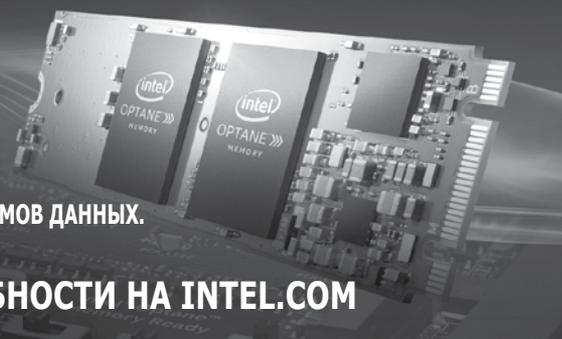
Бумага офсетная.
Тираж 299 экз. Заказ 525.

Издатель ООО «ВитПостер».
Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/99 от 02.12.2013.
E-mail: artmanager3@mail.ru

© ООО «ВитПостер», 2020

УЗНАЙТЕ, ПОЧЕМУ ТЕХНОЛОГИЯ INTEL® OPTANE™

ЯВЛЯЕТСЯ ОСНОВОЙ
ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ
И ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗНАЧИМОЙ
ИНФОРМАЦИИ В ЭПОХУ
СТРЕМИТЕЛЬНОГО РОСТА ОБЪЕМОВ ДАННЫХ.



ПОДРОБНОСТИ НА INTEL.COM

ГОД КРЫСЫ ПРОХОДИТ...

Заканчивается осень, скоро придет зима. Обычно зимой один год сменяет другой. Вот и этому году то-ли металлической, то-ли ржавой крысы скоро придет конец. Во всяком случае, восточный календарь пытается нас в этом убедить. С востока к нам раньше приходили разные идеи, а нынче все больше – посылки с «али экспресс». Ну а новости электроники приходят к нам со всех концов мира. Как обычно, пробежимся кратенько по самому интересному.

ИНТЕРНЕТ ВЫРОС ДО 370,7 МЛН ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ ДОМЕННЫХ ИМЕН

Компания VeriSign опубликовала очередной отчет с данными о количестве регистраций доменных имен. Как утверждается в отчете, по состоянию на конец третьего квартала текущего года в Глобальной сети насчитывалось 370,7 млн доменных имен, зарегистрированных во всех доменах верхнего уровня. Этот показатель соответствует росту примерно на 0,6 млн имен или на 0,2% по сравнению со вторым кварталом. В годовом выражении рост составил примерно 10,8 млн или 3,0%. На домены верхнего уровня .com и .net

приходится 163,7 млн регистраций. За год это число выросло на 6,3 млн или 4,0%. При этом лидером по количеству имен остается домен .com, в котором насчитывается 150,3 млн имен, тогда как в домене .net зарегистрировано 13,4 млн имен. Отметим, что .net – не второй по популярности домен верхнего уровня. Отступает доменам .tk (27,5 млн имен), .cn (24,7 млн) и .de (16,6 млн). Другие «густонаселенные» домены верхнего уровня .uk (10,8 млн имен), .org (10,2 млн), .nl (6,0 млн) и .ru (5,7 млн).

verisign.com



КЛАВИАТУРА СО ВСТРОЕННЫМ КОМПЬЮТЕРОМ

Компания Raspberry Pi Foundation, специализирующаяся на выпуске одноплатных ПК, анонсировала нестандартную новинку Raspberry Pi 400, которая представляет собой устройство «2 в 1» – компактную клавиатуру со встроенным компьютером.

Необычность устройства бросается в глаза, ведь помимо компактного форм-фактора эта модель не получила привычный блок с цифровыми клавишами, располагающийся справа. Устройство построено на базе фирменной системной платы, оснащенной

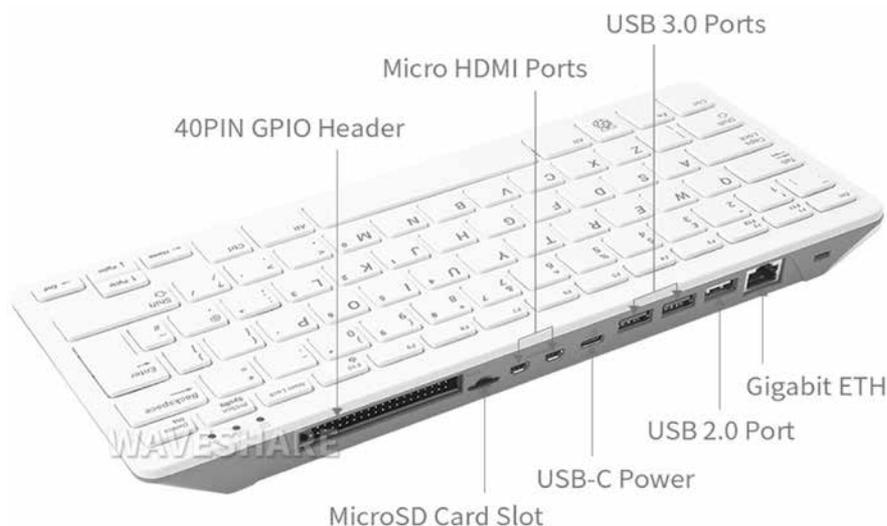
SoC Broadcom BCM2711 с четырьмя ARM ядрами Cortex-A72 на 1,8 ГГц и 4-гигабайтным ОЗУ стандарта LPDDR4-3200.

На задней панели клавиатуры расположены все необходимые модули и порты, включая сетевой разъем Gigabit Ethernet, два USB-порта третьего поколения и один второго, разъем GPIO с 40 контактами, а также микро-HDMI и USB Type-C.

Для беспроводной передачи данных предусмотрены модули Bluetooth 5.0 и Wi-Fi, работающий в двух диапазонах на частоте 2,4 и 5 ГГц, а для сохранения информации – слот для карты памяти microSD.

Размеры устройства составляют 28,6 x 12,2 x 2,3 см. Стоимость новинки – от \$70 без коннекторов и дополнительных аксессуаров, которые при желании можно купить в расширенном комплекте с компьютерной мышью, кабелем и картой памяти с Raspberry Pi OS.

overclockers.ru



«РОСЭЛЕКТРОНИКА» НАЧАЛА ПРОИЗВОДСТВО ОБЕЗЗАРАЖИВАТЕЛЕЙ

Холдинг «Росэлектроника» приступил к серийному производству рециркуляторов с ультрафиолетовыми диодами, предназначенных для обеззараживания воздуха в общественных местах. Устройства имеют размеры 8x8 см, при этом способны дезинфициро-

вать более 60 м³ воздуха в час, а срок службы составляет не менее 50 тысяч часов, что в пять раз больше ламповых аналогов. Основные элементы нового рециркулятора – ультрафиолетовые диоды RUV-60 с длиной волны 270 нм. Наличие светодиода в конструкции по-

зволяет отказаться от использования ртутной колбы. Это делает прибор безопасным и устойчивым к механическим повреждениям. Устройство может работать непрерывно в присутствии человека.

rlocman.ru

MAC MINI НА ПРОЦЕССОРЕ M1 — САМЫЙ ДЕШЁВЫЙ КОМПЬЮТЕР APPLE

Компания Apple провела презентацию своего первого собственного процессора M1, оптимизированной под него MacOS Big Sur и ноутбука на его основе MacBook Air. Apple неожиданно представила новый настольный компьютер Mac mini. И он тоже построен на Apple M1.

Apple назвала новинку самым быстрым Mac mini из когда-либо созданных. Производительность центрального процессора у неё в три раза выше, а графического – в шесть раз выше, чем у предшественников. А за счёт наличия мощного нейроблока, в задачах, связанных с искусственным интеллектом, новинка может быть до 15 раз производительнее. Всё это обеспечивает новый процессор Apple M1. За счёт более мощной системы охлаждения процессор в Mac mini работать будет с более высокой частотой и обеспечит лучшую произво-

дительность, нежели в ноутбуках, но конкретные значения частот не уточняются.

Новый Mac mini потребляет гораздо меньше энергии, чем предшественники, опять же за счёт нового процессора. Система может нести на борту до 16 Гбайт оперативной памяти и SSD накопитель объёмом до

2 Тбайт. В базовой версии имеется 8 Гбайт ОЗУ и SSD на 256 Гбайт.

Система поддерживает вывод изображения в разрешении до 6К, то есть её можно полноценно использовать с фирменными дисплеями Apple Pro Display XDR. Вопрос «зачем» остаётся открытым.

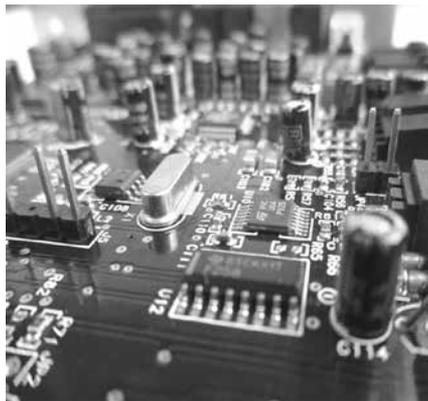
Также Mac mini поддерживает новейшие интерфейсы Thunderbolt/USB4 в виде двух портов USB Type-C. Возможно это будет первый доступный на рынке компьютер с данным интерфейсом. Не лишена новинка и привычных USB 3.1 Type-A (два), а также сетевого Ethernet, видеовыхода HDMI 2.0 и даже 3,5-мм разъёма для наушников.

Самой главной особенностью нового Mac mini является его цена, которая составила \$699. Это на \$100 дешевле предшественника.

apple.com



В РОССИИ РАЗРАБАТЫВАЮТ НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УСТРОЙСТВ 5G-СВЯЗИ И СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ



Холдинг «Росэлектроника», входящий в корпорацию Ростех, начал разработку базовых материалов нового типа для производства печатных плат, которые найдут применение в системах 5G-связи, автомобилестроении, спутниковом оборудовании, кабельных сетях и пр. Речь идёт о соединениях на основе производных бензоциклобутена. Это первые российские изоляционные материалы для современных электронных устройств, диэлектрические характеристики которых на 10–15 %

превосходят зарубежные аналоги.

Создаваемые материалы, как ожидается, смогут использоваться на частотах до 30–40 ГГц. Их появление позволит уменьшить размеры печатных плат и одновременно увеличить объёмы и скорость передачи данных. Это будет способствовать развитию электроники нового поколения. На данный момент в России отсутствует производство базовых материалов с необходимыми характеристиками для СВЧ-плат.

rostec.ru

УСТРОЙСТВО НА БАЗЕ МЕМРИСТОРА, МАКСИМАЛЬНО ТОЧНО КОПИРУЮЩЕЕ РАБОТУ НЕЙРОНА

Отсутствие электронного устройства, способного работать в точности как нейрон головного мозга, является причиной, не дающей пока ещё инженерам и ученым создать полноценный нейроморфный компьютер, обладающий высочайшей эффективностью и вычислительной гибкостью, которыми обладает самый совершенный биологический компьютер естественного происхождения - головной мозг. Такое электронное устройство, электронный аналог нейрона, долж-

но быть достаточно сложным, ведь его «поведение» должно быть намного сложнее поведение любого из существующих базовых электронных устройств.

Исследователи из лаборатории компании Hewlett Packard, Техасского университета A&M и Стэнфордского университета изобрели устройство, отвечающее всем требованиям, предъявляемым к электронному аналогу нейрона. Входным сигналом для этого устройства является постоянное

напряжение различной амплитуды, в зависимости от которой устройство может выработать пакеты импульсных сигналов, входить в устойчивый автоколебательный процесс, фиксировать текущее состояние и сделать много другое, что является электронным аналогом нейронной деятельности.

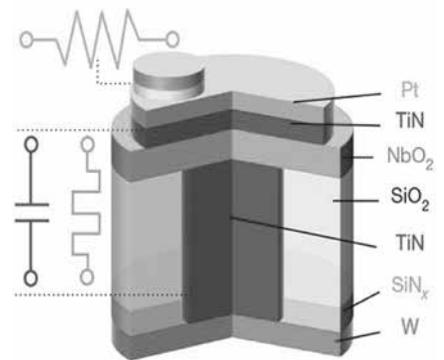
В состав структуры нового электронного нейрона входит резистор, конденсатор и так называемый мемристор Мотта. Напомним, что мемристорами называют устройства, которые

имеют память величины протекавшего через них тока в виде собственного электрического сопротивления. У мемристоров Мотта имеется одна особенность – их сопротивлением можно управлять не только величиной протекающего тока, но и температурой. Материал в переходе мемристора Мотта переходит из изолирующего в проводящее состояние и наоборот под воздействием температуры.

Переход мемристора состоит из кристалла оксида ниобия, который при подаче напряжения нагревается и переходит в проводящее состояние. Когда происходит такое переключение, то через низкоомную цепь мемристора разряжается накопленный в конденсаторе заряд, после чего устройство охлаждается и мемристор возвращается в непроводящее состо-

яние. В результате этой последовательности вырабатывается импульс тока, напоминающий сигнал, вырабатываемый нейроном.

Ученым предстоит проделать еще массу работы, прежде чем их изобретение может превратиться в практическую вещь. Основная проблема заключается в том, что температура фазового перехода оксида ниобия (NbO_2) составляет около 800 градусов. С учетом особенностей структуры нового устройства, такая температура и мемристорный эффект возникают в очень тонком слое материала, в нескольких нанометрах. Но, если на кристалле чипа будут миллионы и миллиарды подобных устройств, то большое количество выделяемого тепла может стать огромной проблемой. Поэтому ученые планируют, в



первую очередь, найти замену оксиду ниобия, материал, обеспечивающий работу мемристоров Мотта, при функционировании которых температура кристалла будет находиться в приемлемом диапазоне от 60 до 100 градусов.

dailytechinfo.org

ПОЕЗД HYPERLOOP СОВЕРШИЛ ПЕРВЫЙ ПАССАЖИРСКИЙ РЕЙС

Первую статью о перевозке пассажиров и грузов в аэродинамических капсулах на скорости более 1000 километров в час амбициозный миллиардер Илон Маск опубликовал ещё в 2013 году. Наконец, ответственная за реализацию проекта компания Virgin Hyperloop отчиталась о первом успешном испытании «поезда будущего» на тестовом отрезке трассы с участием реальных пассажиров.

Поездка состоялась на треке DevLoop длиной 500 метров и диаметром 3,3 метра, расположенном

неподалёку от Лас-Вегаса. Первыми пассажирами необычного транспортного средства стали технический директор Virgin Hyperloop Джош Гигель и руководитель отдела обслуживания пассажиров Сара Лучиан. Капсула с рабочим названием Pegasus (XP-2) была погружена в тоннель, из которого затем откачали воздух.

Благодаря «вакуумной» технологии при передвижении капсулы она не подвержена полностью влиянию боковых воздушных потоков. Первая пассажирская поездка прошла

на скорости 160 км/ч несмотря на далёкий от расчётного показатель, рейс, по мнению руководства компании, стал доказательством жизнеспособности «транспорт будущего». Капсула Pegasus представляет собой уменьшенную версию полноразмерного контейнера весом 2,5 тонны, способного перевозить до 23 пассажиров. Его интерьер, по словам представителей Virgin Hyperloop, должен быть комфортным для пользователей, которым поначалу может не понравиться идея «пролететь» через герметичную трубу со скоростью коммерческого самолёта.

Движение капсул и их количество в составе будет организовываться в зависимости от спроса. Скептики утверждают, что будущее технологии сомнительно, подчёркивая жёсткую привязанность к маршруту, а также дороговизну строительства и обслуживания. Дата коммерческого запуска Hyperloop разработчиками пока не объявлена.

theverge.com



САМЫЙ БОЛЬШОЙ В МИРЕ ПРОЦЕССОР CEREBRAS ОКАЗАЛСЯ В СОТНИ РАЗ БЫСТРЕЕ СУПЕРКОМПЬЮТЕРА НА БАЗЕ NVIDIA GPU

В эру завершения закона Мура известная шутка про самые большие в мире советские микросхемы перестала быть шуткой. Новым чудом микроэлектроники стал процессор Cerebras WSE со сторонами кристалла 21,5 ×

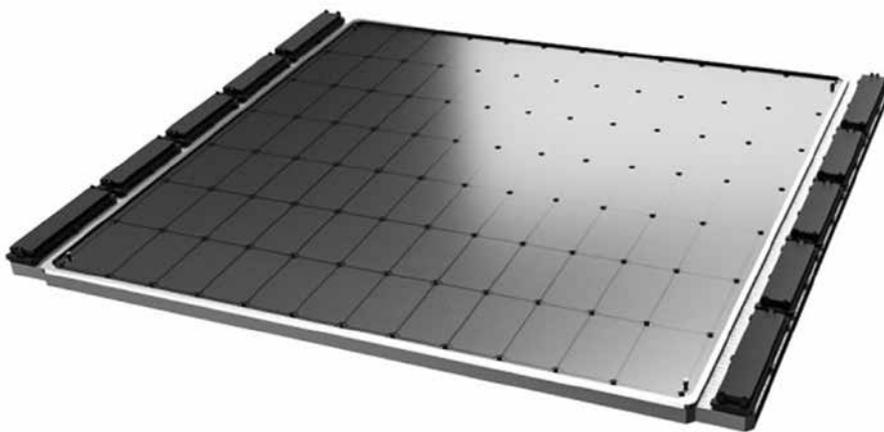
21,5 см. Первая практика применения серверов на базе Cerebras WSE показала, что в ряде задач он обеспечивает подавляющее превосходство, и ещё долго не будет иметь равных. Системы CS-1 на базе процессора Cerebras WSE

(Wafer Scale Engine) – компактные блоки высотой 26 дюймов (66 см) – были представлены примерно год назад. Эти блоки занимают 1/3 стандартной серверной стойки, но их производительность колоссальна. Причём вся

эта производительность – результат работы одного-единственного процессора. Проектировщики компании SeaMicro рискнули разработать процессор размером с целую кремниевую пластину и не прогадали. На выходе получился продукт, который в вычислительных задачах в 10 тыс. раз быстрее самых производительных графических процессоров.

О практических испытаниях CS-1 сообщила Национальная лаборатория энергетических технологий Министерства энергетики США (NETL). Она стала одним из немногих обладателей системы CS-1 и получила возможность сравнить её с классическими суперкомпьютерами на базе x86-процессоров с GPU NVIDIA. В частности, CS-1 сравнивали с одним из последних полученных лабораторией суперкомпьютеров Joule.

Система Joule занимает 82 место в списке 500 мощнейших систем на Земле. Она опирается на 84 тыс. вычислительных ядер, распределённых по десяткам стоек, оценивается в десятки млн долларов США и потребляет 450 кВт. Система Cerebras CS-1 занимает треть стойки, стоит несколько млн долларов и потребляет всего 20 кВт. При этом в задаче, которая нагружает 16 384 ядер Joule, система на



Cerebras оказалась в 200 раз быстрее. Следует сказать, что Cerebras подходит не для всех вычислительных нагрузок. Этот процессор разрабатывался с упором на ускорение вычислений нейронных сетей и идеально подходит для ИИ и машинного обучения. Но даже в таком случае ему требуется мощнейший внешний сервер для подготовки и последующей обработки полученных данных. «Сырые» данные ему не подходят, либо они не позволяют загрузить такого монстра оптимальным образом.

И всё же для моделирования, например, гидродинамических задач ему нет равных, что показало сравнение с системой Joule, которая как раз при-

звана решать подобные задачи. Более того, Cerebras CS-1 настолько быстр, что может решать сложнейшие задачи быстрее, чем моделируемые процессы протекают в реальном времени. К примеру, он заканчивает расчёт ядерной реакции задолго до её прекращения в реальном реакторе. А вместо месяцев обучения той или иной модели ML система CS-1 способна обучиться за считанные минуты.

Подробнее о процессоре Cerebras можно прочесть в нашем архиве новостей. Вкратце напомним, что он состоит из 1,2 трлн транзисторов, часть которых сконфигурирована в 400 тыс. вычислительных ядер.

venturebeat.com

NIKON D6: БЕГ НА МЕСТЕ

Nikon D6 – камера для профессионалов с четко очерченными задачами. Продвигается как камера для спортивных фотографов и ключевые характеристики «заточены» под их нужды: надежность и прочность, быстрый автофокус, высокая скорость работы, широкие возможности для быстрой передачи и каталогизации снимков.

Профессионалы знают, какие характеристики и для чего им нужны, поэтому задача производителя при обновлении линейки – сохранить то, что ценит потребитель в предыдущем поколении и сделать инструмент еще более мощным и современным. Мы не увидим здесь революционных обновлений, но Nikon D6 – камера, где многое решают детали и нюансы, и профессионал способен оценить их влияние на итоговый результат.

Мы видим самую мощную в истории компании систему автофокусировки. Также увеличен диапазон выбираемых групповых моделей автофокусировки и улучшена система распознавания лиц.

Камера способна эффективно фокусироваться при низкой освещенности – вплоть до -4,5 EV.

Еще один момент – увеличение скорости непрерывной съемки до 14 кадров в секунду. Производитель не стал менять сенсор: мы видим всю ту же 20,8-мегапиксельную матрицу с оптическим фильтром низких частот и антибликовым покрытием. Теперь матрица работает в паре с совершенно новым процессором обработки изображений Expeed 6.

Также камера стала поддерживать карты памяти CFexpress Type B. Карты XQD тоже совместимы с новинкой. Были улучшены встроенные модули связи: Wi-Fi, Bluetooth и GPS, а проводная локальная сеть поддерживает стандарт 1000BASE-T.

Nikon D6 – надежный и прочный аппарат, рассчитанный на эксплуатацию при любых погодных условиях: металлический корпус, водонепроницаемые уплотнения, два больших выступа для хвата с анти-

скользящим покрытием. Вес аппарата 1450 гр с батареей и двумя картами памяти CFexpress, габариты: 160×163×92 мм. В комплекте с объективом получается крупная и тяжелая конструкция, требующая от фотографа серьезной выносливости.

nikon.com



НОВЫЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ БУДЕТ ВЫПУСКАТЬ ПО МАШИНЕ В МИНУТУ

В этом году в Китае вырос новый автогигант, который собирается стать ведущим игроком на рынке автомобилей на «новой энергии». Это компания Evergrande Hengchi New Energy Automobile Technology, корни которой уходят в конгломерат Evergrande Group. Она представила шесть моделей электромобилей Hengchi, выпускать которые начнёт на автоматических линиях со скоростью одна машина в минуту.

Пока компания построила два завода: один в Шанхае, а второй в Гуанчжоу. Оба предприятия укомплектованы в соответствии со стандартом «Индустрия 4.0» и оснащены 2545 интеллектуальными роботами. Массовое производство электромобилей стартует во второй половине следующего года практически без ручного труда, что позволит довести скорость сборки машин до одного электромобиля в минуту.

Впоследствии Evergrande планирует развернуть производства в разных уголках мира, чтобы к 2025 году достичь годовой производственной мощности около одного млн автомобилей в год и пяти млн автомобилей в год к 2035 году. Первая волна моделей включает в себя электромобили всех основных категорий: три кроссовера, два седана и один минивэн. Всего обещано 14 моделей, которые будут продаваться под брендом Hengchi (вечная скорость).

Инвестиции в производство оцениваются в \$2,14 млрд. Сообщается о налаживании производственных отношений с 60 поставщиками со всего мира, включая компании AVL, BASF, Benteler, Bosch, Continental, EDAG, Magna Steyr и ZF. На примере Evergrande можно понять, как новички обретают могущество на плечах развитых технологий, тогда как старички тянут на себе багаж устаревших производств и техпроцессов.

cntechpost.com



НЕИДЕАЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОД ОКАЗАЛСЯ БОЛЕЕ ЭФФЕКТИВЕН

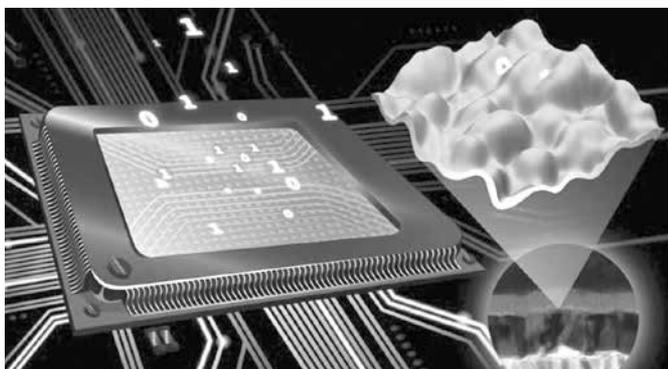
Некоторые вещества при подаче на них электрического напряжения могут переключаться из диэлектрического состояния в проводящее и обратно. Пороговое напряжение, отношение сопротивлений в разных состояниях и другие параметры зависят от вещества, расположенного между электродами. На этом принципе основана работа резистивной памяти с произвольным доступом – одного из наиболее многообещающих типов энергонезависимой памяти. Резистивные запоминающие устройства, построенные на основе оксидов переходных металлов, отличаются низким энергопотреблением, долговечностью, простотой расширения и скоростью работы, поэтому многие ком-

пании стимулируют разработки этого типа памяти.

Ячейка памяти подобного типа представляет собой слоистую структуру между двумя электродами, на которые подается переключающее напряжение. Ее свойства зависят не только от вещества между электродами, но и от состава и формы самих электродов. Сегодня один электрод делают в основном из нитрида титана, а второй – из платины. Однако платина несовместима с полупроводниковыми структурами, используемыми в компьютерных схемах. Рутений, в отличие от платины, этой проблемы не имеет, кроме того, рутениевые электроды также можно получать методом атомно-слоевого осаждения, благодаря

чему есть возможность изготавливать трехмерные вертикальные структуры памяти. При увеличении количества осаждаемых слоев размер зерен на поверхности электрода меняется от 5 до 70 нанометров. Затем ученые использовали рутениевые пленки в качестве нижнего электрода в структурах резистивной памяти на основе оксида тантала. Было показано, что увеличение толщины рутения приводит к уменьшению сопротивления ячейки в обоих состояниях, а также к увеличению соотношения значений сопротивления в диэлектрическом и проводящем состояниях. Увеличение шероховатости поверхности рутениевого электрода также привело к снижению напряжения формовки и напряжения переключения. Кроме того, заметно увеличился ресурс устройства, достигая 50 миллионов циклов перезаписи для устройства с наиболее шероховатым электродом. Это значит, что при увеличении шероховатости электрода улучшаются важные для практических применений характеристики устройства — долговечность и энергоэффективность. Для объяснения эффекта учеными была предложена упрощенная модель, демонстрирующая локализацию электрического поля на склонах наиболее крупных зерен на поверхности рутения. Это предположение было подтверждено с помощью проводящей атомно-силовой микроскопии.

mipt.ru



НОВЫЙ ВИТОК РАЗВИТИЯ МАЛОПОТРЕБЛЯЮЩИХ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ

Семейство STM32L5 – первое на базе ядра ARM Cortex-M33, флагман семейств ST с низким потреблением. Новый МК ориентирован на приложения, в которых требуется повышенный уровень безопасности и защиты данных. В тестах производительности STM32L5 достигают уровня 443 CoreMark. На сегодняшний день семейство STM32L5 представляет собой

портфель из 17 пакетов (48...144 выводов) с поддержкой рабочей температуры вплоть до 125°C.

При разработке STM32L5 инженеры компании STMicroelectronics пытались достичь наиболее оптимального баланса между производительностью, энергопотреблением и безопасностью. Теперь можно смело сказать, что во многом им это удалось. Бла-

годаря новому ядру ARM Cortex-M33, которое на 20% производительнее предшественника Cortex-M4, а также новому ускорителю ST ART Accelerator, в который, помимо прочего, интегрирована функция поддержки внешней памяти, микроконтроллеры STM32L5 достигают уровня 443 CoreMark, имея до 512 кбайт Flash-памяти (Dual Bank) и 256 кбайт SRAM. Немаловажным также является возросший уровень безопасности, обеспечиваемый, главным образом, интегрированной в ядро функцией TrustZone.

На сегодняшний день микроконтроллеры семейства STM32L5 доступны в 7 видах корпусов (48...144 выводов) с поддержкой рабочей температуры вплоть до 125°C. Давайте рассмотрим новое семейство STM32L5 более подробно. Начнем со сравнения его возможностей с решениями предыдущих поколений.

rlocman.ru



ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СПУТНИКОВОГО ИНТЕРНЕТА ОТ ИЛОНА МАСКА

Проект Starlink который представляет собой глобальную спутниковую систему из 4000 орбитальных спутников, способную обеспечить доступ к высокоскоростному широкополосному интернету а также высокочастотное облучение всей поверхности практически в любой точке планеты. Развёртыванием системы занимается компания SpaceX. Бета-пользователи уже приступили к тестированию системы. Итак, комплект поставляется в невзрачной картонной коробке, которой ещё не коснулась рука маркетолога. Комплект поставки довольно скромный: антенна с подставкой-держателем, маршрутизатор, блок питания, кабели и инструкция. Все предметы выполнены в строгом минималистическом стиле с бело-черно-серой цветовой гаммой. Блок питания питает антенну через разъём маркированный чёрным цветом и роутер через соседний белый разъём. Диаметр антенны равен примерно 60 сантиметрам. Сборка комплекта не вызывает каких-либо затруднений. Рабочая температура антенны составляет от -30С до 40С. Рабочие температуры источника питания мощностью 180 Вт и маршрутизатора находятся в пределах от 10С до 30С. Соответственно, эти комплектующие

должны устанавливаться в помещении. Характерной особенностью антенны является её автоматическое выравнивание и ориентирование. Загрузка системы занимает около одной минуты. Ещё пятнадцать требуется антенне на ориентирование. Далее всё происходит автоматически. Wi-Fi роутер теоретически является заменяемым элементом. Один из тестеров поменял его на свой и система смогла продолжить работу.

Действует программа бета-тестирования, позволяющая желающим присоединиться к ней. Присоединение платное. Комплект обойдётся в 499\$, а ежемесячная подписка составит 99\$. Заявленная скорость на данном этапе тестирования составляет от 50 до 150 Мбит/с с задержками от 20 до 40 мс. Но в рамках тестирования компания не гарантирует отсутствие «разрывов» связи.

starlink.com



«АВТОМАТИЗАЦИЯ. ЭЛЕКТРОНИКА-2021» 24-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

«ЭЛЕКТРОТЕХ. СВЕТ-2021» 21-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА



С 16 по 19 марта 2021 года в Минске пройдут две международные выставки «Автоматизация. Электроника-2021» и «Электротех. Свет-2021» – консолидированные проекты, экспозиция которых представит последние разработки, решения и технологии в области автоматизации производств, жилой и коммерческой недвижимости, ИТ решений для бизнеса, энергетической отрасли в целом.

Выставка «Автоматизация. Электроника» – одна из крупнейших в Беларуси специализированных выставок отечественных и мировых производителей, поставщиков средств автоматизации и электронных компонентов, технологического оборудования и материалов для электронной и электротехнической промышленности.

Благодаря совместному проведению выставок, посетители сразу смогут охватить весь спектр актуальных решений для любого рода бизнеса и индустрии, будь то промышленное предприятие, государственное учреждение, торговый объект, жилая или коммерческая недвижимость.

Экспозиция объединенного проекта предоставит возможность познакомиться с новейшими достижениями ведущих мировых производителей, а также лидирующих белорусских компаний.

Участниками этих выставок ежегодно становятся более 100 компаний из разных стран.

Сегодня необходимо четко осознавать важность внедрения современных технологий для повышения эффективности бизнес-процессов, уменьшения стоимости владения бизнесом и увеличения прибыли. Именно поэтому в рамках выставок запланирована деловая программа, которая станет удобной платформой для представления заказчикам полного спектра комплексных решений для различных отраслей экономики.

На форуме электронщиков и электротехников планируются презентации, конференции, семинары и обучающие программы, которые обогатят тематику выставок «Автоматизация. Электроника» и «Электротех. Свет» и, безусловно, позволят с научной точки зрения рассмотреть и проанализировать процессы, происходящие в отрасли. Одними из ключевых мероприятий программы выставки станут Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии, автоматизация и мехатроника в машино- и приборостроении» и конференция «ТОПовые решения в области автоматизации».

Выставка имеет высокий рейтинг среди руководителей и технических специалистов электротехнической промышленности и энергетики. Она ориентирована на широкий круг специалистов, которые принимают решение об использовании современных электронных компонентов, обеспечивают снабжение производства, используют их в новых разработках. Ежегодно выставку посещает более 7 000 специалистов.

Выставки «Автоматизация. Электроника», «Электротех. Свет» – идеальная площадка для продвижения продукции и брендов, изучения рынка, встреч со специалистами и потенциальными заказчиками из разных регионов Беларуси и зарубежья.

**Дополнительную информацию можно получить
на сайте организаторов www.minskexpo.com
и по тел. +375-17- 226-98-88, факс +375-17-226-91-96;
e-mail: sveta@minskexpo.com**

ЧТО ТАКОЕ 5G, КАК ЭТО РАБОТАЕТ И ЗАЧЕМ НУЖНО?

Технология антихриста, оружие массового поражения, инструмент тотального слежения за населением, светлое будущее – как только не называют сегодня мобильную сеть пятого поколения или просто 5G. Что же такое 5G? В чем смысл этой технологии и как она устроена? Обо всем этом мы и поговорим дальше. Единственное замечание – здесь мы не будем касаться темы вреда (или безвредности) 5G для организма.

Если еще 2-3 года назад технология 5G вызывала интерес лишь в очень узких кругах, то сейчас, когда операторы начали развертывание сетей 5G по всему миру, расставляя маленькие загадочные коробочки возле школ и парков, этой темой заинтересовались даже люди, не умеющие пользоваться смартфоном.

Зачем нам 5G на самом деле?

Даже тот, кто лишь краем уха слышал о 5G, знает, что речь идет о более высоких скоростях передачи данных. Но разве в этом и заключается основная задача сетей нового поколения? Неужели операторы по всему миру потратят более триллиона долларов лишь на то, чтобы полнометражный фильм загружался не за 10 минут, а за 10 секунд?

Подобные вопросы задают многие люди и приходят к выводу, что здесь «что-то нечисто». Видимо, у 5G есть другая задача! А для наивных людей придумали удобную отговорку. И ведь действительно, высокая скорость (теоретически до 20 Гбит/сек) – далеко не главная задача сетей 5G.

5G обеспечивает более высокую емкость сети

Вы когда-нибудь задумывались о том, какое количество устройств сегодня подключено к сети интернет? Их просто миллиарды и это число растет довольно быстро. Еще 10 лет назад, когда только появилась сеть 4G, мир был совсем другим. Сегодня телефонами с мобильным интернетом пользуются все, от маленьких детей до пожилых людей. Современные 4G сети буквально не справляются с такой нагрузкой. На концертах, спортивных матчах и других массовых мероприятиях качество связи заметно падает, а интернет и вовсе исчезает.

В это же время к сети подключается все больше новых устройств: от холодильников и кофемашин до автомобилей и различных носимых гаджетов. О критической важности мобильного интернета в промышленности и бизнесе даже говорить нет смысла.

Сети 5-го поколения решают эту проблему, обеспечивая более чем 100-кратное увеличение пропускной способности сети. За счет чего это происходит – поговорим чуть позже.

Технология 5G позволяет снизить время задержки до 1 мс

Геймеры хорошо знают о том, что такое время задержки сети (latency), когда картинка, отображаемая на экране

смартфона/компьютера в реальности уже «устарела» на 30-50 миллисекунд (или больше) и точно сделанный выстрел не попадает в цель. Ведь то, что происходит на сервере, отображается на экране устройства не мгновенно. Соответственно и реакция игрока, как минимум, «затормаживается» скоростью отклика сети.

Время задержки в сетях 5G может быть сокращено до 1 мс! На практике в большинстве случаев это значение будет выше (порядка 4 мс), но для самых критических задач задержка не превышает миллисекунды. Для сравнения, задержка в сетях 4G составляет 40-50 мс.

Несомненно, игры по сети – это популярное занятие, но быстрый отклик нужен далеко не только геймерам. Добившись мгновенного отклика устройств по мобильной сети, перед нами открывается новый мир автопилотируемых автомобилей или удаленно управляемого беспилотного транспорта, появляется возможность проводить удаленные хирургические или спасательные операции, где важна точность и мгновенный отклик.

Чтобы лучше осознать, какую роль играют миллисекунды, приведем простой пример. Представим, что у нас есть автопилотируемый автомобиль, который синхронизирует свои координаты с другими автомобилями через интернет, а также с датчиками, расположенными вдоль трассы.

Если автомобиль едет со скоростью 120 км/ч и внезапно возникает аварийная ситуация, человеку потребуется около 700 мс, чтобы среагировать. За это время автомобиль проедет около 30 метров, что может стоить жизни водителя. В сетях 4G из-за задержки автомобиль проехал бы около 2 метров до принятия решения. Для 5G сетей это расстояние сократилось бы до 10-15 сантиметров.

С другой стороны, будут ситуации, когда машины на заводах должны работать синхронно и задержка в несколько миллисекунд будет заметно влиять на качество и время такой работы.

Наглядно это можно увидеть в ролике Nokia, где был поставлен простой эксперимент. Несколько роботов должны максимально быстро стабилизировать шарик на ровной поверхности, координируя свои движения по сети. Сравните, сколько времени им потребуется при использовании 4G и 5G сетей (ролик на английском, но сам эксперимент понятен и без слов – с 01:30 показана работа в 4G, а затем в 5G):

Учитывая, что с приходом 5G все больше устройств и датчиков (загрязнения, шума, трафика и пр.) будут

подключаться к сети, отсутствие задержки – одна из ключевых характеристик сетей нового поколения.

Итак, сети 5G решают в основном 3 задачи:

- Значительное увеличение скорости
- Значительное увеличение емкости сети с возможностью подключить гораздо больше устройств к интернет
- Значительное сокращение времени отклика

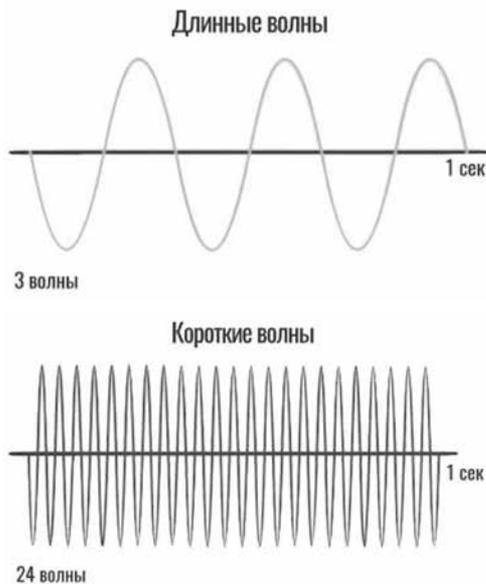
Сети 4G во многих странах уже достигли своего предела и по сути тормозят дальнейшее развитие технологий, включая интернет вещей (IoT), автопилотируемый транспорт и многое другое, о чем уже частично было сказано выше.

Как работает технология 5G?

Если говорить кратко, то все очень сложно. Настолько сложно, что даже сотрудник «IT Академии Samsung» в официальном блоге компании на Хабре следующим образом объясняет читателям причину увеличения скорости в сетях 5G:

Всё просто: увеличиваем частоту, уменьшаем длину волны – и скорость передачи данных становится в разы больше. Да и сеть в целом разгружается.

К сожалению, все далеко не так просто, как показалось этому человеку. Он представил себе следующую картину. Мы знаем, что информация в мобильных сетях передается с помощью электромагнитных волн. Соответственно, если взять две волны разной длины (а значит и частоты), то за 1 секунду можно «впихнуть» больше информации туда, где этих волн будет больше:

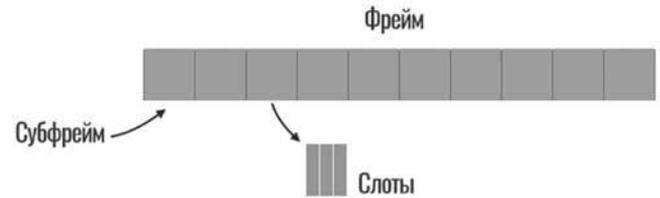


Как видим на картинке, за 1 секунду мы получим либо 3 длинные волны, либо 24 короткие. И чем выше будет частота (количество волн за секунду), тем, казалось бы, больше информации можно передавать. Это логичное (на первый взгляд) предположение не имеет никакого отношения к реальности.

Скорость передачи данных не зависит от выбранной частоты. Возьмите, к примеру, свой FM-радиоприемник. Он может ловить радиоволны на частотах от 87.5 до 108 МГц

(миллионов колебаний в секунду). Конечно же, качество музыки на радиостанции 108 FM ничем не будет отличаться от качества на частоте 87.5 МГц. А ведь волны то гораздо короче получаются!

В реальности все намного сложнее. Если мы говорим о мобильной связи, передача данных осуществляется порциями (фреймами). Каждый фрейм в свою очередь делится еще на 10 кусочков (субфреймов). И эти субфреймы состоят из слотов:



Так вот, количество слотов, из которых состоят субфреймы, может быть разным и зависит оно от ширины спектра поднесущей. Чтобы лучше понять, что это такое, рассмотрим простой пример.

Вот у нас стоит 4G вышка сотовой связи. Работает она на определенной частоте. Естественно, чтобы к этой вышке могли подключаться разные устройства, каждому из них выделяется небольшой «кусочек» доступного диапазона частот, например, 20 МГц. Такой кусочек, в свою очередь, делится на огромное количество очень маленьких кусочков. В случае с 4G сетями эти кусочки (они и называются поднесущими) имеют ширину 15 кГц. Но, как уже было сказано выше, чем шире спектр поднесущей, тем больше данных она будет содержать.

На следующей таблице можно наглядно увидеть, как именно зависит количество слотов в одном субфрейме от ширины спектра поднесущей:

Ширина поднесущей	Кол-во слотов в субфрейме
15 кГц	1
30 кГц	2
60 кГц	4
120 кГц	8
240 кГц	16

Если ширина поднесущей составляет 15 кГц, в одном субфрейме может быть только 1 слот. Соответственно, вся порция данных (то есть, фрейм) будет содержать 10 слотов. Но в 4G-сетях мы не можем расширять полосу, выделяя больше частот для поднесущей.

За счет чего в сетях 5G такая высокая скорость?

Сегодня все частоты до 5 ГГц уже переполнены и регуляторы не позволяют выделять более широкие диапазоны частот. На этих частотах работает всё, что только можно, от Wi-Fi и Bluetooth до GPS и 4G связи. В то время, как выше всё относительно свободно!

Именно по этой причине для сетей 5G решили использовать очень высокочастотные волны в миллиметровом диапазоне. Ведь там много незанятого места и можно смело увеличивать ширину полосы. Соответственно,



если ширина поднесущей в 5G сети будет равняться 240 кГц, мы сможем упаковать 16 слотов в один субфрейм, а так как в одном фрейме десять субфреймов, тогда один фрейм будем содержать 160 слотов. А это в 16 раз больше данных, передаваемых за 1 секунду, чем при использовании 4G-сетей.

Но сразу же возникает другой вопрос – неужели никто не мог додуматься до этого еще 10 лет назад?! Ведь подобная схема (фреймы, субфреймы, слоты) используется и в сетях 4G, которые были развернуты десятилетие назад. Верно! Но проблема заключается не в том, чтобы додуматься взять свободные частоты. Миллиметровые волны очень «капризные». Они быстро затухают, отражаются от любой поверхности, не способны проникать в здания или сквозь человека. Даже дождь или снег будет поглощать такие волны.

Чтобы построить интернет на базе миллиметровых волн, нужно сделать немыслимое – расставить вышки сотовой связи буквально на каждом шагу. Никто не будет заниматься таким безумием – считали операторы 10 лет назад.

И вот сейчас мы наблюдаем процесс развертывания сетей 5G, который и заключается в том, чтобы расставить маленькие базовые станции через каждые 100 метров. Стоит это колоссальных денег и, вдобавок ко всему, вызывает бурную реакцию у простых граждан, которые беспокоятся о своем здоровье. Подумать только, тысячи маленьких станций будут облучать людей 24 часа в сутки! Везде, включая зоны отдыха, парки, детские площадки...

Если технология 5G требует такого количества базовых станций, сколько времени потребуется операторам на развертывание сетей пятого поколения? Хороший вопрос! И здесь есть свои нюансы. Никто не будет покрывать

миллиметровыми волнами всю планету, по крайней мере в обозримом будущем. Это просто космические суммы денег и множество других проблем.

Вместо этого, 5G использует два основных диапазона частот: от 400 МГц до 6 ГГц и от 24 до 50 ГГц. Именно второй диапазон и является миллиметровым, в то время, как первый довольно сильно пересекается с диапазоном частот 4G сетей.

Соответственно, одна вышка 5G, работающая на частоте 400 МГц сможет покрывать километры расстояния! Но скорость здесь будет лишь немного превышать 4G. Хотя, по логике упомянутого ранее человека, 5G сеть на частотах 400-800 МГц должна работать медленнее современных 4G-сетей, волны ведь длиннее и частота ниже.

Для быстрого развертывания сетей 5G операторы используют во многих странах более низкие частоты и покрывают сразу огромные территории. Делать ковровое покрытие 5G по всей стране, плотно размещая базовые станции, работающие в миллиметровом диапазоне, никто не будет. Это огромные затраты, которые могут не окупиться. Во многих странах 5G сети в миллиметровом диапазоне будут разворачиваться только в промышленных зонах для потребностей бизнеса.

Как удалось сократить задержку (latency) в 5G сетях?

Итак, со скоростью разобрались. Сети 5G работают гораздо быстрее за счет более широкого канала или допустимого диапазона частот. Увеличивая ширину спектра поднесущей, мы можем передавать больше данных. А увеличивать эту ширину можно только в том случае, если есть свободные частоты. Соответственно, свободных частот в диапазоне от 1 до 6 ГГц не так много, а в более высокочастотном (миллиметровом) диапазоне – хоть отбавляй!



Но что делать со скоростью отклика или временем задержки. Как именно в сетях 5G удалось сократить задержку с примерно 40 мс до 1 мс?

Длительность одного фрейма в 4G или 5G сетях всегда фиксирована и составляет ровно 10 мс. Соответственно, длительность одного субфрейма в 10 раз короче (так как один фрейм состоит из десяти субфреймов) и всегда равняется 1 мс.

Так какая же тогда длительность одного слота? И вот здесь уже всё зависит от количества этих слотов. В 4G сетях один субфрейм состоит из одного слота. Значит, длительность этого слота равняется длительности субфрейма или 1 мс. Но в 5G сетях в одном субфрейме может быть гораздо больше слотов. Соответственно и длина каждого из них будет намного короче.

При использовании двух слотов, длительность каждого будет составлять по 0.5 мс. Если используется 4 слота, тогда длительность каждого будет равняться 1/4 длительности субфрейма или 0.25 миллисекунд и так далее.

Сократив время каждого слота, удалось сократить и время задержки сигнала. Чтобы объяснение было более полным и точным, нужно вводить еще несколько понятий, таких как нумерология и символы, но делать этого мы не будем, чтобы не усложнять и без того непростые и уже местами скучные вещи.



Вместо заключения

Главной задачей этой статьи было рассказать о том, зачем нужна сеть 5G и каким именно образом удалось достичь увеличения скорости и сокращения времени задержки.

Также мы увидели, что 5G сеть не будет обеспечивать максимальную скорость и минимальную задержку для всех пользователей. Полностью раскрыть новое поколение мобильной сети могут только миллиметровые волны, но из-за высокой цены развертывания таких сетей, они будут доступны далеко не для всех и не сразу.

Помимо скорости и задержки, сети 5G содержат еще много интересных особенностей, которые мы затронем лишь вскользь, чтобы не перегружать материал.

Известно, что размер антенны зависит от длины волны. Выходит, для работы с миллиметровыми волнами нужны антенны очень маленького размера. Соответственно, в одной базовой станции 5G можно разместить сотни антенн, не увеличивая при этом размер самой ячейки. Данная технология получила название Massive MIMO.

Благодаря Massive MIMO одна базовая станция может обслуживать гораздо большее количество одновременно подключенных устройств.

Кроме того, благодаря Massive MIMO высокочастотный сигнал 5G можно делать узконаправленным. Представьте, что антенна излучает электромагнитные волны не во все стороны, как, скажем, свеча излучает свет, а делает это словно фонарик, направляя волны на конкретное устройство.

Конечно, эта аналогия примитивна и волны не направляются в устройство, словно лазерной указкой. Но, излучая сигнал одновременно несколькими антеннами, будут возникать места, в которых волны будут накладываться друг на друга, усиливая сигнал в определенном направлении. Такая фокусировка энергии повышает пропускную способность и эффективность сети, уменьшая помехи (интерференцию) между лучами, направленными в разные стороны.

Как видите, ничего таинственного и пугающего в сетях 5G нет. Это не технология антихриста или оружие массового поражения. Сети пятого поколения – это очередной виток развития технологий, достаточно понятный для всех, кто желает разобраться в вопросе, вместо того, чтобы поддерживать нелепые теории заговоров.

deep-review.com

HORN
TRADE
ООО "ГорнТрейд"

поставка электронных компонентов

контрактное производство

+375 17 317-92-95

+375 17 317-92-98

УНП 190491237

e-mail: info@horntrade.net

РАЗДЕЛЯЯ СИГНАЛ И ШУМ

Автор рассматривает вопросы рациональности перехода на сети 5G исходя из реальной себестоимости и востребованности в каждом конкретном случае. И констатирует, что задачи, поставленные перед рынком, вполне по силам решать уже существующими средствами телекоммуникации.

■ **РОМАН ХИМИЧ**, консультант телекоммуникационных компаний

Всемирный мобильный конгресс (MWC) в Барселоне наглядно продемонстрировал, что технологии пятого поколения уже покинули стены исследовательских центров. В ходе Конгресса лидер рынка, китайская компания Huawei, сообщила о наличии у неё 35 коммерческих контрактов и успешной отгрузке 70 тысяч базовых станций для 5G-сетей по всему миру. До конца 2019 года к 5G-первопроходцам – США и Южной Корее, – присоединятся ещё 16 стран.

Уже сейчас возможность планомерно развивать 5G является настолько важной, что объявленный в прошлом году крестовый поход США против Huawei де-факто провалился. Даже ближайшие союзники США в лице Новой Зеландии и Великобритании отказались от попыток закрыть национальные рынки для китайских производителей. Первые пилотные проекты готовятся к запуску и в нашей стране. Производители оборудования по привычке обещают исполнение всех желаний, едва ли не звезду с неба. Стоит навести резкость на реальные возможности нового поколения технологий, отделив полезный сигнал от шума.

Что нам обещают

Производители заявляют 5G как фундамент следующей индустриальной революции. Во-первых, 5G-сети позиционируются как универсальное решение, функционально идентичное решениям на основе фиксированных сетей, в том числе оптических. Иными словами, всё то же самое, только без проводов и несколько дороже. Во-вторых, 5G должно создать условия для расцвета множества инновационных услуг, от беспилотных автомобилей до дистанционной хирургии.

Чтобы всё это было возможным, 5G-сети должны совершить даже не шаг, а скачок вперёд по сравнению с 4G:

- скорость передачи данных для отдельного абонента – до 20 Гбит/сек вместо десятков, редко сотен Мбит/сек;
- ёмкость отдельной базовой станции – до сотен Гбит/сек вместо сотен Мбит/сек;
- задержка сигнала – менее 1 мсек вместо 20-40 мсек;
- количество абонентов – до 1 млн. на 1 кв. км.

5G-сети должны демонстрировать просто фантастическую гибкость, обслуживая абонентов с принципиально разными, в том числе экстремальными запросами. И всё это должно быть не менее безопасно, нежели традиционные сети на основе оптики и не быть разорительным для кошелька.

Евросоюз рассматривает 5G как основной инструмент построения «Гигабитного общества» (Gigabit society). До 2025 года все значимые публичные места вроде школ,

транспортных хабов и административных учреждений должны быть подключены к Интернету на скорости не менее 1 Гбит/сек. Каждое домохозяйство независимо от месторасположения должно иметь возможность подключения на скорости не менее 100 Мбит/сек. с возможностью увеличения до 1 Гбит/сек. Вся урбанизированная территория вместе с основными авто- и железнодорожными магистралями должны иметь 5G-покрытие. И всё это за какие-то 56 млрд. евро.



Рисунок 1 – Замеры скорости флагманского 5G-смартфона Huawei Mate X, MWC-2019. Фото автора

5G должен дать сильнейший толчок развитию «Интернета вещей» (IoT). Стоит отметить, что уже сейчас в Китае находятся в эксплуатации сети IoT по-настоящему эпических масштабов. В г. Иньтан сеть из 2 млн. счётчиков воды сократила потери вдвое, с 20% до 10%, что составляет порядка 2 млн. тонн воды в год. В ожидании бума один только Huawei нарастил отгрузки микросхем для IoT с 2 млн. в 2017 году до 15 млн в 2018 и ожидает 100 млн. по итогам 2019 года. Правда, вызывает сомнение, что счетчикам воды необходим подобный канал связи – там достаточно было и доброго старого 3G.

Скорость, пропускная способность, ёмкость

Критический взгляд на перспективы пятого поколения основывается на хорошо известных проблемах предыдущих четырёх. Первое, что приходит в голову – производители оборудования по-прежнему мешают в кучу разные метрики, безбожно приукрашивая действительность. Когда мы читаем про невероятные десятки гигабит в секунду передачи данных на абонентское устройство, на самом деле речь идёт о пропускной способности (ёмкости) отдельно взятой базовой станции, точнее, её отдельного сектора (антенны, если сильно

упростить). В случае единственного абонента в зоне покрытия всю эту пропускную способность он сможет утилизировать единолично, получая вот эти самые красивые цифры. Да и то если такие скорости поддерживает абонентское оборудование. Очевидно, что такой сценарий совершенно не то, что интересно операторам. Поэтому в «живой» сети усреднённые показатели скорости доступа всегда намного меньше, как это происходит и в 3G/4G сетях.

Вторая проблема тесно связана с первой. Чтобы задействовать без преувеличения фантастическую пропускную способность 5G, необходимо как-то доставить эти самые десятки Гбит/сек до каждой базовой станции (БС). Для сравнения сейчас 4G БС операторов редко задействуют на полную мощность даже гигабитное подключение. Чтобы предоставить абонентам такие впечатляющие скорости передачи необходимо использовать частоты в диапазоне 28 ГГц и выше. Операторские антенны придётся ставить каждые несколько десятков метров, на порядок чаще, нежели даже в случае 3,5 ГГц LTE-сетей. И к каждой антенне необходимо будет подвести 100 Гбит/сек оптический канал.

Обещая абонентам избавить их от проводов, операторы будут вынуждены резко нарастить плотность собственных кабельных сетей. На практике это будет означать отказ от погони за рекордными показателями.

Третья значимая проблема – это частоты. Для достижения рекордных значений необходимо не менее 200 МГц частот. В нынешних реалиях это означает наличие единственного оператора, т.е. заведомо нереалистичный сценарий. Успех 5G напрямую зависит от серьёзных изменений в регулировании спектра. Насколько масштабными в итоге окажутся эти изменения – вовсе не очевидный вопрос.

Архитектура

Технологии пятого поколения обещают без преувеличения потрясающие возможности как для абонентов, так и для операторов сетей. Масштаб задач, которые стоят перед разработчиками и производителями оборудования, превосходит всякое воображение. Стоит напомнить, что 5G это не только новый радиointерфейс и другие аспекты, заметные абонентам. Речь идёт о множестве инновационных решений для самых разных сценариев использования, включая экстремальные, о своего рода технологическом конструкторе.

Не стоит удивляться, что начало коммерческой эксплуатации 5G-сетей происходит параллельно с «допиливанием» и самого стандарта, и необходимого оборудования. Первые коммерческие 5G-сети в США пока что сосредоточены на предоставлении услуги фиксированного беспроводного доступа («последней мили», Fixed Wireless Access). Такие услуги наименее сложны в техническом плане, их проще всего продать. Не случайно руководящие документы Евросоюза содержат утверждения наподобие «фиксированный беспроводный доступ критичен для демонстрации состоятельности технологии 5G».

На MWC производители и операторы вытащили из заглазников едва ли не все свои любимые, но уже довольно потёртые погремушки. Обращало внимание то, что сплошь и рядом аббревиатурой 5G пытались привлечь внимание к решениям, нейтральным в части технологий передачи данных. Например, на стенде японского оператора DoCoMo демонстрировался совместный с Hitachi проект передвижной операционной.



Рисунок 2 – Роботизированная передвижная операционная Hitachi и DoCoMo, MWC-2019. Фото автора

Решительно непонятно, какие уникальные возможности для подобной задачи обеспечивает именно 5G. Заявленные требования по скорости передачи обеспечиваются существующими технологиями, время задержки несущественно ввиду особенностей работы хирурга, стоимость использования радиорелейных, например, линий не является критичной в случае подобных проектов.

Те же мысли вызвали многочисленные решения в части AR и VR. Ничто не мешает использовать для их подключения современные гигабитные Wi-Fi сети. Бутылочным горлышком этих технологий на сегодняшний день являются устройства отображения информации, а не каналы для её передачи.

В целом, многие сценарии использования 5G выглядят недостаточно зрелыми как основа для коммерческой деятельности на массовом рынке.

Обсуждение перспектив 5G стоит начать с того, что на сегодняшний день сдерживающим фактором является отсутствие у операторов понимания того, как они смогут вернуть вложенные в 5G деньги. Прекрасно понимая проблемы своих клиентов, поставщики оборудования предлагают начать им с наиболее простых, наименее рискованных задач. В качестве таковой выступает eMBB (enhanced Mobile BroadBand, усовершенствованный мобильный ШПД), он же FWA, беспроводная «последняя миля».

Рынок мобильного доступа в Сеть держится исключительно за счет безудержного демпинга. Операторы накопили огромный и слишком неоднозначный опыт возни на этом рынке, поэтому не станут инвестировать

Возможности сетей 5G



громадные средства в ещё одну беспроводную технологию передачи данных.

Для «Интернета вещей», который заявляется как ещё одна целевая область использования 5G, пока что достаточно других, более доступных технологий. Про беспилотные автомобили, гейминг и AR/VR и говорить не приходится – в наших условиях для этого попросту нет рыночного спроса.

Наиболее перспективным выглядит использование 5G на производстве. Речь идёт о развёртывании т.н. частных, непубличных сетей, обслуживающих производственные процессы отдельного заказчика. Для этого в 5G предусмотрен целый ряд инструментов, которые делают подобные решения привлекательными и относительно доступными. По данным шведской Ericsson 90% производств в мире до сих пор полагаются на фиксированные сети. В случае беспроводных решений речь, как правило, идёт о WiFi-сетях. Эти сети имеют ряд проблем с ёмкостью и безопасностью. 5G обещает всё то же самое, что и традиционные фиксированные сети, плюс свобода от проводов.

Уже сейчас производители оборудования по просьбе крупнейших промышленных групп разворачивают тестовые зоны на предприятиях. Этот сценарий интересен тем, что он предполагает появление новых действующих лиц, поставщиков телекоммуникационных услуг (connectivity service provider, CSP). Под этой аббревиатурой скрываются компании, которые готовы взять на себя хлопоты по проектированию, монтажу и эксплуатации частных 5G-сетей. Это могут быть и сами операторы связи, и отдельные от них структуры вроде интеграторов, локальных провайдеров и т.п.

Но мы понимаем, что все это стоит денег, а эти деньги могут быть инвестированы лишь при четком понимании, что они принесут реальную прибыль, а не очередной

пиар. А при сегодняшней экономической ситуации производители вынуждены экономить даже на электроэнергии, чтобы оставаться в рамках рентабельности. И чудес ждать не приходится!

По материалам mediasat.info



тел. +375 17 287 85 66
факс +375 17 287 85 65
тел.моб. +375 44 707 36 30
220068, г. Минск, ул.Некрасова, 114,
оф.238, 2 этаж, e-mail: info@belplata.by

Разработка и поставка печатных плат:
любой класс точности, широкий спектр покрытий, изготовление образцов от 5 дней.

Поставка фотошаблонов

Поставка трафаретов:
из нержавеющей стали и латуни.

Материалы для печатных плат:
защитные маски, маркировочные краски, фоторезисты, паяльные пасты.

Поставка изделий из феррита:
любые виды сердечников CI, EE, EEM, EP, EER, ETD, EC, EF, ED, EFD, EI, EPO, EPX, EPC и т.д.

Поставка электронных компонентов:
STMicroelectronics, NXP Semiconductors, Vishay, Holtek Semiconductor.

www.belplata.by

УНП 190533632

5G ИНТЕРНЕТ – ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ И ДАТА ПОЯВЛЕНИЯ В РОССИИ

Пятое поколение (5G) сетевых технологий может принести пользу всему, от развлечений и игр до образования и общественной безопасности. Со временем ожидается, что 5G интернет обеспечит более быструю скорость загрузки, отклики в реальном времени и улучшенные возможности подключения, предоставляя предприятиям и потребителям возможность испытать новые инновационные технологии.

Что такое 5G?

Следующее поколение мобильной беспроводной связи, получившее название 5G, обещает снизить задержку, предложить большую стабильность, возможность подключать одновременно большее количество устройств и передавать больше данных благодаря более высокой скорости. По данным исследования Gartner, эти функции могут значительно повысить эффективность бизнеса, и это одна из причин, по которым 66 процентов предприятий планируют развернуть его к 2020 году. В конечном итоге 5G использует преимущества более высоких диапазонов в радиочастотном спектре, которые имеют большую емкость, но короткие длины волн. По оценкам Cisco, в 2020 году технология будет генерировать в три раза больше трафика, чем среднее соединение 4G, и эти соединения будут составлять 3 процента от общего количества мобильных соединений.



Многие отраслевые эксперты считают, что сети 5G вместе с существующими сетями 4G LTE будут в 10-20 раз быстрее, чем 4G, когда они полностью развернуты в реальном мире. Автономный 5G может достигать скорости просмотра Gigabit-Plus, делая мобильный интернет таким же быстрым, как и проводные оптоволоконные соединения.

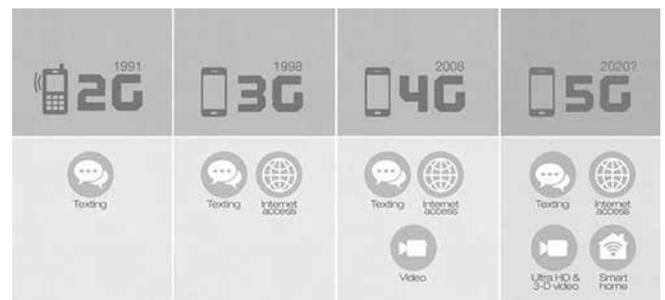
Принципиальные отличия 4G от 5G

Первое улучшение, которое больше всего волнует, – это улучшенная скорость. В то время как 4G имеет скорость загрузки, как правило, 20 Мбит/с, ожидается, что скорость 5G интернета достигнет 500-1500 Мбит/с – довольно много мгновенно. Потребители могут быть впечатлены возможностью загрузки фильма из Netflix за считанные секунды, но есть некоторые очень важ-

ные бизнес-приложения, которые эта скорость сделает возможными.

Использование новой технологии позволяет одновременно использовать несколько устройств в одной и той же зоне (сотовая вышка может обслуживать на сто уникальных устройств больше, чем 4G).

Вышки 5G значительно меньше (размером с мини-холодильник) и, следовательно, могут быть установлены в различных местах, которые никогда не работали в прошлом. В городских районах это может означать, что башни будут на каждом фонарном столбе. В конечном счете, улучшение покрытия будет зависеть от того, будут ли операторы расширять вышки сотовой связи.



Текущее состояние 5G в мире

Следующее поколение высокоскоростной мобильной передачи данных, известное как 5G, уже существует в нескольких регионах США, а также в других частях мира, включая такие страны, как Великобритания и Австралия. Но по мере развертывания этой сети остается много заблуждений и путаницы вокруг новой технологии.

T-Mobile запустил общенациональную сеть, построенную на низкочастотном спектре, которая не такая быстрая, как сети на миллиметровых волнах, но может охватывать больше областей. Фактически, T-Mobile утверждает, что ее сеть 5G охватывает 5000 городов, а также сельские районы. В целом, по словам T-Mobile, новая сеть может охватить 200 миллионов человек.

Недавно корпорация AT&T также запустила собственную сеть 5G, построенную на низкочастотном спектре. В настоящее время эта служба действует в 10 городах, и вскоре появятся еще шесть. AT&T ожидает, что в первой половине 2020 года охват в нижнем диапазоне будет общенациональным. Между тем, сеть оператора 5G Plus доступна в 23 городах, с более высокими скоростями, но охватывает меньше людей.



Qualcomm снял свой процессор Snapdragon 865, который оснащен модемом 5G. Тем не менее, чип не предлагает интегрированную сеть; вместо этого, более низкий уровень Snapdragon 765 имеет встроенную технологию, что повышает ожидания того, что в 2020 году менее дорогие телефоны будут иметь в наличии новейшую технологию.

Почему от 4G рано отказываться?

Давайте рассмотрим несколько бизнес-преимуществ и вариантов использования 4G LTE:

Быстрое время установки. Если обувной ритейлер планирует открыть свои демонстрационные залы по всему городу, потребуется много недель, чтобы настроить проводное подключение к точкам продаж (POS), подключение к центральному офисному инвентарю, телефонию и т. д. Возможность подключения на основе LTE может быть обеспечена в течение нескольких часов без хлопот проводки, установки. Он обеспечивает полную связь для кредитных карт, VoIP-телефонов и инвентаризации MGMT. Это сэкономит много времени и ресурсов для сотен таких магазинов по всему городу для большой сети магазинов.

Здравоохранение. Мобильная связь уже доказала свою значимость для системы здравоохранения. Пациенты могут удаленно отправлять отчеты врачу, консультироваться с ними посредством видеоконференций, теперь машины скорой помощи также подключены к больницам во время их прохождения и предоставляют необходимое лечение пациентам. Кроме того, с помощью товаров для здоровья и здоровья (например, повязки на руку) пациенты могут круглосуточно предоставлять жизненно важную информацию врачу.

Подключенные автомобили. Подключенная машина – еще одна парадигма, которая покорила автомобильную промышленность. BMW был первым производителем автомобилей, который представил 4G LTE для автомобильной связи. С тех пор многие автомобильные компании внедрили «горячие точки» в автомобилях (с использованием LTE) для информационно-развлекательных мероприятий, подключения Wi-Fi для пассажиров, геонавигации и т. д. Кроме того, во многих странах были улучшены транспортные системы, использующие 4G LTE.



Временная бизнес-установка. Получение проводной сети во временном или временном офисе (на несколько недель / месяцев), например, на строительной площадке, на строительной площадке и на строительной площадке, будет трудно и сложно обслуживать. С другой стороны, настройка сети на основе LTE будет проста в настройке и обслуживании. Строительные объекты должны передавать большие файлы, графические изображения / карты, трехмерные изображения САПР и т. д. В центральный офис для быстрой работы. Быстрое подключение к сети с низким уровнем отказов экономит много денег для таких предприятий.

Время восстановления. В случае сбоя для проводного сетевого подключения восстановление может занять несколько дней, в зависимости от места сбоя, типа сбоя и т. д. Сетевое подключение на основе LTE будет доступно в течение нескольких часов, даже если оно выйдет из строя (мобильные сети имеют хорошую репутацию в течение многих лет без перебоев).

Решение для резервного копирования. Предприятия также могут использовать 4G LTE в качестве резервного сетевого подключения на случай сбоя основного проводного подключения.

Современный Wi-Fi как альтернатива 4G

Две беспроводные технологии, WiMAX, основанные на стандартах IEEE и LTE, стандартизированные 3GPP, являются двумя конкурирующими технологиями, тем не менее, очень технически схожи. Это противостояние началось до 4G (802.16e для Mobile WiMAX и 3GPP версии 8 для LTE) и продолжилось с появлением версий 4G (WiMAX 2.0 на основе IEEE 802.16 m и LTE-Advanced, стандартизированных Выпуск 10). Похоже, соревнование закончилось с преимуществом LTE. Планируется, что WiMAX перейдет/интегрируется с LTE в режиме технологии множественного гетерогенного доступа.

Во всем мире взаимодействие для микроволнового доступа (WiMax) является новой фиксированной широкополосной беспроводной технологией, которая будет поставлять последней мили широкополосного соединения в большей географической области, чем Wi-Fi. Предполагается обеспечить охват где-нибудь от



одной до шести миль в ширину. Такой диапазон охвата WiMax, как ожидается, чтобы обеспечить фиксированный и кочевой беспроводный широкополосный доступ, не обязательно должны иметь сайт линии прямые (LOS) с базовой станцией. WiMax также позволит большую мобильность, более высокие скорости передачи данных приложений, диапазон и пропускную способность, чем его аналог, Wi-Fi.

WiMax использует IEEE 802.16 спецификации стандартов. Спецификация IEEE 802.16d, в первую очередь с учетом беспроводных глобальных сетей (WWAN). Недавно утвержденные спецификации IEEE 802.16e, мобильная версия WiMax, с другой стороны, в основном используются для мобильных беспроводных городских сетей (WMANs). Эти две характеристик делают WiMax архитектурно идеально подходят для последней мили, транзитный, Интернет-провайдеры, сотовые базовые станции, шунтирующий ТФОП, точки доступа и корпоративные сети.

Способности, такие как высокие частоты полосы пропускания между 2 ГГц и 11ГГц, делает WiMax идеально подходит для передачи данных. WiMax имеет общий диапазон до 30 миль. Более того, WiMax имеет возможность поддерживать различные данные передаются со скоростью до 75Mbps, как показано inTables. WiMax набирает огромную популярность каждый день.

Есть несколько преимуществ, которые могут быть получены из развертывания WiMax. Во-первых, он поддерживает более высокую пропускную способность

ставок, более высокие скорости скорость передачи данных и более широкий рабочий диапазон. Они делают технологию очень полезно для развертывания в плохих районах местности или в помещениях с ограниченным проводной инфраструктуры.

Кроме того, WiMax поддерживает и интерфейсы легко с другими проводными и беспроводными технологиями, такими как Ethernet, ATM, VLAN-сети и Wi-Fi. Кроме того, WiMax, обеспечивает подключение к сети, который исследует многоручевые сигналы без строгих требований о наличии прямой видимости. Наконец, WiMax обеспечивает лучшее качество обслуживания (QoS), используя преимущества технологии smart-антенны, которая использует спектр более эффективно.

Главный недостаток развертывания WiMax является собственностью оборудования. WiMax оборудование должно быть в состоянии эффективно использовать энергию для того, чтобы обеспечить оптимальную функциональность. Для WiMax, использование выходной мощности основана на процесса выбора диапазона, который определяет правильное смещение синхронизации и мощности установки. Таким образом, передачи для каждой абонентской станции должны быть такими, чтобы они прибывают на базовую станцию в нужное время и на том же уровне мощности. Когда WiMax развернут на природу, в не прямой видимости сред могут возникнуть задержки, что вызовет потенциальную межсимвольную интерференцию. Хотя использование масштабируемого с ортогональным частотным разделением каналов



(SOFDM) предназначено, чтобы попытаться решить эту проблему, использование OFDM имеет проблему генерация фазового шума, которая повышает стоимости подсистемы и сложность.

Быстрота развития 5G вай-фая подобного не предусматривает – потребуются новые устройства с наличием региональной привязки.

Почему 5G – не для России?

Новая сеть использует 3 рабочих диапазона. И у каждого из них свои свойства.

Короткие волны способны передавать данные с невероятной скоростью в 25 Гбит/с, но они плохо преодолевают препятствия. Обычная гипсокартонная перегородка может стать преградой на пути такой волны. Поэтому для поддержания работоспособности, нужно расположить больше точек внутри здания. Такой тип пригодится для магистральных передач данных.

Длинные диапазоны позволяют без проблем передавать данные внутри зданий, но из-за этого страдает скорость передачи.

Для конечного пользователя реальная скорость будет держаться на отметке 1-2 Гбит/с и иметь задержку 1 миллисекунду. Много ли это, если сравнивать со скоростью и задержкой LTE? Нет. Потому что для огромных скоростей в 4G на данный момент не готова инфраструктура. А распространение сети 5G требует еще больше усилий и средств.

Что сейчас происходит с 5G в России?

Над 5G интернетом в России на данный момент работают такие известные операторы, как Мегафон, МТС и Билайн. Они сотрудничают с иностранными компаниями, которые помогают им освоить новую технологию.

Известно, что Мегафон развернули первую сеть в Российской Федерации на Санкт-Петербургском мероприятии экономического форума. Максимальная скорость

передачи, составила 1,24 Гбит/с. Позже была достигнута скорость 5 Гбит/с.

Во время ЧМ по футболу МТС тестировала сеть. Максимальная скорость на оборудовании Nokia достигла 4,5 Гбит/с.

А вот оператор Билайн еще не проводил тестирование новой сети.

По доступной информации, операторы готовы сотрудничать для развития инфраструктуры. Также это сократит расходы. По прогнозам, к 2025 году сеть 5G в России охватит 80% населения.

Стоит ли покупать 5G-смартфон?

Ближайшие 2-3 года покупать смартфон с связью 5G не стоит. Так как широкие зоны покрытия появятся лишь в 2023-2025, а сейчас доступны только тестовые зоны. Через несколько лет устройство, купленное сегодня, заметно подешевеет и к тому же устареет. Да и в общем, технологию может сменить что-нибудь другое. Большинство крупных производителей телефонов быстро разрабатывают оборудование 5G, чтобы подготовиться к развертыванию, но любое широкое распространение потребует обмена потребителями. Стоит отметить, что до полного развертывания сети, даже новый iPhone будет бесполезен в России с этой точки зрения. Тем не менее, почти все ожидаемые смартфоны 2020 будут обладать способностью принимать данный тип сигнала.

Автономное развертывание будет продолжать расширяться в течение следующих нескольких лет, так как операторы, производители устройств и потребители продолжают переход, и новые сети 5G создаются с нуля. В следующие 2-4 года мы должны постепенно переходить на 5G при оптимальной скорости и уровнях покрытия во всех регионах. При этом японские ученые уже дают прогнозы по срокам внедрения даже следующего поколения связи – 6G.

apptoday.ru

FACEBOOK TERRAGRAPH – ПРОЕКТ ГОРОДСКИХ ЯЧЕЙСТЫХ СЕТЕЙ НА 60 ГГц

Больше года назад Facebook громко заявила о пилотных инсталляциях Terragraph – масштабного проекта по широкополосному доступу к Интернету для жителей регионов с неразвитой сетевой инфраструктурой. Старт проекта сопровождался большой PR-кампанией: о пилотных сетях на базе радиолинков 60 ГГц в двух венгерских деревнях написали практически все мировые отраслевые СМИ, включая российские ИТ-порталы. С тех пор о Terragraph мало кто слышал, да и на самом сайте проекта обилия новостей не наблюдается. А что с этим проектом сегодня? Возможно, Terragraph постигла судьба предыдущего масштабного проекта Aquilla (2016), в котором гигантские дроны на солнечных батареях должны были раздавать широкополосный Интернет всем желающим? Проект Aquilla, как известно, не «взлетел», и Facebook закрыла его спустя два года после анонсирования.

■ СЕРГЕЙ БЕРЕЗИН

Спойлер для тех, кто торопится узнать суть: проект Terragraph в целом жив, хотя масштабы его развития воображение не поражают, а от некоторых интересных опций вроде самонастраивающихся терминалов со сканированием лучом решили отказаться. Интересно другое: произошла «уберизация» термина, т. е. независимые операторы в разных странах стали объявлять о проектах Terragraph-подобных сетей, построенных по аналогичному принципу, но никак не связанных с бизнесом компании Facebook.

Идея Terragraph

Когда в 2014–2015 гг. в мире появилась концепция «Гигабитный Интернет в каждый дом и малый офис», также известная как FTTP/FTTH (fiber-to-the-premises/fiber-to-the-home), то казалось, что единственный вариант ее реализации – опутать все волокном. Иначе говоря, в качестве физической сети эта концепция безальтернативно предполагала прокладку оптоволоконного кабеля к каждому зданию, а лучше к каждому домохозяйству или малому офису. Особо заметен на этом фоне был Google, запустивший в 2015 г. в семи городах США масштабный и щедро финансируемый проект Google Fiber (рисунок 1) [3].



Рисунок 1 – Рекламное фото проекта Google Fiber. Источник: Google

Цель таких проектов, несомненно, была и остается благой – цифровой прорыв в развитии общества, создание равных возможностей для семей с разным достатком

при доступе к образовательным ресурсам и профессиям. Однако при подсчете бюджетов обустройство гигантского сетевого хозяйства с прокладкой бесчисленного количества оптических кабелей в городах (особенно в районах исторической застройки) оказалось очень затратным мероприятием, которое растянется на годы.

При этом вариантов «сэкономить» при прокладке волокна не так уж и много. Львиная доля расходов в таких проектах приходится на разнообразные «полевые работы», такие как вскрытие асфальта и выкапывание траншей, или на довольно дорогую аренду телекоммуникационных колодцев.

К примеру, в проекте FTTH для Сан-Франциско [4], предложенном в 2017 г., речь шла о выделении средств муниципалитета в размере \$2 млрд для города с населением 1 млн человек. Следовательно, дотянуть оптику к каждому абоненту стоило бы \$2 тыс. (за точку). Ничего удивительного: города в Калифорнии раскидистые, имеют огромные площади коттеджной застройки, а выкопать всего 1 м траншеи для оптоволоконного кабеля стоит до \$150.

Результаты первых внедрений Google Fiber FTTH в Канзас-Сити (США) не замедлили сказаться на проекте. Уже через год Google объявил о покупке оператора беспроводной связи Webpass для удешевления процесса инсталляции в следующих восьми городах – Лос-Анджелесе, Сан-Диего, Сан-Хосе, Портленде, Фениксе, Чикаго, Джек-сонвилле и Тампе. А путь с раскопками решили максимально сократить, используя беспроводные подключения везде, где возможно. Кстати, упомянутый выше проект FTTH в Сан-Франциско тоже подвергся влиянию беспроводных альтернатив, об этом мы еще скажем.

Аналитик Бенуа Фельтен (Benoit Felten) так отозвался о фиаско с оптикой у Google Fiber [5]: «Я предполагаю, что был один фундаментальный просчет: в Google верили, что они могут революционизировать укладку волокна, могут развернуть его намного дешевле и гораздо быстрее, чем кто-либо еще. Это полностью соответствует мышлению Google, но, к сожалению, игнорировался тот факт, что сотни компаний уже много лет прокладывали инфраструктуру проводного доступа к тому времени, когда в Google Fiber решили это попробовать».



Рисунок 2 – Сеть TerraGraph в городской застройке – пример концепта, как его видит Facebook. Источник: Facebook

Как мы видим, даже удешевление сетевого оборудования и волокна здесь не поможет, ведь зарплаты экскаваторщика, машиниста асфальтоукладчика, монтажника и других рабочих специальностей, а также стоимость аренды телекоммуникационных колодцев только растут.

Но тут на рынке произошли изменения, которые хотя и ожидалось, но случились гораздо раньше, чем кто-то себе мог вообразить. Речь идет о появлении сверхдешевых гигабитных радиолинков, работающих на частотах 60 ГГц. Возможность за сумму от \$100–150 организовать дуплексное гигабитное соединение на трассе длиной до нескольких сотен метров появилась впервые, и это сразу изменило экономику FTTH-проектов.

Новые перспективы беспроводной связи подхватила компания Facebook. Она первой на рынке предложила концептуальный проект TerraGraph, который на глазах становится именем нарицательным. Кроме чисто футуристических целей – создавать лучшее будущее, – Facebook преследовала (и преследует) коммерческий интерес. Это плата за Интернет для домохозяйств, рост числа пользователей социальной сети с соответствующими доходами от рекламы и удорожания акций самой Facebook.

Архитектура сети под названием TerraGraph выглядит как ячеистая сеть, покрывающая территорию мелкими сотами с длиной пролетов в среднем до 100 м. Базовые станции 60 ГГц монтируются на опорах освещения, крышах малоэтажных зданий и иных местных сооружениях и объединяются в группы с автономным управлением и распределением трафика.

Изначально в качестве оборудования узлов TerraGraph планировалось использовать базовые станции с фазированной антенной решеткой [6], которые имели бы 360° – или секторное покрытие. Такие станции, сканируя окружающее пространство лучом, находили бы себе подобных после установки, реализуя принцип самоорганизующейся сети с возможностью самовосстановления (рисунок 2). При сбое одной из станций происходили бы поиск и переключение направления антенн на соседние работоспособные станции. Однако в дальнейшем, в пилотных проектах TerraGraph, от идеи сложных систем со сканированием лучом отказались, используя обычные радиолинки «точка-точка» (FWA, Fixed Wireless Access).

В пилотах TerraGraph применяются станции WiGig, работающие в стандартах 802.11ad и 802.11ay с разделением радиочастот по времени TDD/TDMA. Радиолинки соединяются друг с другом, образуя сеть уровня 3 (L3), которая может масштабироваться на больших географических территориях. Гибкость архитектуры обеспечивается программным обеспечением маршрутизации между конечными абонентами и точками обмена трафиком с магистральной сетью.

При использовании WiGig есть проблема – в диапазоне 5-мм длин волн (60 ГГц) ввиду ослабления в атмосферном кислороде сигналы распространяются всего на сотни метров, сильно поглощаются дождем и листвой, не проходят сквозь стены и окна. Чтобы доставить трафик в домохозяйства, провайдерам приходится использовать архитектуру беспроводных сетей FWA, в которых базовые

станции 60 ГГц передают сигнал стационарному клиентскому терминалу, расположенному снаружи здания (CPE, Customer Premises Equipment). Далее с этого терминала уже делается разводка «витой парой» или оптикой внутри здания.

Ячеистую сеть типа Terragraph можно использовать в двух вариантах – как среду для доступа к Интернету домохозяйств и малых офисов и как опорную магистраль для покрытия общественных пространств зонами Wi-Fi (и зонами 5G в будущем).

Планы Terragraph на 2020 год

Собственно говоря, в 2020 г. проект, по материалам Facebook, будет развиваться в двух направлениях: создание новых пилотных зон и сотрудничество с производителями в выпуске оборудования под спецификации проекта (стек TCP/IP типа Terragraph).



Рисунок 3 – Оборудование пилотной сети Terragraph в г. Пенанг (Малайзия). Источники: TechNave, YTL

Венгрия была не единственным местом для пилота – Facebook расширила географию проекта, проведя в 2019 г. испытания в Малайзии (рис. 3) [7] с оператором YTL Communications и в Индонезии с XL Axiata. На 2020 г. компания наметила полевые испытания в Бразилии с операторами Claro и Vivo. Также будут проведены новые испытания в Афинах, где есть микроволновая исследовательская лаборатория Deutsche Telekom.

У Terragraph развивается партнерское направление с производителями оборудования, хотя темпы проекта отстают от заявленных. В конце 2018 г. несколько производителей оборудования, включая Cambium Networks, Siklu, Nokia и Qualcomm, сообщили о намерении выпустить

коммерческие радиолинки 60 ГГц, в которые будет интегрирован программный стек Terragraph.

К началу 2020 г. ситуация у большинства партнеров Facebook была следующей:

- О запуске линейки продуктов Siklu Terragraph [8] в виде станций «точка-многоточка» 60 ГГц третьего поколения в ноябре 2019 г. сообщила компания Siklu, но пока о коммерческих поставках сведений нет.

- Radwin [9] тоже отчиталась о доступности оборудования Terragraph и в феврале 2019 г. объявила о пилоте в Огайо (США) на небольшом участке коттеджной застройки, далее новостей от них нет.

- Intel объявила [10], что будет поддерживать наборы микросхем для Terragraph.

- Qualcomm [11] дебютировала с семейством 60-ГГц Wi-Fi-сертифицированных чипсетов Terragraph, которые могут охватывать несколько вариантов использования, включая фиксированный беспроводной доступ FWA (похоже, про варианты со сканированием лучом решено забыть).

Два партнера, Nokia и Common Networks, вообще не слишком преуспели в сотрудничестве с Facebook. Роль Nokia [12] предполагалась в использовании в терминалах отраслевого стандарта IEEE 802.11ay, адаптированного Nokia под маркой Wireless PON. Однако на сайте Nokia никакой информации с 2018 г. на тему сотрудничества с Facebook пока не появилось.

Роль Common Networks (стартап из Сан-Франциско) [13] должна была состоять в обустройстве тестовых площадок на территории США. Но, судя по цитате на сайте Common Networks, у этого партнера есть и иные цели. «Хотя мы сотрудничаем с Facebook Terragraph, Common не зависит от этой технологии. Мы в восторге от работы, проделанной командой Facebook над общим развитием 60-ГГц экосистемы. Мы используем уникальную комбинацию технологий миллиметровых волн (включая Terragraph) и также пробуем 5G», – сообщил Зак Брок (Zach Brock), генеральный директор Common Networks.

Оптические каналы и Terragraph

Хотя Terragraph позиционируется как полностью беспроводная сеть, на порядок ускоряющая (в сравнении с FTTP/FTTN) сроки развертывания и снижающая расходы на подключение гигабитного Интернета к каждому потребителю, в ее структуре должны быть многочисленные узлы подключения к оптическим каналам (или магистральным радиорелейным линиям). Эти узлы Facebook называет DN (Distribution node). Иными словами, технология Terragraph не особо ущемляет бизнес «классических» операторов, владеющих оптическими каналами, – наоборот, дает им новые ниши для развития.

К примеру, американская компания AT&T, занимающая на рынке оптических линий связи в США такое же доминирующее положение, как «Ростелеком» в России, взялась строить Terragraph-подобную сеть [14] как транспортную основу для 5G в Сан-Хосе, городе-миллионнике в Калифорнии.

Контракт, подписанный с городским муниципалитетом Сан-Хосе, предполагает развертывание 170 сот, в которых будет задействовано до 1500 базовых станций диапазона 60 ГГц, расположенных на столбах уличного освещения. Интересно, что в среднем к каждому 10-му из этих столбов предполагается подвести оптический кабель 10 Gigabit Ethernet от магистральных линий AT&T. Возможно, это сделано из-за задержек в DN-узлах, которые по ранним спецификациям достигают 0,5 мс. Десяток пролетов – и в узлах набирается задержка, уже критическая для функционирования некоторых мультимедиа-сервисов. На карте проекта (рисунок 4) красными точками показан пример размещения DN-узлов Terragraph с подключением по оптике, зеленые точки – обычные станции 60 ГГц.

Есть и другой пример взаимодействия «классического» оператора и Terragraph. Оператор Common Networks, уже упомянутый партнер Facebook, смог запустить проект в Сан-Франциско и строит там свою сеть Terragraph [15] для гигабитного подключения домохозяйств и малых офисов к Интернету.

Магистральные радиолинии 70/80 ГГц для подключения станций Terragraph

Итак, ячеистой Terragraph-подобной сети не обойтись без множественных точек подключения к магистральным

каналам 10GE / 40GE. В примере с Сан-Хосе компания AT&T говорит об одном 5-гигабитном подключении к магистральной оптике на 10 базовых станций 60 ГГц (или 10 Гбит на 20 станций). Однако не везде и не всегда строить оптические магистрали для запитки трафиком DN-узлов экономически целесообразно, особенно если прокладке кабеля мешают серьезные ландшафтные (река, горы, территория заповедника и т. д.), техногенные или законодательные (охранные зоны) преграды.

В 2019 г. 40-гигабитный радиомост через Енисей для «Норникеля» установил мировой рекорд беспроводной связи по емкости/дальности [16], показав тем самым, что дальнобойные PPC диапазона 70/80 ГГц вполне способны передавать данные со скоростью, идентичной магистральной оптике. Как раз такие возможности требуются для подключения DN-узлов Terragraph.

Из PPC 10GE 70/80 ГГц можно смонтировать ячеистую беспроводную транспортную сеть (рисунок 5) с коммутаторами L3, дополняющую оптику в масштабах целого города (особенно на трудных для прокладки кабеля маршрутах). Такая сеть будет обладать свойствами самонастройки с балансировкой загрузки и оптимизации путей трафика. Типичная длина беспроводной трассы может составлять около 3–6 км, с коммутаторами 1/10GE в узлах для обслуживания расположенных вблизи станций 60 ГГц емкостью 1 Гбит и домовых сетей.



Рисунок 4 – Фрагмент карты Сан-Хосе в проекте Terragraph-подобной сети AT&T. Точки – подключения к оптике. Источник: Digital Twin Sim



Рисунок 5 – Пример Terragraph-подобной сети с запиткой от PPS диапазона 70/80 ГГц для создания общественных зон Wi-Fi (проект)

Пример такой беспроводной широкополосной ячеистой сети L3 диапазона 70/80 ГГц предложила компания «ДОК» [17]. Сеть устойчива к влиянию атмосферных осадков ввиду длинных пролетов и множества резервных лучей в разных направлениях. Сеть 70/80 ГГц предполагает совместное развертывание с оптикой. Уже от этой опорной сети можно запитывать Terragraph-подобную сеть 60 ГГц.

Заключение

Terragraph-подобные сети диапазона 60 ГГц после нескольких успешных пилотов получили признание как вполне рабочая и перспективная технология. Как показали эти проекты, DN-узлы Terragraph требуют подключения к магистральной оптике в пропорции от 1:10 до 1:20, поэтому ячеистые сети не несут прямой угрозы бизнесу традиционных кабельных операторов, а скорее открывают новые возможности для развития.

Интересным примером реализованной Terragraph-подобной сети диапазона 60 ГГц от независимого оператора является сеть, развернутая в центре Лондона

компанией Cambridge Communication Systems (CCS) [18]. Эта 60-ГГц FWA-сеть (Fixed Wireless Access) служит для запитки зон Wi-Fi в общественных местах, передачи трафика от камер наблюдения и подключения к широкополосному Интернету местных клиентов малого бизнеса и домохозяйств (рис. 6). Компания CCS успешно реализовала изначальный принцип базовых станций Terragraph – круговую диаграмму антенн с возможностью автопоиска других базовых станций и конечных терминалов (CPE, Customer Premises Equipment), а также самовосстановление при отказах некоторых базовых станций за счет автоматического переключения направления антенн и изменения путей трафика.

Ячеистые сети типа Terragraph облагают несколькими преимуществами, которые с высокой вероятностью гарантируют будущее этой технологии:

- Топология ячеистой сети с соединениями каждого радио с несколькими другими радио обеспечивает резервирование путей для трафика (дублирование путей по принципу раннего Интернета).



Рисунок 6 – Terragraph-подобная сеть 60 ГГц для общественных зон Wi-Fi, видеонаблюдения и доступа к Интернету, построенная в Лондоне компанией CCS

• Мелкоячеистые соты 60 ГГц отлично подходят для трафика IoT, видеокamer Safe City, организации общественных зон Wi-Fi в парках, на остановках транспорта и подобных местах, а также как опорная сеть для развертывания 5G (пилот в Сан-Хосе).

• О выпуске дешевых станций «точка-многоточка» и «точка-точка» 60 ГГц объявляют все больше производителей (MicroTik, Cablefree, CCS и др.), причем независимо от партнерства с Facebook.

• Станции ячеистой сети 60 ГГц можно устанавливать на зданиях для последующей подачи гигабитного трафика к домовым сетям по оптике (FTTH) или витой паре.

• Доступность составляет 99,99% и может быть достигнута уже с помощью трех радиолинков в каждой точке.

Развертывание опорной радиосети 70/80 ГГц и сети типа Terragraph 60 ГГц для города-миллионника может занять несколько кварталов, но не лет. В малых городах на 100–500 тыс. жителей проект Terragraph-подобной сети может быть выполнен еще быстрее.

FTTH – оптоволоконная сеть, которая рассчитана на предоставление гигабитного доступа к Интернету для домохозяйств и малого бизнеса. Различают технологии AON и PON, отличающиеся наличием или отсутствием активного оборудования на пути от сетевого узла до потребителя.

Ячеистая радиосеть (mesh network) представляет собой массовое покрытие территории жилого массива и/или промышленного района большим количеством гигабитных радиолиний «точка-точка» полнодуплексного режима (не Wi-Fi). Каждая радиолиния имеет несколько путей под-

ключения к ближайшему узлу, образуя запасные пути соединения, – тем самым копируется принцип изначального построения Интернета.

Литература

1. terragraph.com
2. habr.com/ru/post/448236
3. fiber.google.com
4. telecoms.com/488950/san-francisco-building-own-open-access-fibre-network-for-1-9bn
5. diffractionanalysis.com/opinions/2016/10/salvaging-google-fibers-achievements
6. engineering.fb.com/connectivity/introducing-facebook-s-new-terrestrial-connectivity-systems-terragraph-and-project-aries
7. digitalnewsasia.com/mobility/ytl-comms-penang-terragraph-trial-hits-170mbps-peak-download-speed
8. siklu.com/press-release/siklu-announces-the-terragraph-product-family
9. radwin.com/press-room/terragraph-60ghz-mesh
10. itpeernetwork.intel.com/terragraph-radwin/#gs.skw4ix
11. qualcomm.com/news/releases/2018/10/16/qualcomm-dramatically-extends-wi-fi-experiences-5g-era-60ghz-80211ay
12. nokia.com/about-us/news/releases/2018/02/25/nokia-and-facebook-work-together-to-expand-ecosystem-for-fixed-wireless-access-over-60-ghz
13. common.net/technology
14. static1.squarespace.com/static/5c47aec9710699200cbec89e/t/5c762545eb393114c85db4a7/1551246666558/Economics+of+Terragraph.pdf
15. lightreading.com/mobile/5g/san-francisco-wisp-buys-facebooks-60ghz-terragraph-equipment/d/d-id/749620?_mc=RSS_LR_EDT
16. habr.com/ru/post/467753
17. dokltd.ru/products/a20242
18. ccsl.com/self-organising-nodes

controleng.ru

5G И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ НЕСУТ НЕВИДАННЫЕ УГРОЗЫ ДЛЯ ИНФОРМБЕЗОПАСНОСТИ

Опрос специалистов в секторе кибербезопасности и оценки рисков показывает, что они с большой настороженностью ожидают дальнейшего распространения искусственного интеллекта и сетей пятого поколения.

■ РОМАН ГЕОРГИЕВ

Новые риски

Лица, принимающие решения в секторе кибербезопасности и оценки рисков, с настороженностью относятся к грядущему пришествию искусственного интеллекта и сетей связи пятого поколения. Многие из них считают, что они принесут с собой множество новых угроз. Об этом свидетельствуют результаты исследования, проведенного британской организацией Information Risk Management (IRM).

По мнению подавляющего большинства (86%) опрошенных IRM экспертов, ИИ вынудит их в течение ближайших пяти лет поменять стратегию в области кибербезопасности. При этом что технологии ИИ уже сейчас активно используются для выявления и предотвращения попыток вторжения в корпоративные сети, борьбы с мошенничеством и обеспечения безопасной авторизации пользователей.

Признавая, что без использования технологий ИИ уже не обойтись, эксперты отмечают, что злоумышленники уже пытаются использовать ИИ для проведения кибератак.

Минимум один такой инцидент уже случился ранее в 2019 г.: злоумышленники воспользовались технологией искусственного интеллекта для чрезвычайно эффективной имитации голоса высокопоставленного руководителя одной энергетической компании. В результате около 200 тыс. евро утекли на счет киберпреступников.

Эксперты предрекают новые угрозы от ИИ и сетей 5G. Кроме того, эксперты предполагают, что злоумыш-

ленники могут использовать ИИ для автоматизации атак на принципиально новом уровне, что, естественно, дополнительно повысит ставки.

Скорость – не панацея

Сети 5G также могут служить источником проблем, – так считают 83% опрошенных. Во-первых, эксперты опасаются роста атак на сети интернета вещей, во-вторых, что скоростные сети увеличат «поверхность атаки», в-третьих, что программные оболочки оборудования для сетей пятого поколения будут написаны без учета требований безопасности.

В октябре в Евросоюзе был опубликован отчет оценки рисков, связанных с сетями 5G, в котором указывалось, что программные уязвимости в оборудовании сетей пятого поколения служат источником повышенного риска, еще большего, чем для сетей предыдущих поколений. Кроме того, в силу новых функций и архитектуры, некоторые компоненты сетей, в частности базовые станции, оказываются более чувствительны к атакам. Наконец, из-за того, что сети 5G, как ожидается, будут использоваться как магистральные каналы для многих критических приложений, их цельность и бесперебойная работа оказываются вызовом сами по себе.

Большую озабоченность также вызывает вероятность того, что киберзлоумышленники и спецслужбы будут пытаться скомпрометировать ПО и аппаратные компоненты оборудования для сетей 5G в своих целях.

«Пришествие новых технологий – это всегда появ-

ление новых рисков, – отмечает Анастасия Мельникова, эксперт по информационной безопасности компании SECConsultServices. – Так что опасения экспертов совершенно справедливы, в том числе те, которые касаются качества программных компонентов сетей 5G. Но, как и технологии ИИ, это уже неотвратимое будущее, и лучшее, что сейчас можно сделать, это получить максимальное количество информации о сопутствующих рисках и принять все возможные профилактические меры».

cnews.ru



ШЕСТОЕ G: КАКОЙ БУДЕТ СВЯЗЬ БУДУЩЕГО

СЕТИ 5G ТОЛЬКО НАЧИНАЮТ РАЗВЕРТЫВАТЬСЯ, ОДНАКО ЗА НИМИ УЖЕ ПРОСТУПАЮТ КОНТУРЫ СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

■ **РОМАН ФИШМАН**

Прошедший 2019-й можно назвать «годом 5G». В апреле консорциум 3GPP, который разрабатывает спецификации мобильной связи, выпустил 15-й релиз, описывающий стандарты нового поколения, и сети стали развертываться по всему миру. Уточнение параметров 5G еще продолжается, и в 2020–2021-м должны появиться релизы 16 и 17, которые завершат описание 5G, доведя его до условного уровня «5++». Тем временем гонка к новому поколению 6G уже началась.

В марте 2019 года в финском Университете Оулу состоялась первая встреча консорциума 6G Flagship. Вуз, который выступает ключевой научно-исследовательской базой компании Nokia, возглавил работу над сетями следующего поколения. А в ноябре официальный старт разработкам технологий 6G дало и правительство Китая. К ним уже подключились все основные производители телекоммуникационного оборудования, и следующая встреча 6G Flagship должна состояться в марте 2020-го.

«Вопрос о 5G можно считать в целом закрытым на уровне релиза 15, – рассказал нам руководитель лидирующего исследовательского центра (ЛИЦ) Сколтеха Виталий Шуб, который принимает непосредственное участие в работе над новым поколением связи. – Спецификации определены, технологии созданы, идет промышленное производство оборудования. Китайские заводы выпускают под сотню тысяч базовых станций в месяц». Пора думать о том, как будет выглядеть связь 6G.

Вечный цикл

Телекоммуникационная инфраструктура использует сети двух принципиально различных типов. Сети с фиксированным ресурсом – такие, как, например, проводное подключение по медному, коаксиальному или оптоволоконному кабелю, – напрямую соединяют абонента с каким-либо портом оператора, который гарантирует определенную пропускную способность этого канала. Выделенная связь предназначена персонально для пользователя, как водопроводная труба, подведенная к крану в доме.

В отличие от них сотовые сети по определению являются сетями с делимым ресурсом. Их спецификация гарантирует определенную скорость передачи к общему пулу абонентов и от них только между ними и базовой станцией. Однако итоговая скорость обмена данными зависит от числа подключенных абонентов, от емкости сети и других факторов. «По сути, мобильная связь по 4-е поколение включительно – это уникальный бизнес, который может предоставлять сервис без каких-либо гарантий его качества, – говорит Виталий Шуб. – Более того, с этим ничего не поделаешь: такая особенность вытекает из самой «физики» сети, из ограниченности ее ресурса, который

делится между всеми пользователями».

В результате каждое следующее поколение сотовой связи проходит одни и те же характерные этапы. Первое время после появления новой технологии абонентов в такой сети не слишком много и доступные им скорости по-настоящему высоки. Однако затем сеть начинает заполняться, в ней становится все больше и пользователей, и требовательных приложений. В результате скорости падают и возникает потребность во внедрении новых технологий и нового поколения связи. Практика показывает, что такая смена занимает около 10–12 лет.

«Бизнес развивается «по пиле»: постепенное насыщение сетей завершается появлением следующего поколения связи, которое ослабляет эту нагрузку, – объясняет Виталий Шуб. – Сперва появляется предложение, оно рождает спрос на новые возможности. Но затем все меняется: возникший спрос требует нового предложения, новых технологий для его удовлетворения. Сотовые операторы просто вынуждены постоянно расширять сеть и улучшать ее характеристики».

Между пятым и шестым

Каждое следующее поколение сотовой связи можно связать с переходами к новым, все более сложным принципам кодирования сигнала. Первые из них использовали системы с частотным разделением (FDMA) – это простейший подход, при котором доступ к общему каналу разделяется между пользователями за счет временного выделения им определенных частот. Следом получили распространение технологии TDMA, позволяющие нескольким абонентам использовать один и тот же канал, деля его короткими интервалами времени.

Потом был внедрен множественный доступ с кодовым разделением (CDMA и WCDMA), который дает дополнительные возможности параллельного использования частот. Сигнал при этом модулируется специальной кодирующей последовательностью, для каждого абонента своей. Антенна базовой станции передает запутанный, похожий на шум сигнал, но каждый конечный получатель, зная свой код, способен выделить из него нужную для себя часть.

Затем был реализован множественный доступ с ортогональными несущими (OFDMA), при котором каждая несущая частота, в свою очередь, разделяется на множество поднесущих, модулируемых независимо друг от друга. Сегодня и этот подход приближается к своему теоретическому пределу. «Для каждой технологии существует предельная спектральная эффективность, то есть число бит в секунду, которые может передать 1 Гц радиоволны, – объясняет Виталий Шуб. – Пятое поколение приближается к 30–50 бит/с/Гц, почти полностью используя

возможности математического аппарата кодирования. Это и дает огромную пропускную способность: добавьте сверхширокую полосу несущей, и вы получите цифры от 100 Мбит/с до 1 Гбит/с, а в некоторых случаях даже и 20 Гб/с».

Ожидается, что связь 6G достигнет уже от 100 Гбит/с до 1 Тбит/с, а скорость отклика сети – менее миллисекунды. Точные требования к стандарту еще не сформулированы, однако предполагается, что именно такие цифры понадобятся для работы беспилотного транспорта, сложных систем искусственного интеллекта и виртуальной реальности, роботизированной промышленности и логистики. Достижение нужных показателей потребует использования новых частот, новой математики и даже физики.

Новые скорости

Скорость передачи данных определяется шириной несущего канала и спектральной эффективностью, и работа для 6G ведется по обоим направлениям. Так, чтобы увеличить ширину несущей, необходимо задействовать новый, пока недоступный для связи диапазон, переходя к еще более коротковолновым радиоволнам – частотой до 100 ГГц и даже выше, в терагерцовую, субмиллиметровую область (300 ГГц – 3 ТГц), которая остается практически незанятой и позволит использовать широкий рабочий диапазон.

До недавнего времени терагерцовые передатчики и приемники оставались сложны и громоздки, как ранние компьютеры. Такие установки нашли массовое применение лишь в последние годы – например, при досмотрах багажа в поисках взрывчатки, в медицине и материаловедении. Для шестого поколения связи терагерцовые устройства должны стать еще более миниатюрными и энергоэффективными. А в дополнение к этому широкому каналу должны появиться и новые технологии кодирования сигнала для повышения его спектральной эффективности. Одним из ключевых направлений этой работы стали «оптические вихри», которыми активно занимаются разработчики из Сколково. «Световую волну можно представить, как штопор или спираль, – поясняет Виталий Шуб. – Шаг этой спирали может быть неравномерным, более того, его можно контролировать. Научившись модулировать такие неоднородности волны, мы получаем дополнительный способ кодирования сигнала». Такие технологии движутся вперед семимильными шагами, и в 2018 году австралийские ученые уменьшили систему для модуляции углового орбитального момента волны (ОАМ) до размеров микрочипа, вполне подходящего для использования в карманном гаджете. По некоторым оценкам, применение ОАМ-кодирования позволит увеличить спектральную эффективность как минимум впятеро. «Теоретические пределы тут пока не установлены, поскольку пока неясно, насколько мы сумеем варьировать и контролировать «шаг луча», – добавляет Виталий Шуб. – Возможно, что рост составит и десять, и сотню раз».

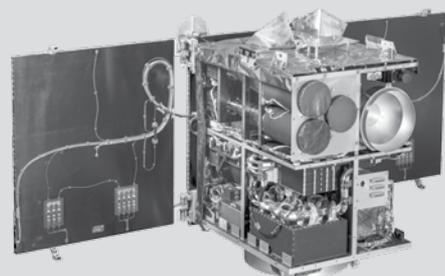
popmech.ru

В КОСМОС ЗАПУЩЕН ПЕРВЫЙ В МИРЕ ТЕСТОВЫЙ 6G-СПУТНИК

В мире продолжается постепенное развёртывание сетей пятого поколения, а появление 6G, как уверяют аналитики, стоит ждать только к 2030 году. Несмотря на это, разработки в области новой технологии уже активно ведутся. Например, недавно состоялся запуск первого в мире тестового 6G-спутника.



Утром 6 ноября с космодрома Тайюань была запущена ракета-носитель «Чанчжэн-6» (она же Long March 6), которая успешно доставила на заданную орбиту 13 спутников. Среди них был первый в мире 6G-спутник University of Electronic Science and Technology Satellite, разработанный Китайским университетом электронных наук и технологий при содействии и поддержке компаний Chengdu Guoxing Aerospace Science and Technology и Beijing Weinaxingkong Technology.



Запущенный 6G-спутник весит 70 кг и способен обеспечивать спутниковую связь с высокой скоростью передачи данных в терагерцовом диапазоне. Основной целью спутника станет дистанционное зондирование Земли. В частности, полученные данные будут использоваться в самых разных сферах: строительство городов, мониторинг стихийных бедствий в сельском и лесном хозяйстве и других.

gizchina.com

6G: ВО ЧТО ПРЕВРАТИТ МИР СЛЕДУЮЩЕЕ ПОКОЛЕНИЕ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Специалисты обсуждают варианты нового стандарта мобильной связи – 6G, который объединит промышленные и бытовые умные устройства, сделает реальностью сотовое интерактивное телевидение. А спутниковый интернет перенесет базовые станции в космос, и мы навсегда избавимся от проводов.

■ ТАТЬЯНА ПИЧУГИНА

Объединяющее начало

Новейший стандарт мобильной связи 5G внедряют пока точно в наиболее развитых странах. Тестовые площадки разворачивают в Москве и Санкт-Петербурге.

Передовые технологии связи дают большие преимущества, и за рынки сбыта 5G развернулась нешуточная борьба. Противостояние США и Китая привело к аресту топ-менеджера компании Huawei – лидера в производстве компонентов для сетей пятого поколения.

Но уже задумываются и о 6G. Международный союз электросвязи призвал обмениваться идеями по этому поводу.

«6G – это развитие стандарта 5G. Он будет более универсальным, соответствующим задачам, которые стоят перед обществом, обеспечит работу систем мобильного сотового телевидения и интернета вещей», – рассказывает Сергей Макаров, профессор Высшей школы прикладной физики и космических технологий Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ).

Сейчас мы пользуемся в основном эфирным и кабельным телевидением, 6G переведет все это в мобильную связь.

«Сотовое телевидение станет серьезным конкурентом. Региональные телекомпании смогут формировать собственный телевизионный контент, а это очень серьезный шаг вперед с точки зрения бизнеса и развития технологий интерактивного телевидения», – поясняет ученый. Телевидение нового типа будут тестировать в опытных зонах 5G, хотя это требует серьезных финансовых затрат и юридической проработки.

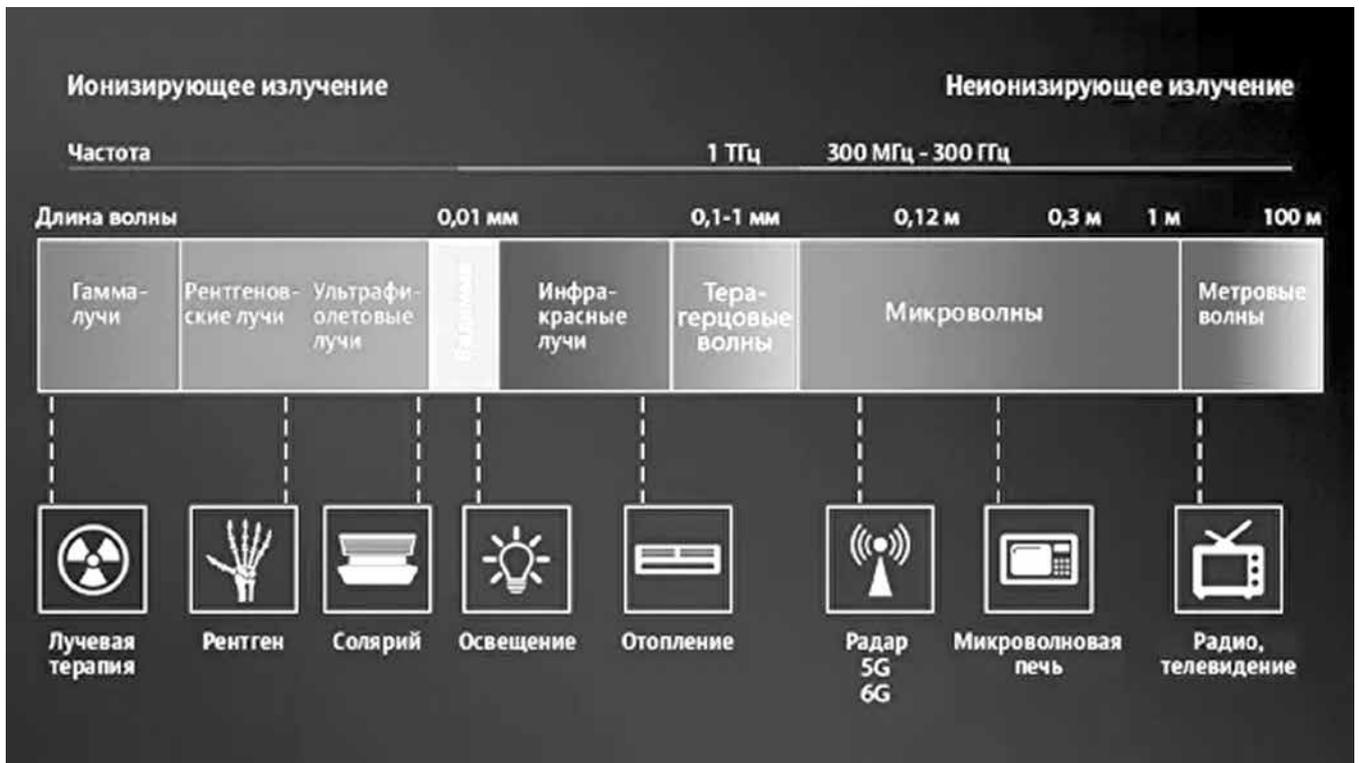
Следующее поколение мобильной связи приведет к революционному прорыву – объединит промышленный и бытовой интернет вещей.

Сейчас это разрозненные островки, функционирующие отдельно. В будущем в одной сети окажутся автомобили, поезда, самолеты, космические аппараты, бытовые приборы. Нужно охватить огромное число производителей и предложить им удобный единый стандарт связи.

Опасные связи 5G. Что ждать от сетей нового поколения

Все это не воплотить без свободных полос частот, а их осталось очень мало. В 5G и 6G задействуют миллиметровый диапазон, включая терагерцовый – переходный к





инфракрасному, это ускорит передачу больших объемов информации (более одного терабита в секунду), снизит задержки, уменьшит габариты базовых станций. Но радиус действия таких сот сократится.

«Чем выше мы поднимаемся по частотам от гигагерц до терагерц, тем меньше расстояние мы можем охватить. Терагерцовый диапазон применяют на площадях, стадионах, вокзалах, поездах. Там, где скапливается очень много людей и нужно обеспечить трафик на относительно небольшом пространстве. В стандартах 3G, 4G – 40-50 километров между базовыми станциями, тут брать высокие частоты нецелесообразно, потому что тогда надо устанавливать хоть и мелкие станции, но часто», – отмечает эксперт.

Он сравнивает ситуацию со сланцевой революцией в нефтяной отрасли. Исчерпанность традиционных месторождений привела к тому, что из недр стали извлекать самые труднодоступные запасы. Также и в мобильной связи – приходится выискивать частоты, придумывать способы их все более эффективного использования.

Диапазон электромагнитного излучения, задействованный 5G и 6G

Новое поколение связи станет шагом к глобальному охвату интернетом всей планеты, покрытию самых труднодоступных регионов, включая космическое пространство над Землей. Спутниковый интернет уже тестируют. Британская компания OneWeb запустила часть группировки из шестисот спутников, есть спутниковые облака сети Starlink, принадлежащей SpaceX Илона Маска, в России развивается проект «Сфера».

Эта система, охватывающая весь мир, позволит перенести базовые станции в космос – на спутники. Мы избавимся от проводов, наземной инфраструктуры. Если это получится, будет очень здорово.

Смартфоны отправятся на свалку. Мир ждет новое поколение мобильной связи

Пока персональный спутниковый интернет – очень дорогой: например, система "Иридиум". Если удастся сделать эту технологию дешевой и надежной, человечество обретет мощнейшую среду для интернета вещей, управления всей электроникой, телевидения, общения.

"Делать локальные системы для одной страны – вчерашний день. Весь мир живет в единой информационной структуре. Мы постоянно получаем новые сообщения о событиях по всей планете максимум с часовой задержкой. Уже не замечаем, что контент постоянно увеличивается. Эпидемия коронавируса – яркий пример. Все наше общение, работа, обучение, даже лечение – связь пациентов с врачами – перешли в интернет, на провайдеров легла огромная нагрузка, и они показали: смотрите, это работает. Произошла маленькая революция, наконец-то люди поняли, насколько важны надежные каналы общения", – делает вывод ученый.

Петер Веттер из The Bell labs сравнил его с шестым чувством и даже нервной системой, которая поможет человеку выйти за рамки физических возможностей. Однако реализация 6G – дело будущего, пройдет минимум десяток лет, прежде чем появятся необходимые инновации и стандарт выйдет в свет.

АППАРАТНОЕ УСКОРЕНИЕ ГЛУБОКИХ НЕЙРОСЕТЕЙ: GPU, FPGA, ASIC, TPU, VPU, IPU, DPU, NPU, RPU, NNP И ДРУГИЕ БУКВЫ

Когда Трамп готовился спустить всех собак на Huawei, я мирно сидел в Шеньжэне на Huawei STW 2019 – большой конференции на 1000 участников – в программе которой были доклады Филипа Вонга, вице-президента по исследованиям TSMC по перспективам не-фон-неймановских вычислительных архитектур, и Хенга Ляо, Huawei Fellow, Chief Scientist Huawei 2012 Lab, на тему разработки новой архитектуры тензорных процессоров и нейропроцессоров. TSMC, если знаете, делает нейроускорители для Apple и Huawei по технологии 7 nm (которой мало кто владеет), а Huawei по нейропроцессорам готова составить серьезную конкуренцию Google и NVIDIA.

■ ДМИТРИЙ ВАТОЛИН

Google в Китае забанен, поставить VPN на планшет я не удосужился, поэтому патристично пользовался Яндексом для того, чтобы смотреть, какая ситуация у других производителей аналогичного железа, и что вообще происходит. В общем-то за ситуацией я следил, но только после этих докладов осознал, насколько масштабна готовящаяся в недрах компаний и тиши научных кабинетов революция.

Только в прошлом году в тему было вложено больше 3 миллиардов долларов. Google уже давно объявил нейросети стратегическим направлением, активно строит их аппаратную и программную поддержку. NVIDIA, почувствовав, что трон зашатался, вкладывает фантастические усилия в библиотеки ускорения нейросетей и новое железо. Intel в 2016 году потратил 0,8 миллиарда на покупку двух компаний, занимающихся аппаратным ускорением нейросетей. И это при том, что основные покупки еще не начались, а количество игроков перевалило за полсотни и быстро растет.

TPU, VPU, IPU, DPU, NPU, RPU, NNP – что все это означает и кто победит? Попробуем разобраться.

Disclaimer: Автору приходилось полностью переписывать алгоритмы обработки видео для эффективной реализации на ASIC, причем клиенты делали прототипирование на FPGA, поэтому представление о глубине разницы архитектур есть. Однако, непосредственно с железом в последнее время автор не работал. Но предчувствует, что вникать придется.

Предпосылки проблем

Количество требуемых вычислений бурно растет, народ с удовольствием взял бы больше слоев, больше вариантов архитектуры, активнее поигрался бы с гиперпараметрами, но... упирается в производительность. При этом, например, с ростом производительности старых добрых процессоров – большие проблемы. Все хорошее когда-нибудь заканчивается: закон Мура, как известно, иссякает и скорость роста производительности процессоров падает:

40 years of Processor Performance

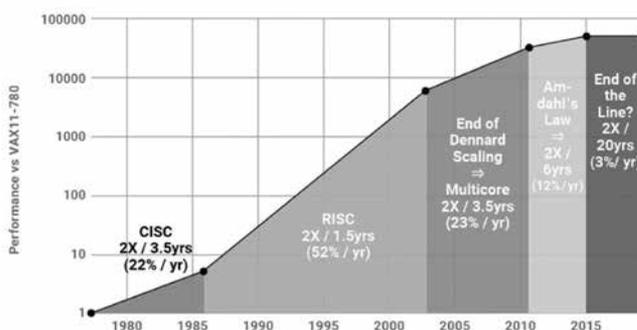
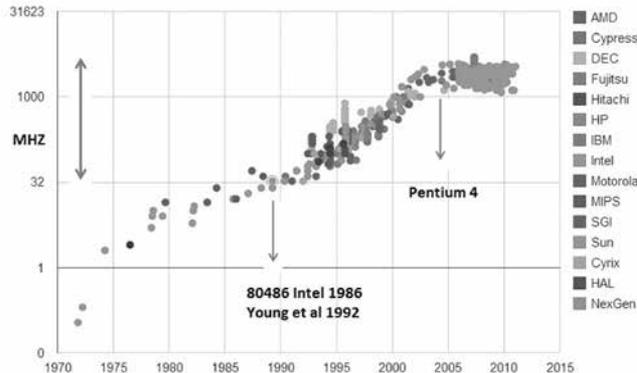


Рисунок 1 – Расчеты реальной производительности целочисленных операций по SPECint по сравнению с VAX11-780, здесь и далее часто логарифмическая шкала

Если с середины 80-х по середину 2000-х – в благоденственные годы расцвета компьютеров – рост шел со скоростью в среднем 52% в год, то последние годы он сократился до 3% в год. И это – проблема (перевод недавней статьи патриарха темы Джона Хеннесси о проблемах и перспективах современных архитектур был на Хабре).

Причин много, например, перестала расти частота процессоров:



Сложнее стало уменьшать размер транзисторов. Последняя напасть, кардинально снижающая производи-

тельность (в том числе – производительность уже выпущенных CPU) – это (барабанная дробь)... правильно, безопасность. Meltdown, Spectre и другие уязвимости наносят колоссальный ущерб скорости роста вычислительной мощности CPU (пример отключения hyperthreading(!)). Тема стала популярна, и новые уязвимости такого рода находят практически ежемесячно. И это – кошмар какой-то, поскольку больно бьет по производительности.

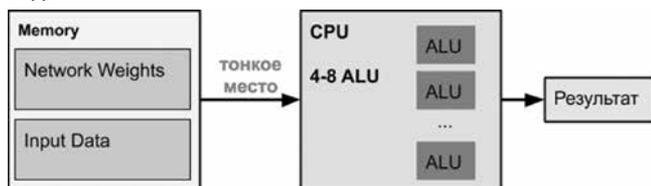
При этом развитие многих алгоритмов прочно завязано на ставший привычным рост мощности процессоров. Например, очень многие исследователи сегодня не парятся о скорости алгоритмов – что-нибудь да придумают. И ладно бы при обучении – сети становятся большими и «тяжелыми» для использования. Особенно это ярко видно на видео, для которого большинство подходов в принципе не применимы с высокой скоростью. А они имеют смысл часто только в реальном времени. Это тоже проблема.

Аналогично, сейчас развиваются новые стандарты сжатия, которые предполагают увеличение мощности декодеров. А если мощность процессоров не будет расти? Старшее поколение помнит, как в 2000-х возникали проблемы проиграть видео высокого разрешения в свежем тогда H.264 на старых компьютерах. Да, качество было лучше при меньшем размере, но на быстрых сценах картинка подвисала или звук рвался. Мне приходится общаться с разработчиками нового VVC/H.266 (релиз планируется на следующий год). Им не позавидуешь.

Итак, что век грядущий нам готовит в свете уменьшения скорости роста производительности процессоров в приложении к нейросетям?

CPU

Обычный CPU – это замечательная числодробилка, которую совершенствовали десятилетия. Увы, под другие задачи.



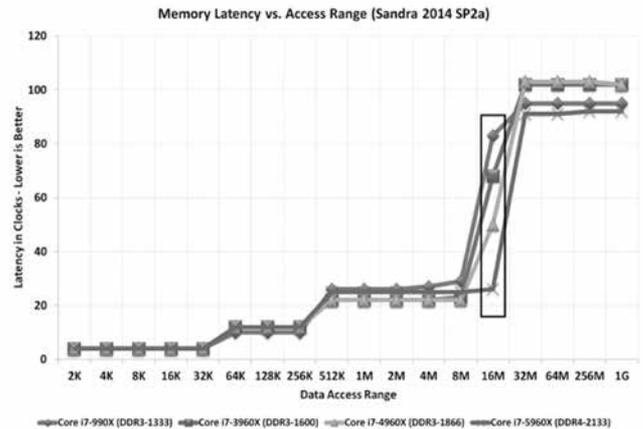
Когда мы работаем с нейросетями, особенно глубокими, у нас непосредственно сеть может занимать сотни мегабайт. К примеру, требования к памяти сетей обнаружения объектов такие:

model	input size	param memory	feature memory
rfcn-res50-pascal	600 x 850	122 MB	1 GB
rfcn-res101-pascal	600 x 850	194 MB	2 GB
ssd-pascal-vggvd-300	300 x 300	100 MB	116 MB
ssd-pascal-vggvd-512	512 x 512	104 MB	337 MB
ssd-pascal-mobilenet-ft	300 x 300	22 MB	37 MB
faster-rcnn-vggvd-pascal	600 x 850	523 MB	600 MB

По нашему опыту коэффициенты глубокой нейросети для обработки полупрозрачных границ могут занимать 150–200 Мб. У коллег в нейросети определения возраста

и пола размер коэффициентов порядка 50 Мб. И при оптимизации для мобильной версии пониженной точности – порядка 25 Мб (float32→float16).

При этом график задержки при обращении к памяти в зависимости от размера данных распределяется примерно так (масштаб по горизонтали логарифмический):



Т.е. при увеличении объема данных больше 16 Мб задержка возрастает в 50 и более раз, что фатально сказывается на производительности. Фактически большую часть времени CPU при работе с глубокими нейросетями ждет данных. Интересны данные Intel по ускорению разных сетей, где, фактически, ускорение идет, только когда сеть становится маленькой (например, в результате квантования весов), чтобы начать хотя бы частично входить в кэш вместе с обрабатываемыми данными. Заметим, что кэш современного CPU потребляет до половины энергии процессора. В случае тяжелых нейросетей он оказывается малоэффективен и работает неразумно дорогим обогревателем.

Для адептов нейросетей на CPU

Плюсы:

- «Есть у каждого», причем обычно простаивает, т.е. относительно низкая входная цена расчетов и внедрения.
- Есть отдельные не CV сети, которые хорошо ложатся на CPU, коллеги называют, например, Wide&Deep и GNMT.

Минус:

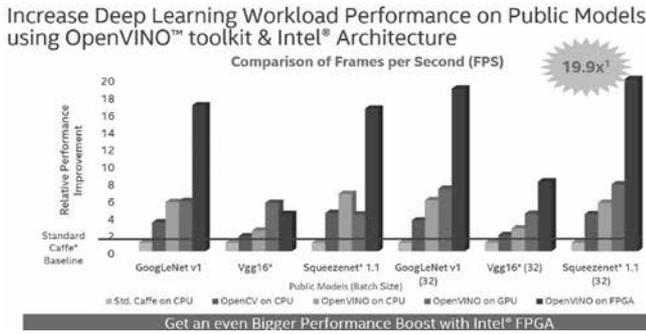
- CPU неэффективен при работе с глубокими нейросетями (когда число слоев сети и размер входных данных велики), все работает мучительно медленно.

GPU



Тема хорошо известна, поэтому бегло обозначим главное. У GPU в случае нейросетей существенное преимущество по производительности на массивно-параллельных задачах:

К процессу активно подключился Intel, выпустив в прошлом году в открытых источниках OpenVINO Toolkit, включающий в себя Deep Learning Deployment Toolkit (часть OpenCV). Причем производительность на FPGA на разных сетках выглядит довольно интересно, и преимущество у FPGA по сравнению с GPU (правда интегрированным GPU от Intel) весьма существенное:



Что особо греет душу автору – сравниваются FPS, т.е. кадры в секунду – наиболее практическая метрика для видео. С учетом того, что Intel в 2015 году купил второго по размеру игрока на рынке FPGA, компанию Altera, график дает хорошую пищу для размышлений.

И, очевидно, входной барьер в подобные архитектуры выше, поэтому должно пройти некоторое время, чтобы появились удобные инструменты, эффективно учитывающие принципиально иную архитектуру FPGA. Но недооценивать потенциал технологии не стоит. Уж больно много тонких мест она расширяет.

Напоследок подчеркнем, что программирование FPGA – это отдельное искусство. Как таковая программа там не выполняется, а все вычисления идут в терминах потоков данных, задержек потоков (что влияет на производительность) и использованных гейтов (которых всегда не хватает). Поэтому чтобы начать эффективно программировать – нужно основательно поменять собственную прошивку (в той нейросети, которая между ушами). С хорошей эффективностью это получается не у всех. Впрочем, новые фреймворки скоро скроют от исследователей внешнюю разницу.

Плюсы:

- Потенциально возможно более быстрое выполнение сети.
- Заметно ниже энергопотребление по сравнению с CPU и GPU (особенно это важно для мобильных решений).

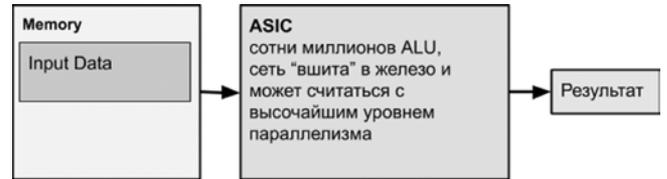
Минусы:

- В основном помогают с ускорением выполнения, обучать на них, в отличие от GPU, заметно менее удобно.
- Более сложное программирование по сравнению с предыдущими вариантами.
- Заметно меньше специалистов.

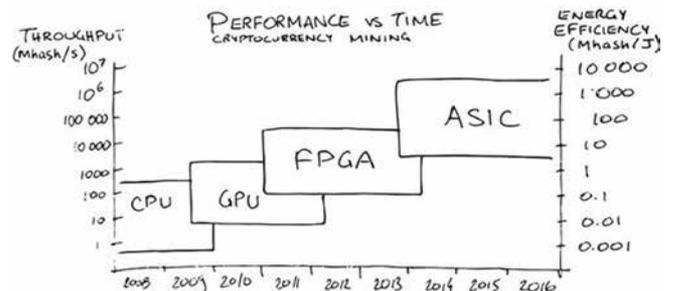
ASIC

Далее идет ASIC – это сокращение от Application-Specific Integrated Circuit, т.е. интегральная схема под нашу задачу. Например, реализующая положенную в железе нейросеть. При этом большинство вычислительных

узлов может работать параллельно. Фактически только зависимости по данным и неравномерность вычислений на разных уровнях сети могут помешать нам постоянно задействовать работающими все ALU.

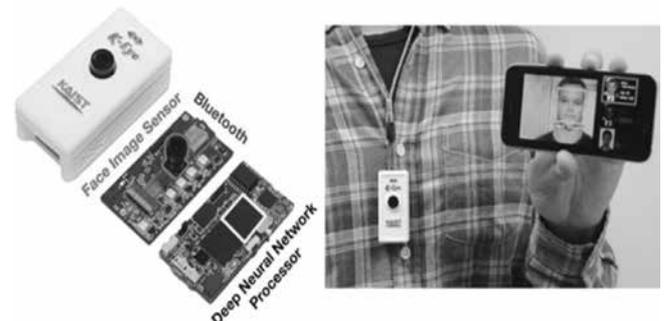


Пожалуй, наибольшую рекламу ASIC среди широкой публики в последние годы сделал майнинг криптовалют. В самом начале майнинг на CPU был вполне рентабелен, позднее пришлось покупать GPU, потом – FPGA, а потом – специализированные ASIC, благо народ (читай – рынок) созрел для заказов, при которых их производство стало рентабельным.



В нашей области тоже уже появились (естественно!) сервисы, помогающие положить нейросеть на железо с необходимыми характеристиками по энергопотреблению, FPS и цене. Волшебнo, согласитесь!

НО! Мы теряем настраиваемость сети. И, естественно, люди об этом тоже думают. Например, вот статья с говорящим названием "Can a reconfigurable architecture beat ASIC as a CNN accelerator?" («Может ли конфигурируемая архитектура побить ASIC, как акселератор CNN?»). Работ на эту тему хватает, ибо вопрос не праздный. Основной минус ASIC в том, что после того, как мы загнали сеть в железо, нам становится сложно ее поменять. Наиболее выгодны они для случаев, когда уже хорошо отлаженная сеть нам нужна миллионами чипов с низким энергопотреблением и высокой производительностью. И такая ситуация постепенно складывается на рынке автопилотов машин, например. Или в камерах видеонаблюдения. Или в камерах роботов-пылесосов. Или в камерах домашнего холодильника. Или в камере кофеварки. Или в камере утюга. Ну вы поняли идею, короче!



Важно, что при массовом производстве чип стоит дешево, работает быстро и потребляет минимум энергии.

Плюсы:

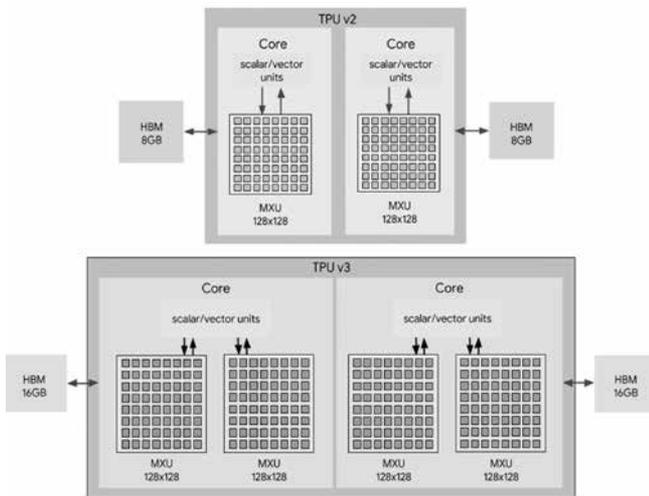
- Самая низкая стоимость чипа по сравнению со всеми предыдущими решениями.
- Самое низкое энергопотребление на единицу операций.
- Довольно высокая скорость работы (в том числе, при желании, рекордная).

Минусы:

- Очень ограничены возможности обновления сети и логики.
- Самая высокая стоимость разработки по сравнению со всеми предыдущими решениями.
- Использование ASIC рентабельно в основном при больших тиражах.

TPU

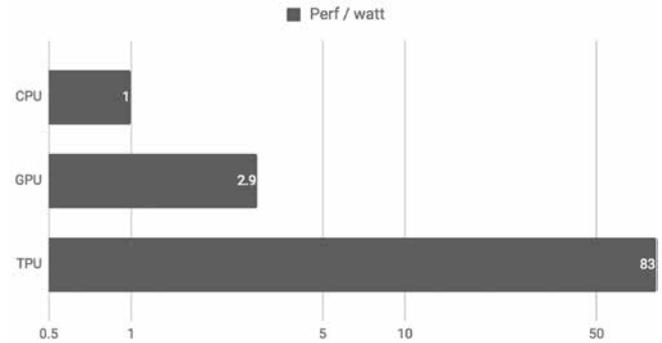
Напомним, при работе сетей есть две задачи – это обучение (training) и выполнение (inference). Если FPGA/ASIC ориентированы в первую очередь на ускорение выполнения (в том числе какой-то фиксированной сети), то TPU (Tensor Processing Unit или тензорные процессоры) – это либо аппаратное ускорение обучения, либо относительно универсальное ускорение работы произвольной сети. Название красивое, согласитесь, хотя по факту пока используются тензоры ранга 2 с Mixed Multiply Unit (MXU) соединенных с высокоскоростной памятью (High-Bandwidth Memory – HBM). Ниже схема архитектуры от TPU Google 2-й и 3-й версии:



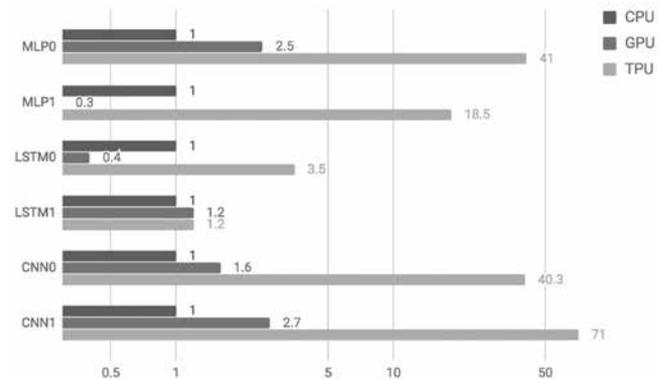
TPU Google

Вообще рекламу названию TPU сделала Google, раскрыв внутренние разработки в 2017 году. Предварительные работы по специализированным процессорам для нейросетей они начали с их слов еще в 2006, в 2013 создали проект с хорошим финансированием, а в 2015 начали работать с первыми чипами, которые сильно помогли с нейросетями для облачного сервиса Google Translate и не только. И это было, подчеркнем, ускорение *выполнения* сети. Важным преимуществом для дата-центров является

на два порядка более высокая энергоэффективность TPU по сравнению с CPU (график для TPU v1):



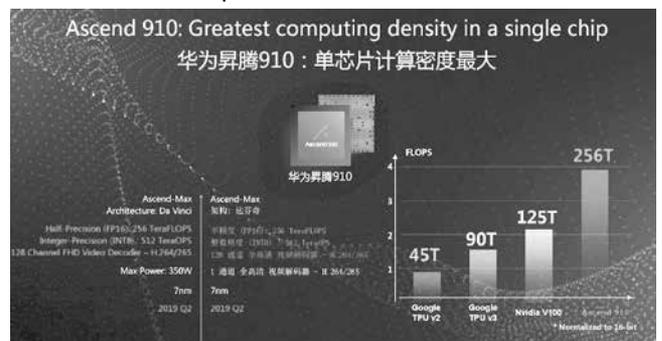
Также, как правило, по сравнению с GPU в 10–30 раз в лучшую сторону отличается производительность *выполнения* сети:



Разница даже в 10 раз существенна. Понятно, что разница с GPU в 20–30 раз определяет развитие этого направления. И, к счастью, Google не одинок.

TPU Huawei

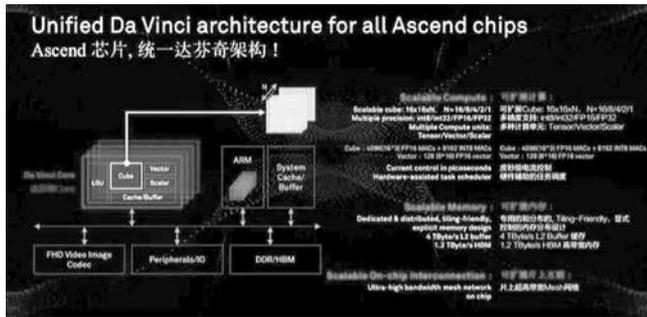
Ныне многострадальный Huawei также начал разработку TPU несколько лет назад под именем Huawei Ascend, причем сразу в двух версиях – для дата-центров (как Google) и для мобильных устройств (что Google тоже начал делать недавно). Если верить материалам Huawei, то они обогнали свежий Google TPU v3 по FP16 в 2,5 раза и NVIDIA V100 в 2 раза:



Как обычно хороший вопрос: как этот чип поведет себя на реальных задачах. Ибо на графике, как видим, пиковая производительность. Кроме того, Google TPU v3 хорош во многом тем, что умеет эффективно работать в кластерах по 1024 процессора. Huawei тоже заявила серверные кластера для Ascend 910, но подробностей нет.

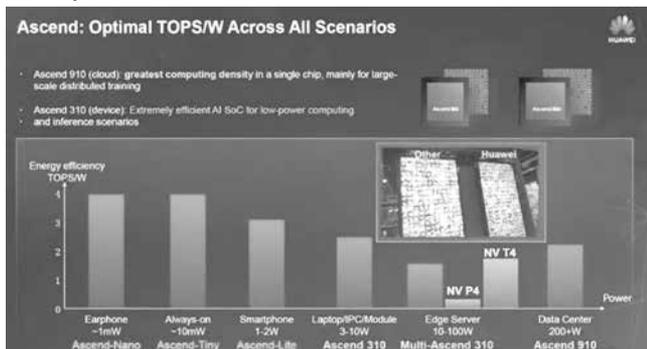
В целом инженеры Huawei показывают себя крайне грамотными последние 10 лет, и есть все шансы, что в 2,8 раз большая пиковая производительность по сравнению с Google TPU v3 вкупе с новейшим техпроцессом 7 nm будут использованы по делу.

Критичным для производительности являются память и шина данных, и по слайду видно, что внимание этим компонентам уделено значительное (в том числе скорость общения с памятью заметно быстрее, чем у GPU):



Также в чипе идет несколько другой подход – масштабируются не двумерные MXU 128x128, а вычисления в трехмерном кубе меньшего размера 16x16xN, где $N=\{16,8,4,2,1\}$. Поэтому ключевой вопрос – насколько хорошо это ляжет на реальное ускорение конкретных сетей (например, вычисления в кубе удобны для изображений). Также, при внимательном изучении слайда видно, что в отличие от Google в чип сразу закладывается работа со сжатым FullHD видео. Для автора это звучит **очень** обнадеживающе!

Как упоминалось выше, в той же линейке разрабатываются процессоры для мобильных устройств, для которых критична энергоэффективность, и на которых сеть будет в основном выполняться (т.е. отдельно – процессоры для облачного обучения и отдельно – для выполнения):



И по этому параметру все смотрится неплохо по сравнению с NVIDIA по крайней мере (заметим, что с Google они сравнение не привели, правда, Google в руки облачные TPU не дает). А их мобильные чипы будут конкурировать с процессорами от Apple, Google и других компаний, но тут пока рано подводить итоги.

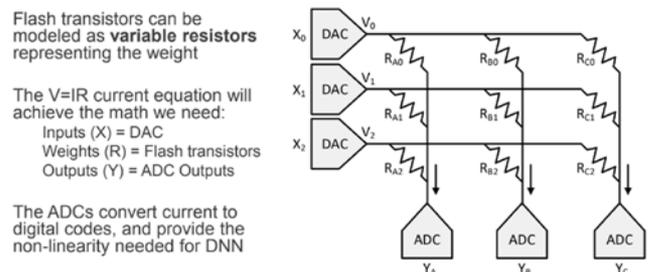
Хорошо видно, что новые чипы Nano, Tiny и Lite должны быть еще лучше. Становится понятно, чего испугался Трамп почему многие производители внимательно изучают успехи Huawei (обогнавшей по выручке все компании-производители железа в США, включая Intel в 2018 году).

Аналоговые глубокие сети

Как известно – техника часто развивается по спирали, когда на новом витке актуальными становятся старые и забытые подходы.

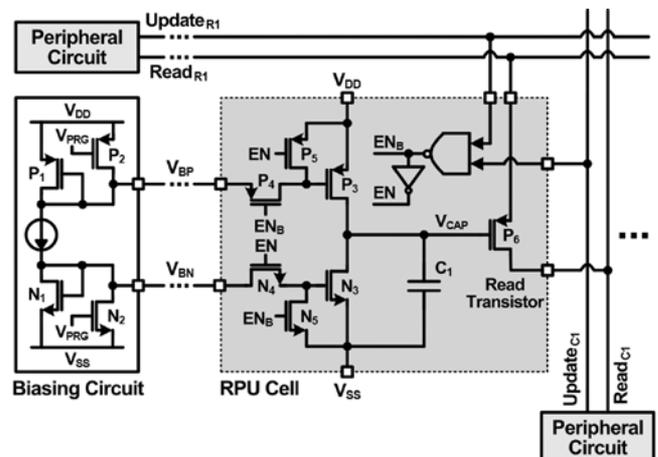
Нечто подобное вполне может произойти с нейросетями. Вы, возможно, слышали, что когда-то операции умножения и сложения выполнялись электронными лампами и транзисторами (например, преобразование цветовых пространств – типичное перемножение матриц – было в каждом цветном телевизоре до середины 90-х)? Возник хороший вопрос: если уж наша нейронная сеть относительно устойчива к неточным вычислениям внутри, что если мы переведем эти вычисления в аналоговый вид? Мы с ходу получаем заметное ускорение вычислений и потенциально кардинальное снижение расхода энергии на выполнение одной операции:

Analog Circuits Give us the MAC We Need



При таком подходе DNN (Deep Neural Network) вычисляется быстро и энергоэффективно. Но есть проблема – это ЦАП/АЦП (DAC/ADC) – преобразователи из цифры в аналог и обратно, которые уменьшают и энергоэффективность, и точность процесса.

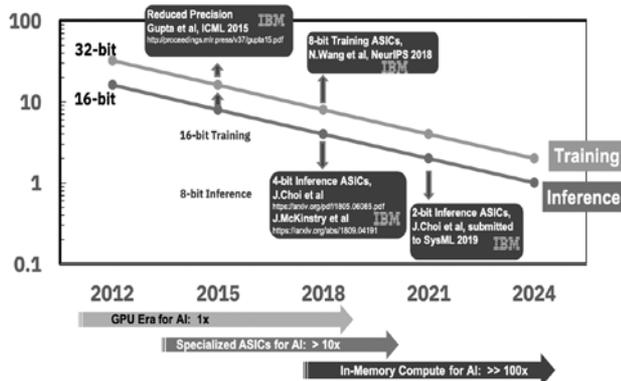
Впрочем, еще в 2017 году в IBM Research предложили аналоговые CMOS для RPU (Resistive Processing Units), которые позволяют хранить обрабатываемые данные также в аналоговом виде и существенно повысить общую эффективность подхода:



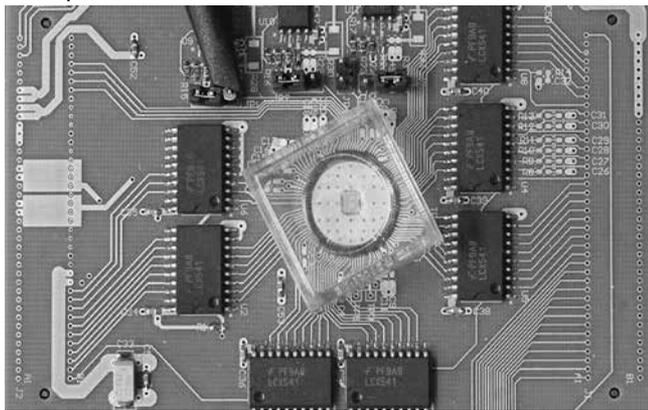
Также, помимо аналоговой памяти сильно может помочь снижение точности нейросети – это ключ к миниатюризации RPU, а значит, к увеличению числа вычислительных ячеек на кристалле. И здесь IBM также в лидерах, а частности недавно в этом году они вполне успешно до 2-битной точности огрубели сеть и собираются дове-

сти точность до однокбитной (и двухбитной при тренировке), что потенциально позволит в 100 раз (!) поднять производительность по сравнению с современными GPU:

IBM Research is Leading in Reduced Precision Scaling



Говорить предметно про аналоговые нейрочипы пока рано, поскольку пока всё это тестируется на уровне ранних прототипов:



Однако, потенциально направление аналоговых вычислений выглядит предельно интересно.

Единственное, что смущает – что это IBM, подавшая уже десятки патентов по теме. По опыту, в силу особенностей корпоративной культуры, они относительно слабо кооперируются с другими компаниями и, владея какой-то технологией, скорее склонны затормозить ее развитие у других, чем эффективно поделиться. Например, IBM в свое время отказались лицензировать арифметическое сжатие для JPEG комитету ISO при том, что в драфте стандарта был вариант с арифметическим сжатием. В итоге JPEG ушел в жизнь со сжатием по Хаффману и жал на 10–15% хуже, чем мог бы. Та же ситуация была со стандартами сжатия видео. А индустрия массово перешла на арифметическое сжатие в кодеках только когда 5 патентов IBM истекли 12 лет спустя... Будем надеяться, что в IBM будут более склонны к кооперации в этот раз, и, соответственно, **пожелаем максимальных успехов в области всем, кто не связан с IBM**, благо таких людей и компаний немало.

Если получится – это будет революция в применении нейросетей и переворот во многих областях computer science.

РАЗНЫЕ ДРУГИЕ БУКВЫ

Вообще, тема ускорения нейросетей стала модной, ей занимаются все крупные компании и десятки стартапов, и как минимум 5 из них привлекли более 100 миллионов долларов инвестиций к началу 2018 года. Всего же в 2017 в стартапы, связанные с разработкой чипов, было инвестировано 1,5 МИЛЛИАРДА долларов. При том, что инвесторы не замечали чипмейкеров добрых 15 лет (ибо ловить там на фоне гигантов было нечего). В общем – сейчас появился реальный шанс на небольшую железную революцию. Причем предсказать, какая архитектура победит крайне сложно, необходимость в революции назрела, а возможности в увеличении производительности велики. Созрела классическая революционная ситуация: Мур уже не может, а Дин еще не готов.

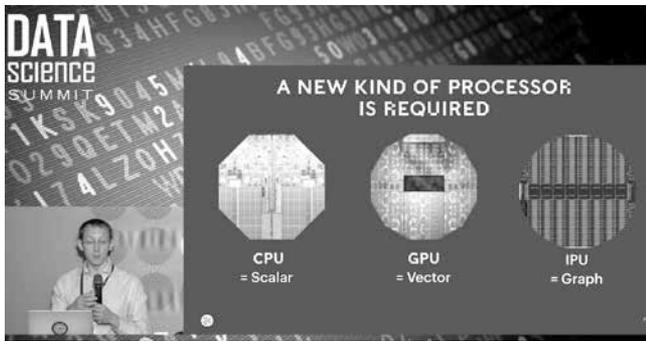
Ну а поскольку важнейший рыночный закон – отличается, появилось много новых букв, например:

- **Neural Processing Unit (NPU)** – Нейропроцессор, иногда красиво – нейроморфный чип – вообще говоря, общее название для акселератора нейросетей, каковым называют чипы Samsung, Huawei и далее по списку...

Здесь и далее в этом разделе будут приведены в основном слайды корпоративных презентаций в качестве примеров самоназваний технологий

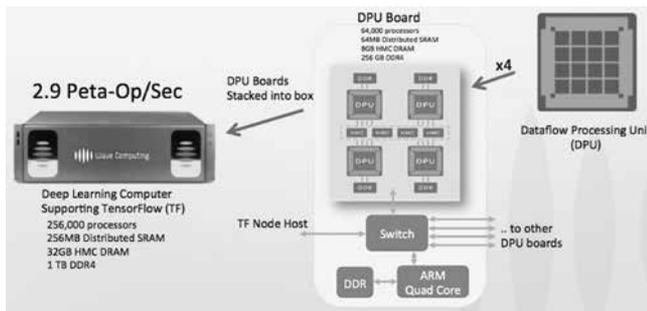
Понятно, что прямое сравнение проблематично, но вот любопытные данные, сравнивающие чипы с нейропроцессорами от Apple и Huawei, производимые упоминавшейся в начале TSMC. Видно, что соревнование идет жесткое, новое поколение показывает прирост производительности в 2-8 раз и усложнение технологических процессов:

- **Neural Network Processor (NNP)** – Нейросетевой процессор.



Так называет свое семейство чипов, например, Intel (изначально это была компания Nervana Systems, которую Intel купила в 2016 за \$400+ миллионов). Впрочем, и в статьях, и в книгах название NNP тоже вполне встречается.

• **Intelligence Processing Unit (IPU)** – интеллектуальный процессор – название чипов, продвигаемое компанией Graphcore (кстати, получившей уже \$310 миллионов инвестиций).

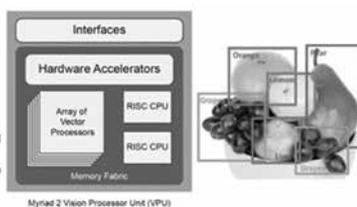


Она выпускает специальные карты для компьютеров, но заточенные на обучение нейросетей, с производительностью на обучении RNN в 180–240 раз выше, чем у NVIDIA P100.

• **Dataflow Processing Unit (DPU)** – процессор обработки потока данных – название продвигается компанией WAVE Computing, получившей уже \$203 миллиона инвестиций. Выпускает примерно такие же акселераторы, как и Graphcore:

VPU?
Vision Processing Unit

- 12 core processor
- Two 32-bit RISC
- Multiport memory subsystem
- Hardware caeleration for image processing algorithms
- The overall power consumption is low, to ensure that equipment miniaturization



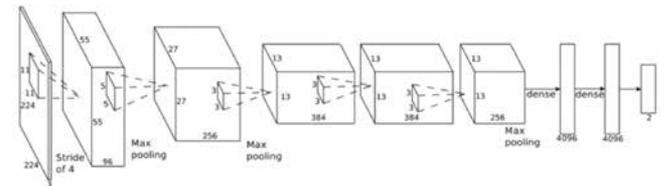
Поскольку они получили на 100 миллионов меньше, они декларируют обучение всего в 25+ раз быстрее, чем на GPU (правда обещают, что скоро будет 1000 раз). Посмотрим...

• **Vision Processing Unit (VPU)** – Процессор компьютерного зрения.

Термин используется в продуктах нескольких компаний, например, Myriad X VPU от Movidius (тоже была куплена Intel в 2016).

• Один из конкурентов IBM (которые, напомним, используют термин RPU) – компания Mythic – двигают

Analog DNN, в которых также идет хранение сети в чипе и относительно быстрое выполнение. Пока у них только обещания, правда серьезные:



И это перечислены только наиболее крупные направления, в развитие которых вложены сотни миллионов (при разработке железа это важно).

В общем, как видим, бурно расцветают все цветы. Постепенно компании переварят миллиарды долларов инвестиций (обычно на производство чипов требуется 1,5–3 года), пыль осядет, лидер станет понятен, победители, как обычно, напишут историю, и название наиболее успешной на рынке технологии станет общепринятым. Так уже было не раз («IBM PC», «Smartphone», «ксерокс» и т.д.).

Пара слов про корректное сравнение

Как уже было замечено выше, корректно сравнивать производительность нейросетей непросто. Ровно поэтому Google публикует график, на котором TPU v1 делает NVIDIA V100. NVIDIA, видя такое безобразие, публикует график, где Google TPU v1 проигрывает V100. (Дык!) Google публикует следующий график, где V100 с треском проигрывает Google TPU v2 & v3. И, наконец, Huawei – график, где все с треском проигрывают Huawei Ascend, но V100 лучше TPU v3. Цирк, короче. Что характерно – *своя правда есть в каждом графике!*

Первопричины ситуации понятны:

- Можно измерять скорость обучения или скорость выполнения (в зависимости от того, что удобнее).
- Можно измерять разные нейросети, поскольку скорость выполнения/обучения разных нейросетей на конкретных архитектурах может заметно отличаться из-за архитектуры сети и объема требуемых данных.
- А можно измерять пиковую производительность акселератора (пожалуй, наиболее абстрактную величину из всех, приведенных выше).

В качестве попытки навести порядок в этом зоопарке появился тест MLPerf, у которого сейчас доступна версия 0.5, т.е. он находится в процессе формирования методологии сравнения, довести которую до первого релиза планируют в 3 квартале этого года.

Поскольку в авторах там один из основных контрибьюторов TensorFlow, есть все шансы узнать, на чем быстрее всего обучать и, возможно, использовать (ибо мобильную версию TF со временем скорее всего в этот тест также включат).

Недавно международная организация IEEE, издающая третья часть мировой технической литературы по радиоэлектронике, компьютерам и электротехнике, не подетски забанила Huawei, вскоре, впрочем, отменив бан. В текущем рейтинге MLPerf Huawei пока отсутствует, при

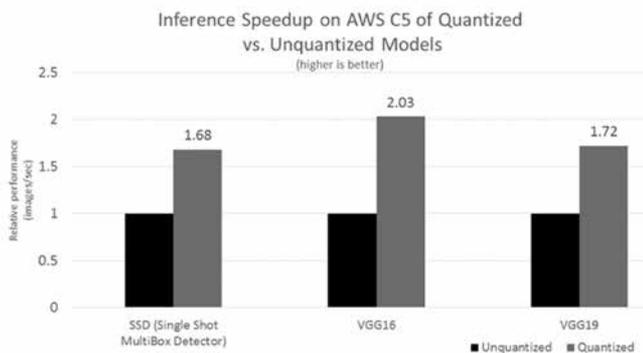
том Huawei TPU является серьезным конкурентом Google TPU и карт NVIDIA (т.е. помимо политических, есть и экономические причины игнорировать Huawei, скажем прямо). С нескрываемым интересом будем следить за развитием событий!

Все в небо! Ближе к облакам!

И, раз уж речь пошла об обучении, стоит несколько слов сказать про его специфику:

- С павальным уходом исследований в глубокие нейросети (с десятками и сотнями слоев, которые действительно всех рвут) потребовалось перемалывать сотни мегабайт коэффициентов, что немедленно сделало неэффективными все кэши процессоров предыдущих поколений. При этом на классическом ImageNet рассуждают о строгой корреляции между размером сети и ее точностью (чем выше, тем лучше, чем правее, тем больше сеть, горизонтальная ось логарифмическая).

- Ход вычислений внутри нейросети идет по фиксированной схеме, т.е. где будут происходить все «ветвления» и «переходы» (в терминах прошлого века) в подавляющем большинстве случаев точно известно заранее, что оставляет без работы спекулятивное исполнение инструкций, ранее заметно повышающее производительность:



Это делает неэффективными навороченные супер-скалярные механизмы предсказания ветвления и предвычислений предыдущих десятилетий совершенствования процессоров (эта часть чипа тоже, к сожалению, на DNN скорее способствует глобальному потеплению, как и кэш).

- При этом обучение нейросети относительно слабо масштабируется горизонтально. Т.е. мы не можем взять 1000 мощных компьютеров и получить ускорение обучения в 1000 раз. И даже в 100 не можем (по крайней мере пока не решена теоретическая проблема ухудшения качества обучения на большом размере батча). Нам вообще довольно сложно что-то раздавать по нескольким компьютерам, поскольку как только падает скорость доступа к единой памяти, в которой лежит сеть – катастрофически падает скорость ее обучения. Поэтому если у исследователя будет доступ к 1000 мощных компьютеров *на хлявву*, он, безусловно, скоро их все займет, но скорее всего (если там не infiniband + RDMA) обучаться там будет много нейросетей с разными гиперпараметрами.

Т.е. общее время обучения будет лишь в несколько раз меньше, чем при 1 компьютере. Там возможны и игра с размерами батча, и дообучение, и прочие новые модные технологии, но основной вывод – да, при увеличении количества компьютеров эффективность работы и вероятность достичь результата будут расти, но не линейно. Причем сегодня время исследователя Data Science стоит дорого и часто если можно потратить много машин (пусть неразумно), но получить ускорение – это делается (см. пример с 1, 2 и 4 дорогами V100 в облаках чуть ниже).

Ровно эти моменты объясняют, почему так много народу рвануло в сторону разработки специализированного железа для глубоких нейросетей. И почему они получили свои миллиарды. Там действительно виден свет в конце туннеля и не только у Graphcore (которые, напомним, в 240 раз обучение RNN ускорили).

Например, господа из IBM Research полны оптимизма, разработать спец-чипы, которые уже через 5 лет на порядок поднимут эффективность вычислений (а через 10 лет на 2 порядка, достигнув увеличения в 1000 раз по сравнению с уровнем 2016 года, на данном графике, правда, в эффективности на ватт, но мощность ядер при этом тоже вырастет).

Year 2000: World's 1st 1-TeraFlops Computer

ASCI RED - Sandia National Labs

- ▶ Space = 1,600 sq ft (150 m²)
- ▶ Power Consumption = 850 kW
- ▶ Cost = \$46 million



Все это означает появление железок, обучение на которых будет относительно быстрым, но стоять которые будут дорого, что естественным образом приводит к идее разделять время использования этой дорогой железки между исследователями. А эта идея сегодня не менее естественно приводит нас к облачным вычислениям. И переход обучения в облака уже давно активно идет.

Заметим, что уже сейчас обучение одних и тех же моделей может отличаться по времени на порядок у разных облачных сервисов. Ниже лидирует Amazon, а на последнем месте бесплатный Colab от Google. Обратите внимание, как изменяется результат от количества V100 у лидеров – увеличение числа карт в 4 раза(!) повышает производительность менее, чем на треть (!!!) – с голубого до фиолетового, а у Google и того меньше:

Exponential Technologies: GPU: NVIDIA Drive™ PX

Dual Tegra® X1 GPU Processor
2.3 TeraFlops
Power Consumption = 15 W
56,666X improvement
Cost = \$59

~1 million improvement
Built for Self-Driving Cars

- Surround Computer Vision (CV) with Advanced Rendering
- Deep Learning S/W
- Over-the-air updates

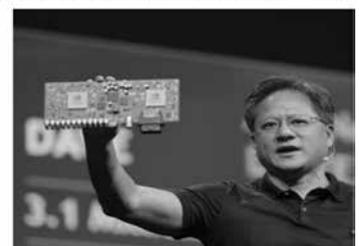


Таблица 1

Тип	Что ускоряет	Комментарий
CPU	В основном выполнение	Обычно худшие по скорости и энергоэффективности, но вполне пригодны для выполнения небольших по размеру нейросетей
GPU	Выполнение+ обучение	Наиболее универсальное решение, но довольно дорогое, как по стоимости вычислений, так и по энергоэффективности
FPGA	Выполнение	Относительно универсальное решение для исполнения сетей, в некоторых случаях позволяет кардинально ускорить выполнение
ASIC	Выполнение	Наиболее дешевый, быстрый и энергоэффективный вариант исполнения сети, но нужны большие тиражи
TPU	Выполнение+ обучение	Первые версии использовались для ускорения выполнения, сейчас используются для весьма эффективного ускорения выполнения и обучения
IPU, DPU... NNP	В основном обучение	Много маркетинговых букв, которые благополучно забудут в ближайшие годы. Основной плюс этого зоопарка – проверка разных направлений ускорения DNN
Analog DNN / RPU	Выполнение+ обучение	Потенциально аналоговые ускорители могут произвести революцию в скорости и энергоэффективности выполнения и обучения нейросетей

Похоже, в ближайшие годы различие вырастет до двух порядков. Господа! Готовим деньги! Будем дружно возвращать многомиллиардные инвестиции наиболее успешным инвесторам...

Попробуем резюмировать ключевые моменты в таблице 1.

Пара слов про программное ускорение

Справедливости ради упомянем, что сегодня большая тема – программное ускорение выполнения и обучения глубоких нейросетей. Выполнение можно заметно ускорить в первую очередь за счет так называемого квантования сети. Возможно это, во-первых, поскольку используемый диапазон значений весов не так велик и зачастую можно огрубить значения весов с 4-байтового значения с плавающей точкой до 1 байтового целого (и, вспоминая успехи IBM, даже сильнее). Во-вторых, обученная сеть в целом довольно устойчива к шуму в вычислениях и точность работы при переходе к int8 падает незначительно. При этом, несмотря на то, что количество операций может даже возрасти (за счет масштабирования при счете), то, что сеть уменьшается в размере в 4 раза и может считаться быстрыми векторными опе-

рациями ощутимо поднимает общую скорость выполнения. Особенно это важно для мобильных приложений, но и в облаках вполне работает (пример ускорения выполнения в облаках Amazon – фото внизу полосы).

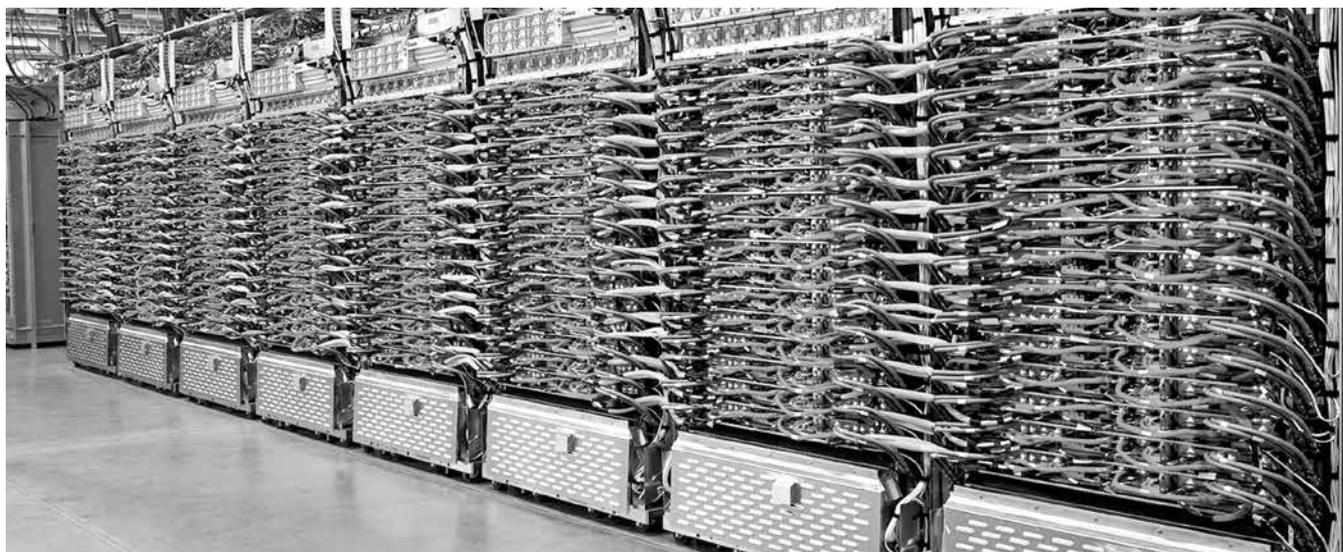
Есть и другие способы алгоритмического ускорения выполнения сети и еще больше способов ускорения обучения. Впрочем, это отдельные большие темы, про которые не в этот раз.

Вместо заключения

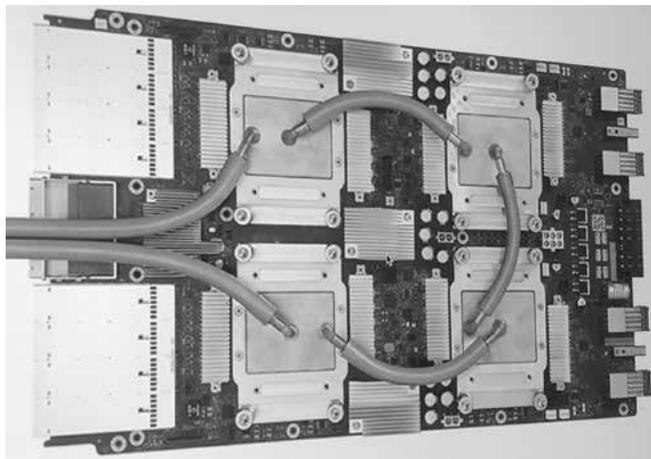
В своих лекциях инвестор и автор Тони Себа приводит великолепный пример: в 2000 году суперкомпьютер №1 производительностью 1 терафлопс занимал 150 квадратных метров, стоил 46 миллионов долларов и потреблял 850 кВт.

15 лет спустя GPU NVIDIA производительностью 2.3 терафлопса (в 2 раза больше) помещался в руке, стоил 59\$ (улучшение примерно в миллион раз) и потреблял 15 Вт (улучшение в 56 тысяч раз).

В марте этого года Google представила TPU Pods – фактически суперкомпьютеры с жидкостным охлаждением на основе TPU v3, ключевым свойством которых является то, что они могут работать совместно в



системах по 1024 TPU. Выглядят они довольно впечатляюще:



Точные данные не приводятся, но говорится, что система сопоставима с Top-5 суперкомпьютеров мира. TPU Pod позволяет кардинально повысить скорость обучения нейросетей. Для увеличения скорости взаимодействия TPU соединены высокоскоростными магистралями в тороидальную структуру.

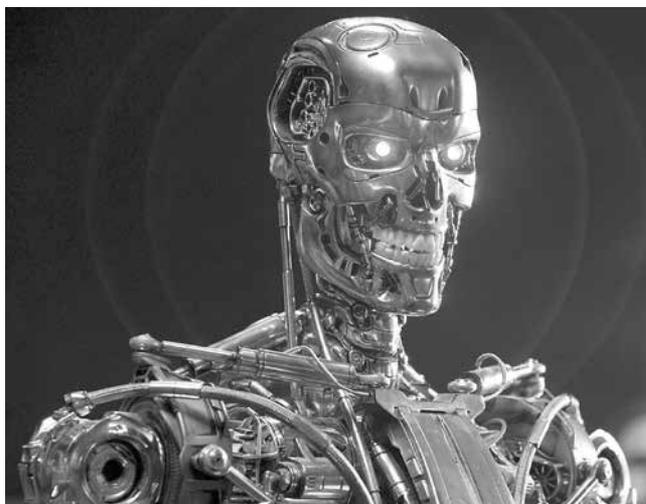
Похоже, через 15 лет этот нейропроцессор вдвое большей производительности тоже вполне сможет поместиться в руке, как Skynet processor (согласитесь, чем-то похож).



Кадр из режиссерской версии фильма «Терминатор-2»

Учитывая текущую скорость совершенствования аппаратных акселераторов глубоких нейросетей и пример выше, это совершенно реально. Есть все шансы через несколько лет взять в руку чип, производительностью, как сегодняшний TPU Pod.

Кстати, забавно, что в фильме создатели чипа (видимо, представляя себе, куда может завести сеть самообучение) по умолчанию отключили дообучение. Характерно, что сам T-800 не мог включить training mode и работал в режиме inference mode (см. более длинную режиссерскую версию). Причем его neural-net processor был продвинутым и при включении дообучения мог использовать ранее накопленные данные для обновления модели. Неплохо для 1991 года.



Этот текст был начат в жарком 13-миллионном Шеньжене. Я сидел в одном из 27 000 электротакси города и с большим интересом рассматривал 4 жидкокристаллических экрана машины. Один маленький – среди приборов перед водителем, два – по центру в торпеде и последний – полупрозрачный – в зеркале заднего вида, совмещенный с видеорегистратором, камерой видеонаблюдения салона и андроидом на борту (судя по верхней строке с уровнем заряда и связи с сетью). Там отображались данные водителя (на кого жаловаться, если что), свежий прогноз погоды и, похоже, была связь с таксопарком. Водитель не знал английского, и поспрашивать его про впечатления от электромашины не получилось. Поэтому он лениво давил педаль, чуть продвигая машину в пробке. А я с интересом наблюдал за окном футуристичный вид – китайцы в пиджаках ехали с работы на электросамокатах и моноколесах... и размышлял, как все это будет выглядеть через 15 лет...



Собственно, уже сегодня зеркало заднего вида, пользуясь данными камеры видеорегистратора и аппаратной акселерацией нейросетей, вполне в состоянии управлять машиной в пробке и прокладывать маршрут. Днем, по крайней мере). Через 15 лет система явно будет не только в состоянии водить машину, но и с удовольствием предоставит мне характеристики свежих китайских электромобилей. На русском, естественно (как вариант: английском, китайском... албанском, наконец). Водитель тут лишнее, слабо обучаемое, звено.

Господа! Нас ждут
ПРЕДЕЛЬНО ИНТЕРЕСНЫЕ
15 лет!

НОВЫЙ ЭТАП РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ – ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ ПЕРИФЕРИЙНЫХ УСТРОЙСТВ

Концепция Интернета вещей (IoT, Internet of Things) подразумевает сеть физических объектов, оснащенных встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой. Концепция была сформулирована еще в 1999 году в качестве перспективы широкого применения устройств радиочастотной идентификации, но ее развитие и практическая реализация началась лишь в 2010 году, что связано с распространением технологий беспроводной передачи данных, появлением технологий «облачных» вычислений и межмашинного взаимодействия.

■ **STEPHEN EVANCZUK**

Конечной точкой в технологии IoT являются интеллектуальные устройства и приложения, но еще до них существует уровень на котором выполняется множество трудных задач по сбору данных, их анализу и управлению системой – уровень шлюза IoT (межсетевой интерфейс). Разработчику встраиваемых систем при решении этих задач необходимо позаботиться о достаточности аппаратных ресурсов, производительности и функциональности системы, особенно в случае реализации дополнительных функций безопасности, обработки множества датчиков и пр. Благодаря нескольким основным производителям микроконтроллеров (МК), разработчики достигли значительных успехов в решении указанных проблем уже к концу 2013 года. Доступность специализированных МК, систем-на-кристалле (СНК) и платформенных решений в начале 2014 года означает начало нового этапа развития концепции IoT.

Платформенные универсальные решения, такие как «One Vox», совместно разработанные компаниями Freescale, ARM и Oracle иллюстрируют тенденцию более всеобъемлющего подхода к разработке IoT шлюзов между интеллектуальной конечной точкой и облачным приложением обработки данных (Рисунок 1). Аппаратно-программное решение «One Vox» представляет собой типовое решение для IoT шлюза и объединяет микроконтроллер Freescale с программным обеспечением Oracle Java и ARM Sensinode для реализации различных протоколов обмена данными.

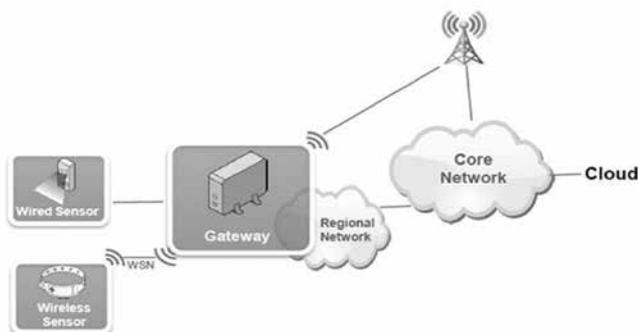


Рисунок 1 – В приложениях IoT шлюзы выполняют различные функции обработки сигналов, обмена данными, управления и безопасности между конечной точкой и облачным сервисом

В идеальном мире, к МК для устройства уровня шлюза IoT предъявляется несколько требований, он должен иметь несколько 32-разрядных высокопроизводительных процессорных ядер, несколько разделов энергонезависимой памяти и ОЗУ, параллельный DSP конвейер, контроллер ЖК дисплея, поддерживать аппаратные функции безопасности, несколько протоколов беспроводных приемопередатчиков и, самое главное, иметь низкое энергопотребление и сохранять полную работоспособность при низком напряжении питания для целевых систем с батарейным питанием. Конечно, соотношение затрат и результатов на выпуск такого идеализированного МК не будет соответствовать оптимальному соотношению цена-производительность для конечной системы. В действительности, наоборот множество требований для подобных систем подразумевает отказ от повышения уровня интеграции МК. Например, универсальный контроллер IoT, скорее всего, должен поддерживать не только Wi-Fi протокол (и в конечном итоге LTE/LTE-Advanced) на стороне облачного сервиса, но и все стандарты обмена данными в алфавитном порядке начиная от ANT+ и до ZigBee.

Многие производители МК отвечают на необходимость развития сферы IoT периферии, разрабатывая высокоинтегрированные и даже реконфигурируемые 32-разрядные многоядерные архитектуры, которые объединяют традиционный функционал и возможности встраиваемых систем с процессорами приложений более высокого уровня. Уникальность подобных приборов заключается в том, что сфера их целевого применения выходит за рамки вычислений встроенных систем, даже когда появляются специализированные МК, ориентированные на конкретные приложения, включая системы управления двигателями, интеллектуальные приборы учета, системы безопасности.

Многие производители микросхем и МК завершили 2013 год шквалом сообщений и докладов о подготовке новых МК общего назначения, которые позволят добавить интеллектуальный функционал и коммуникационные возможности в устройства конечных точек и на их уровень управления/агрегации. Посмотрите внимательно и вы увидите, что в большинстве случаев новые МК и микросхемы достигают впечатляющего

уровня интеграции, в то время как ориентированы они на удовлетворение потребностей разработчиков встраиваемых систем в увеличении плотности кода, повышении производительности и цифровой обработке сигналов, что может означать растущее желание выполнять обработку сигналов на периферии. Ниже мы рассмотрим лишь несколько основных примеров таких высокопроизводительных МК, предназначенных для шлюзов IoT.

Компания Renesas, с целью поддержки приложений обработки сигналов, разработала новые микроконтроллеры на 32-разрядным процессорном ядре RXv2 с двумя 72-разрядными аккумуляторами и одноктактным выполнением MAC инструкций (операции умножения с накоплением) с умножением 32×32. Кроме того, используя некоторые архитектурные особенности и 40 нм технологический процесс, команда разработчиков Renesas смогла повысить производительность на 25% и одновременно снизить энергопотребление на 40% по сравнению с предшествующими приборами с ядром RXv1. Основной прирост производительности обеспечивает 5-уровневый двухпоточковый конвейер и усовершенствованный модуль выборки (Advanced Fetch Unit), который позволяет оптимизировать время ожидания и выполняет роль КЭШа инструкций для Flash-памяти. В результате представленная архитектура обладает производительностью 4.0 Coremark/МГц или 2.0 DMIPS/МГц с максимальной тактовой частотой 300 МГц.

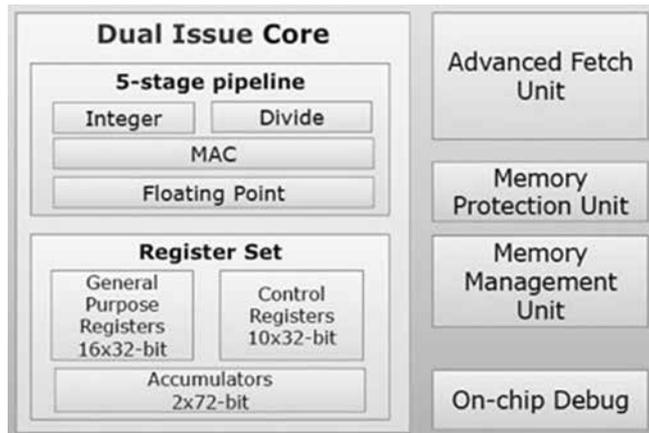


Рисунок 2 – Микроконтроллеры Renesas семейства RXv2 снабжены двухпоточковым конвейером, усовершенствованным модулем выборки для оптимизации доступа к Flash-памяти и поддерживают DSP инструкции

В конце 2013 года компания Microchip анонсировала семейство высокопроизводительных 32-разрядных МК PIC32MZ с ядром microAptiv, работающих на частоте до 200 МГц. Отличительной особенностью МК PIC32MZ является наличие большого объема памяти и богатая периферия для сбора данных, обмена данными и реализации функций безопасности.

Ядро microAptiv, поддерживающее 159 DSP инструкций, в сочетании с интегрированным высокоскоростным (28 млн. выборок в секунду) 12-разрядным АЦП предоставляет значительные ресурсы для цифровой

обработки сигналов. Для приложений, в которых требуется обмен данными, МК предоставляет 10/100 Ethernet MAC, высокоскоростной USB MAC/PHY (впервые для PIC микроконтроллеров) и два канала CAN шины, интерфейс SQI, и множество модулей UART, SPI и I2C. Функции безопасности обеспечиваются встроенными аппаратными модулями шифрования, модулем контроля доступа к памяти и периферии и две отдельные защищенные области Flash-памяти с поддержкой функции обновления «на лету». Наряду с поддержкой предшествующего набора инструкций MIPS32, ядро microAptiv поддерживает набор более эффективных инструкций microMIPS, позволяющий получить более компактный код и повысить общую производительность МК до 330 DMIPS.

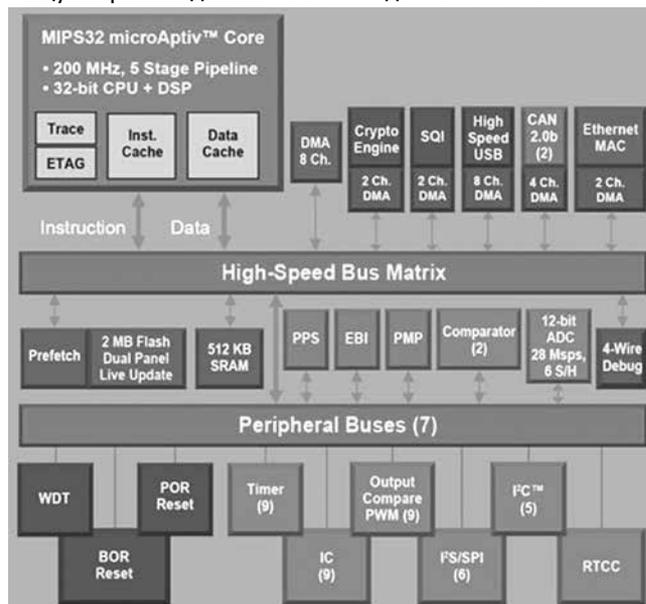


Рисунок 3 – В микроконтроллеры PIC32MZ с ядром microAptiv интегрирована богатая периферия, необходимая для поддержки различных требований к функциональности шлюзов IoT

Первый в индустрии МК с ядром ARM Cortex-M4 с интегрированным Ethernet MAC + PHY предлагает компания Texas Instruments. 32-разрядный МК серии Tiva C TM4C129x на одном кристалле объединяет Ethernet MAC + PHY, большой объем Flash-памяти и ОЗУ, два 12-разрядных АЦП, а также множество дополнительной коммуникационной периферии, включая интерфейс CAN, высокоскоростной интерфейс USB, блоки UART, SPI, I2C. К дополнительным возможностям можно отнести входы квадратурного энкодера, порты ШИМ и контроллер ЖК дисплея. МК оснащены двумя специализированными аппаратными модулями шифрования и портами защиты от несанкционированного доступа, направленными на реализацию политик безопасности, например, полное стирание Flash-памяти в случае несанкционированного доступа.

Для своего семейства встраиваемых процессоров xCORE-XA (eXtended Architecture) компания XMOS на одном кристалле объединила ядро ARM Cortex-M3 (вер-

сия с низким потреблением от Silicon Labs) и несколько ядер собственной разработки xCORE с маломощной периферией и аналоговыми блоками. Предназначенные для высокопроизводительных систем обработки сигналов и управления, процессоры xCORE-XA позволяют инженерам настроить одно или несколько ядер xCORE в качестве программных периферийных устройств для выполнения специализированных требований обработки и обмена данными.

Мы рассмотрели лишь несколько примеров этой тенденции, которая на сегодняшний день охватила всю индустрию. Последние процессорные ядра HS34 и HS36 семейства DesignWare ARC HS Processor компании Synopsys имеют 10-уровневый конвейер, дополнительные функции DSP и обширный набор конфигурируемых опций наряду с соответствующей периферией. МК LPC4370 компании NXP содержат ядро ARM Cortex-M4 и сопроцессор с ядром ARM Cortex-M0 для обработки ввода/вывода и выполнения других задач. Периферия включает в себя высокоскоростной 12-разрядный АЦП, высокоскоростной порт USB, контроллер Ethernet и ЖК дисплея. В семейство МК Atmel SAM5D3x входит множество приборов с ядром ARM Cortex-A5 и различной периферией, включая гигабитный Ethernet, двухканальный Ethernet, двухканальный контроллер CAN, LIN, SPI, порт USB, контроллер ЖК дисплея. Функции безопасности возложены на защищенный загрузчик и аппаратные ускорители алгоритмов шифрования. Серии 32-разрядных МК STM32F429/STM32F439 компании STMicroelectronics выполнены на ядре ARM Cortex-M4, работают на частоте до 180 МГц и содержат богатую периферию и графический ускоритель для реализации пользовательских интерфейсов во встраиваемых проектах конечных точек и шлюзов IoT.

rlocman.ru

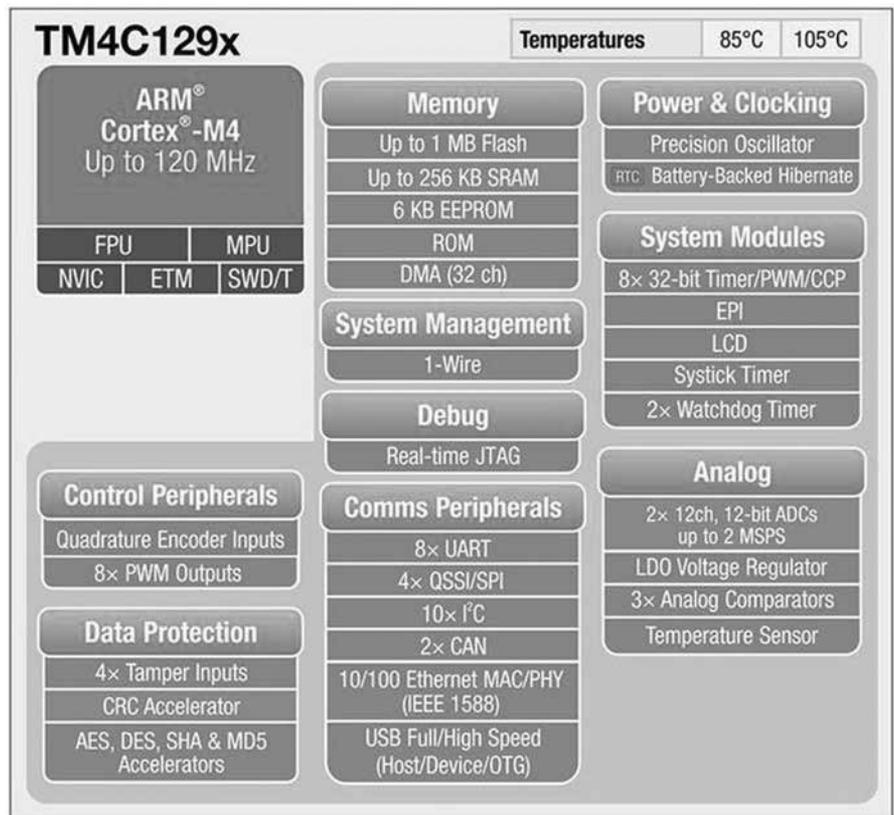


Рисунок 4 – Микроконтроллеры Texas Instruments Tiva C Series TM4C129x с ядром ARM Cortex-M4 оснащены богатой периферией, которая идеально подойдет для сбора данных, их защиты, управления и контроля и дальнейшей передачи внешним устройствам по коммуникационным интерфейсам, включая Ethernet MAC + PHY

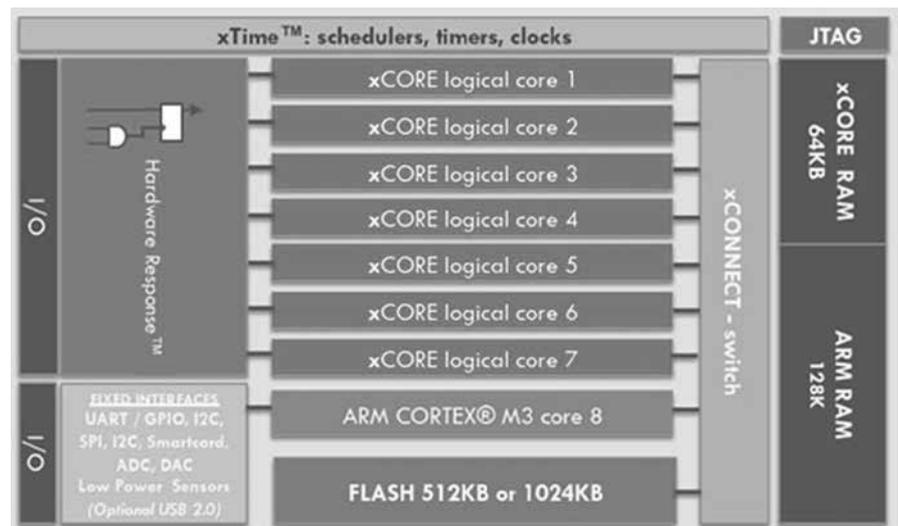
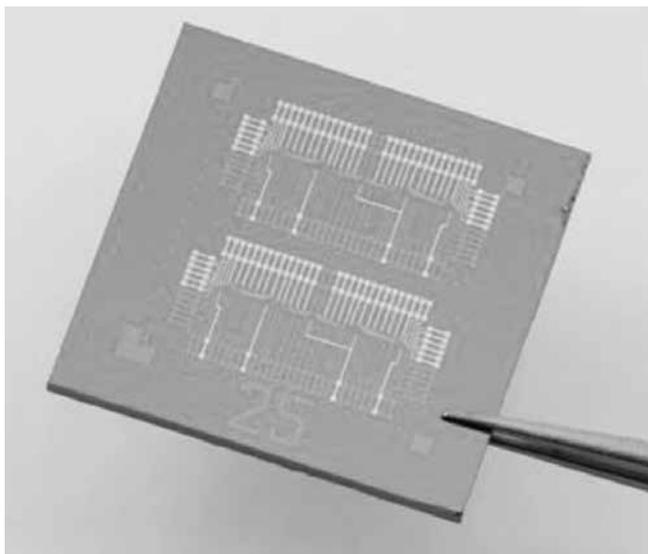


Рисунок 5 – В процессорах Xmos архитектура многоядерных микроконтроллеров расширяется и объединяется с процессором ARM Cortex-M3 с целью создания конфигурируемого многоядерного процессора для высокопроизводительных систем обработки сигналов и управления

СОЗДАН ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МИКРОПРОЦЕССОР, ПОСТРОЕННЫЙ НА БАЗЕ АРХИТЕКТУРЫ «ВЫЧИСЛЕНИЙ В ПАМЯТИ»

Компьютеры, построенные на основе классической архитектуры фон Неймана, производят обработку данных при помощи центрального процессора, а исходные данные и результаты расчетов хранятся в других местах – в оперативной памяти, на жестком или твердотельном диске. Такая архитектура используется уже в течение нескольких десятилетий, но ее никак нельзя назвать оптимальной и эффективной из-за наличия так называемых узких мест.

Самым известным узким местом, ограничивающим быстродействие современных компьютеров, является интерфейс между процессором и памятью, эта шина имеет ограниченную пропускную способность и в моменты высокой вычислительной нагрузки процессоры вынуждены «накручивать холостые циклы», теряя время и ожидая освобождения шины. Этому недостатка полностью лишен самый мощный компьютер естественного происхождения – головной мозг, состоящий из нейронов, способных одновременно хранить и обрабатывать информацию.



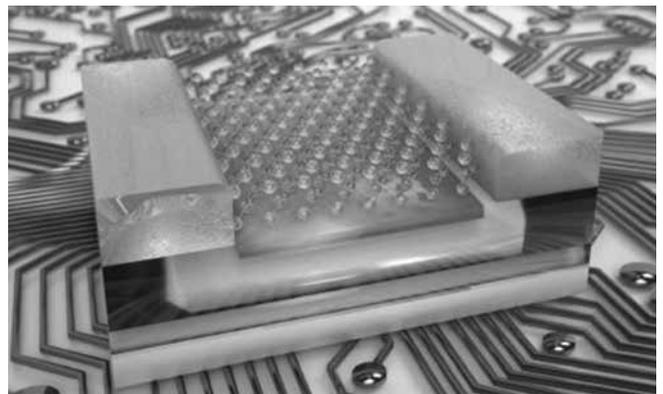
За последние годы ученые и инженеры добились достаточно значительных успехов в деле подражания функционированию головного мозга, используя архитектуру «вычислений в памяти» реализованную на основе мемристорных ячеек. Эти ячейки, подобно нейронам, также способны хранить и обрабатывать информацию, что освобождает такие процессоры от постоянной необходимости в перемещении данных, на что расходуется достаточно большое количество времени и энергии.

И не так давно ученые из Швейцарского федерального политехнического университета Лозанны (Swiss Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, EPFL) разработали и изготовили прототип нового процессора, в котором архитектура «вычислений в памяти» реализована при помощи совершенно нового подхода. А основой всего

этого стал условно двухмерный материал – дисульфид молибдена (молибденит, MoS_2), который уже давно фигурирует в роли одного из самых основных альтернативных материалов для электроники.

Толщина одного слоя молибденита составляет всего три атома. Этот материал является превосходным полупроводником и имеет огромный потенциал для миниатюризации электронных устройств и компонентов, в которых он применяется.

Основой нового процессора являются не мемристоры, а так называемые полевые транзисторы с плавающим затвором (floating-gate field-effect transistor, FG-FET). Такие транзисторы, способные хранить электрический заряд в течение долгого времени, уже широко используются в энергонезависимой флэш-памяти, которая имеется в любом компьютере, мобильном телефоне, фото- и видеокамере. Элементы из дисульфида молибдена обладают чувствительностью по отношению к электрическим зарядам, хранящимся в FG-FET-транзисторах, и за счет этого они могут выполнять одновременно функцию хранения и логической обработки информации.



«Первый экспериментальный чип с подобной ячейкой памяти-логики мы держали в руках еще десять лет назад» – рассказывает Андрас Кис (Andras Kis), ведущий исследователь, – «Сейчас мы уже способны изготовить за один проход схему, содержащую до 80 таких ячеек, которые имеют набор строго заданных параметров. Это открывает путь к созданию вычислительных устройств меньших размеров, обладающих высокой вычислительной мощностью и демонстрирующих высочайшую энергетическую эффективность».

dailytechinfo.org

SAMSUNG МОЖЕТ НАЧАТЬ ПРОИЗВОДИТЬ ЛУЧШИЙ ПРОЦЕССОР

В современном мире надо еще поискать такого производителя, который делает что-то более менее сложное, но при этом не закупает ничего у других производителей. Даже производители совков и веников закупают пластик и прутья соответственно. В мире высоких технологий все еще сложнее. Примером может служить Qualcomm, которая создает чипы для почти всех флагманских смартфонов в мире. Но проблема в том, что она их только разрабатывает. Над созданием и производством трудятся другие производители.

■ **АРТЕМ СУТЯГИН**

Процессоры с каждым годом становятся все сложнее, но кто будет производить топовые процессоры в следующем году и для кого они будут предназначаться?

Qualcomm обычно представляет свой флагманский чип нового поколения в декабре и он оказывается лучшим в индустрии по большинству параметров. Скорее всего, и текущий год не станет исключением, ведь мы уже даже видели утекший график производства. Но даже без того графика можно смело сказать, что называться он будет Snapdragon 875.

В основном производством чипов по проекту Qualcomm занималась тайваньская компания TSMC на своих заводах. Кстати, на этих же заводах выпускались процессоры для Huawei и Honor, которые больше не производятся. Все когда-то должно меняться и, как сообщают Business Korea и Hankyung, что Snapdragon 875 теперь будет производиться Samsung Electronics.

Сообщается также, что новый процессор будет производиться по 5-нм техпроцессу. Это приведет к некоторому улучшению качества процессора и уменьшит его размер относительно текущего поколения Snapdragon 865.

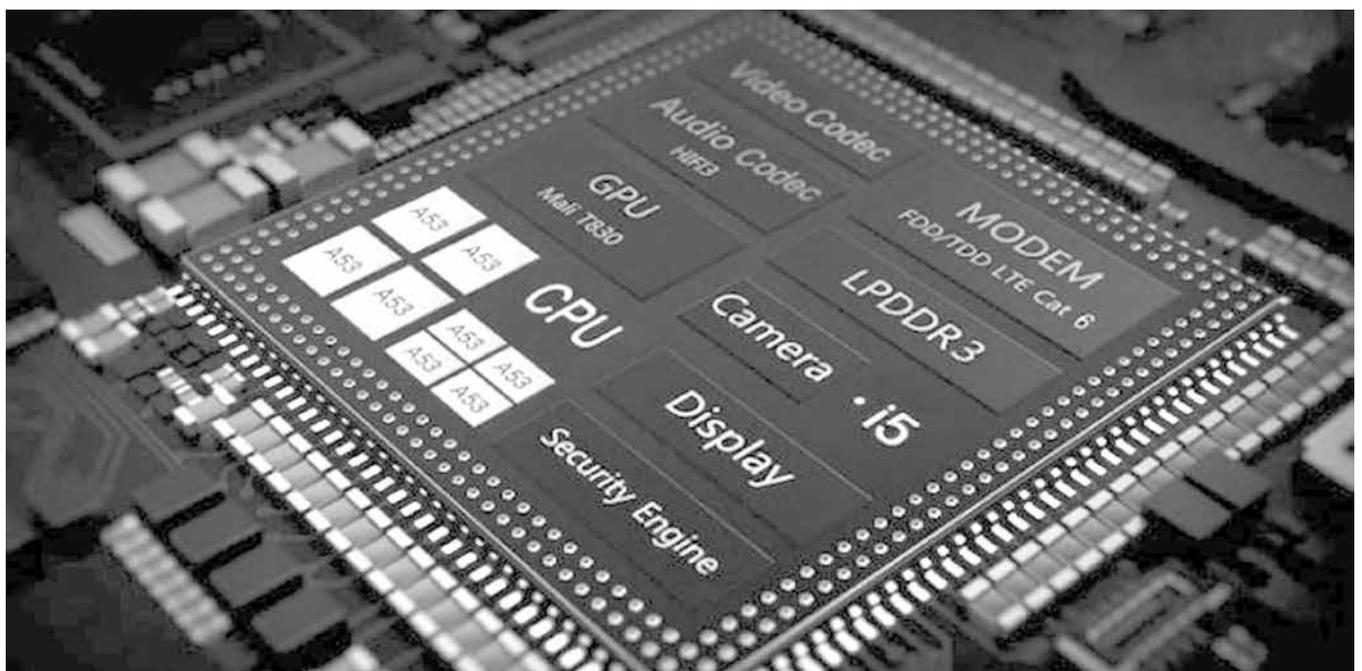
Ожидается, что такие компании, как Apple, Huawei, MediaTek и Samsung также перейдут на 5-нм техпроцесс, так как время для этого уже пришло. Сообщалось даже,

что Huawei уже имеет 5-нм чипы и выпустит их в сентябре в составе нового Huawei Mate 40. Более того, на вчерашней презентации Apple уже рассказала о производстве 5-нм процессора. В итоге, время действительно пришло и пора уже производить что-то подобное. Поэтому вариантов у Qualcomm нет.

Business Korea сообщает, что сумма контракта на производство поколения процессоров Qualcomm составляет 1 миллиард долларов. Также по информации, поступающей от издания, производство такого процессора уже началось. Как этого и следовало ожидать, на нем будет работать Samsung Galaxy S21 (или S30), а также другие флагманы от Xiaomi и OPPO. Это обычно является нормой для новых процессоров Qualcomm линейки Snapdragon.

Если вы думаете, что это неслыханное поведение двух компаний, то это не так. Напомню, ранее корейская компания уже занималась производством процессоров для Qualcomm. Это было в 2016 году, когда американцы представили Snapdragon 820. Именно тогда Samsung и занималась воплощением проекта в жизнь.

Несмотря на то, что такое уже было, если слухи подтвердятся, это станет большой победой для Samsung. Во-первых, это огромные деньги, а во-вторых, это оттачивание технологий и оборудования, которое пригодится



для создания собственных процессоров. Напомню, ранее сообщалось, что Samsung планирует не выпускать 5-нм чипы, а перейти сразу на 3-нм через пару лет. С тем положением дел, которое мы видим, такое развитие событий вполне возможно.

Пока с точностью подтвердить или опровергнуть утечку невозможно, и надо дожидаться большего количества новостей о Snapdragon 875. Даже небольшого дополнительного количества слухов или утечек будет достаточно для того, чтобы хоть немного прояснить картину.

Даже от самих компаний рано или поздно поступит подтверждение или опровержение подобных слухов. Пока можно только сказать пару слов о самом чипсете Qualcomm Snapdragon 875.



По появившейся ранее информации, которая даже была подтверждена, новый процессор получит новую архитектуру. Кроме ядер с архитектурой Cortex-A78, в нем будут использоваться ядра Cortex-A1. Это должно позволить компаниям, которые захотят установить новинку в свои смартфоны, лучше оптимизировать процессор под свои нужды. Кстати, именно это может спасти Huawei, если Qualcomm все же договорится с правительством США, чтобы ей разрешили поставлять чипы для китайской компании.

Мало кто будет спорить с тем, что именно процессоры Snapdragon являются лучшими. Пусть процессоры Apple и работают иногда чуть быстрее, но по универсальности решения Qualcomm всегда лучше.

Кроме новой архитектуры, новый процессор получит обновленный модем Snapdragon X60 5G. Благодаря этому можно будет улучшить работу смартфонов в сетях пятого поколения. В конце концов, этот год можно смело называть годом 5G. Особенно на фоне того, как стремительно увеличивается покрытие и выхода новых смартфонов с поддержкой этой технологии. И массовой истерии по поводу вышек 5G. Последнее тоже говорит о том, что сети уже рядом и их надо принять.

Пока не понятно, какие модели Samsung будут комплектоваться новым процессором Snapdragon, а какие собственными процессорами Exynos, но, скорее всего, ничего глобально не изменится и распределение процессоров по рынкам останется прежним. Надежда только на то, что Exynos немного подтянется к Snapdragon актуального на тот момент поколения.

androidinsider.ru

ПРОЦЕССОР APPLE M1 СРАВНИЛИ С САМЫМИ МОЩНЫМИ ЧИПАМИ INTEL

Apple представила новые компьютеры на фирменном ARM-чипсете M1. Расположение оперативной памяти сбоку от кристалла процессора, а не поверх него, обеспечивает эффективное охлаждение чипов. В M1 используется 128-битная шина DRAM, аналогично последним чипам серии A. Новый процессор использует четыре высокопроизводительных ядра Firestorm и четыре энергоэффективных Icestorm. Изучив снимок M1, показанный в ходе презентации, специалисты пришли к выводу, что он имеет 12 Мбайт кеш-памяти второго уровня, в отличие от 8 Мбайт в A14, что имеет смысл, если учесть, что новый процессор располагает четырьмя высокопроизводительными ядрами, а не двумя.

AnandTech сравнил производительность M1 с актуальными процессорами Intel и AMD. Заявление Apple о создании самого быстрого процессора в мире кажется чрезвычайно правдоподобным. Проведя серию тестов чипа Apple A14 в бенчмарке SPECint2006 источник сравнил результаты с показателями Intel Core i7-1185G7 – самого мощного мобильного чипа Intel, а также с настольным флагманом Core i9-10900K. В результате было заключено, что A14 способен конкурировать с лучшими решениями из мира x86.

А если учесть, что M1 имеет не два, как у A14, а целых четыре высокопроизводительных ядра Firestorm, чипсет имеет все шансы получить звание самого производительного процессора для потребительских компьютеров в этом году. Но тут важно помнить, что это лишь синтетические тесты, к тому же в рамках одного бенчмарка, так что реальная ситуация может оказаться совершенно иной.



Отдельно AnandTech отметил темпы, с которыми Apple наращивает производительность фирменных процессоров. Если Intel увеличила производительность своих чипов примерно на 28 процентов за последние 5 лет, то Apple добилась 198-процентного прироста за тот же период.

Ещё одним преимуществом ARM-чипов Apple является их выдающаяся энергоэффективность. Именно благодаря ей компании удалось обеспечить рекордные показатели автономности в новых MacBook Pro и MacBook Air. Переход на собственные ARM-процессоры был обусловлен желанием Apple предложить пользователям лучшие компьютеры на рынке, а застой в сфере x86-чипов сделать этого не позволял.

macrumors.com

САМЫЙ ДЕШЕВЫЙ ЭЛЕКТРОМОБИЛЬ

Когда мы говорим про электромобиль, первое, что приходит в голову – Tesla. Кто-то еще вспомнит Nissan Leaf, Porsche Taycan, и может быть что-то еще. Найдутся даже те, кто вспомнит Ё-мобиль, пусть он и не чисто электрический, и даже Lada Ellada. Все это хорошо, но слышали ли вы о Wuling Hong Guang Mini EV?



А ведь это компактный электромобиль, который стоит чуть больше 4 000 долларов. Уже можно смело говорить о том, что электромобили за какие-то десять лет стали по-настоящему массовыми и перестали стоить слишком дорого. Чем будет больше недорогих моделей, а соответственно, и больше владельцев таких автомобилей, тем лучше станет инфраструктура и все мы постепенно уйдем от бензина. Давайте помечтаем об этом, глядя на нового китайского малыша.

На самом деле этот автомобильчик нельзя назвать настоящей новинкой, так как он производится уже с начала лета этого года. Wuling Hong Guang Mini EV пока можно купить только в Китае а производит его SAIC-GM-Wuling Automobile – совместное предприятие SAIC Motor, Liuzhou Wuling Motors Co Ltd и General Motors. Настоящим успехом автомобиля было то, что с момента запуска он собрал более 50 000 заказов и это количество только растет. Даже для Китая это существенная цифра. Особенно, если мы говорим не об обычном автомобиле, а об электрическом.

Можно ли проехать миллион километров на электромобиле?

Автомобиль не просто отлично продается, но и является самым покупаемым автомобилем «на батарейках» в стране. Это подтверждают данные Inside EV, которая сообщает о росте спроса на Hong Guang Mini EV.

Одним из факторов роста стала приятная для китайского пользователя внешность автомобиля (они любят такие автомобили и подобные аксессуары). Также в условиях пандемии нет почти ни одного более доступного средства передвижения. Стартовая цена Hong Guang Mini EV начинается от 4 162 доллара США. Если вы готовы заплатить за максимальную комплектацию, то полностью «упакованный» автомобиль обойдется вам в 5 607

долларов США. Если кто-то скажет, что это много, то на рынке можно найти электрические велосипеды, которые стоят дороже.

Не стоит думать, что цена снижена в ущерб безопасности. Конечно, она будет хуже, чем у автомобилей за 30 000+ долларов, но все базовые требования соблюдены. Более того, в автомобиле есть антиблокировочная системы, система контроля давления в шинах и задние датчики парковки. На фотографиях, которые сделаны для прессы, можно даже разглядеть кондиционер, электрические стеклоподъемники и стереосистему.

Пусть в автомобиле и не будет огромного сенсорного дисплея на центральной панели, но при такой цене и базовой монохромной приборной панели более чем достаточно. Как и аудиосистемы, которая не сможет выдать Hi-End звука, а будет просто воспроизводить музыку. В конце концов, подобная аппаратура уже давно стала обязательным минимумом любого автомобиля.

Wuling Hong Guang Mini EV считается хэтчбеком, а вместить он способен четырех человек. Для перемещения используется электродвигатель мощностью 13 кВт, развивающий 17,4 лошадиных сил и 83 Нм крутящего момента. Такие показатели достаточны для того, чтобы развивать скорость до 100 км/ч и преодолевать расстояние до 170 километров.

С такими показателям автомобиль является чуть ли не лучшим соотношением цена/качество для городского транспортного средства. С таким электромобилем не будет проблем с парковкой, его пробега хватит для ежедневных задач, а электрическая составляющая позволит прилично сэкономить на топливе. А еще, если в городе будет много таких автомобилей, то это позволит решить одну из главных проблем Китая – плохую экологию в городах.



Конечно, на таком автомобильчике не получится с комфортом путешествовать на дальние расстояния. Вот только большинству жителей Китая это и не нужно. А если кто-то и хочет этим заниматься, то такой автомобиль при его цене можно купить как второй для того, чтобы ездить



по городу. Он не обременит бюджет даже относительно небогатых жителей.

Что касается продаж на других рынках, пока точной информации по этому поводу нет. Есть только вероятность того, что производитель сможет это сделать. Проблема даже не в том, чтобы произвести достаточное количество автомобилей, а в том, чтобы обеспечить базу для реализации в других странах.

Для этого надо пройти все необходимые сертификации, разбить несколько машин, чтобы доказать соответствие региональным нормам, обеспечить рекламу на новом для себя рынке и так далее. Даже если все это будет сделано, недостаточно просто привезти 1000 машин в страну. Надо также обеспечить сеть дилерских центров, обучить мастеров заниматься обслуживанием автомобиля и равномерно забить склады запчастями для него.

Все это требует огромных затрат и может просто не окупиться на таком рынке, как белорусский. У нас больше всего востребованы кроссоверы.

Также проблемой является недостаточность инфраструктуры. Именно поэтому, если такая машина и будет

продаваться на нашем рынке, то поначалу только в крупных городах, а покупать ее будут в основном как второй автомобиль. Зато это способно привести к тому, что сеть зарядных станций, которая в целом начала развиваться, постепенно станет все более и более крупной.

В Европе с этим проблем существенно меньше и туда автомобиль придет с куда большей долей вероятности, только цена его, скорее всего, существенно вырастет. Особенно он будет востребован в странах центральной и северной части Европы, где есть явные проблемы с узкими улицами старых городов и стремление жителей к экологии.

Пока рано говорить о покорении мира китайскими электромобилями, но учитывая их интерес к этому направлению и то, как они берутся за дело – все возможно. Например, из недавнего можно вспомнить, как знаменитая британская Lotus объявила о полном переходе на электромобили. А она входит в состав Volvo, купленной несколько лет назад китайским холдингом Geely Automobile. Это как нельзя лучше иллюстрирует подход китайцев к электрической технике.

hi-news.ru

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРВ-16 ДО УРОВНЯ ПРВ-16БМ-03 – МОДЕРНИЗАЦИЯ ВООРУЖЕНИЙ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

Целью модернизации радиовысотомера ПРВ-16 является улучшение его тактико-технических и эксплуатационных характеристик за счет использования современной элементной базы, а также цифровых методов обработки радиолокационной информации.



Модернизации подвергаются:

- радиоприемный тракт;
- система управления вращением антенны.

Заменяются:

- рабочее место оператора;
- шкаф приемной аппаратуры;
- шкаф автоматики с элементами силовой коммутации;
- ВПЛ-30 – на современный преобразователь частоты (напряжения) электропитания трехфазного тока

напряжением 380 В и частотой 50 Гц в трехфазный ток напряжением 220 В и частотой 400 Гц;

- отопитель.

Дополнительно устанавливаются и реализуется:

- приемник GPS/Глонасс;
- датчик угла наклона кунга;
- компас электронный;
- кондиционер;
- обмен информацией по аналоговым или цифровым каналам с комплексами средств автоматизации (КСА);
- возможность управления работой радиовысотомера и контроля за его работоспособностью с выносного рабочего места оператора.

Модернизация позволяет:

- увеличить срок эксплуатации на 8 лет;
- увеличить время наработки на отказ;
- улучшить точность определения координат целей;
- увеличить дальность обнаружения малозаметных целей;
- упростить техническое обслуживание;
- уменьшить энергопотребление на 20-30%.

Структурная схема модернизированного радиовысотомера ПРВ-16БМ.03

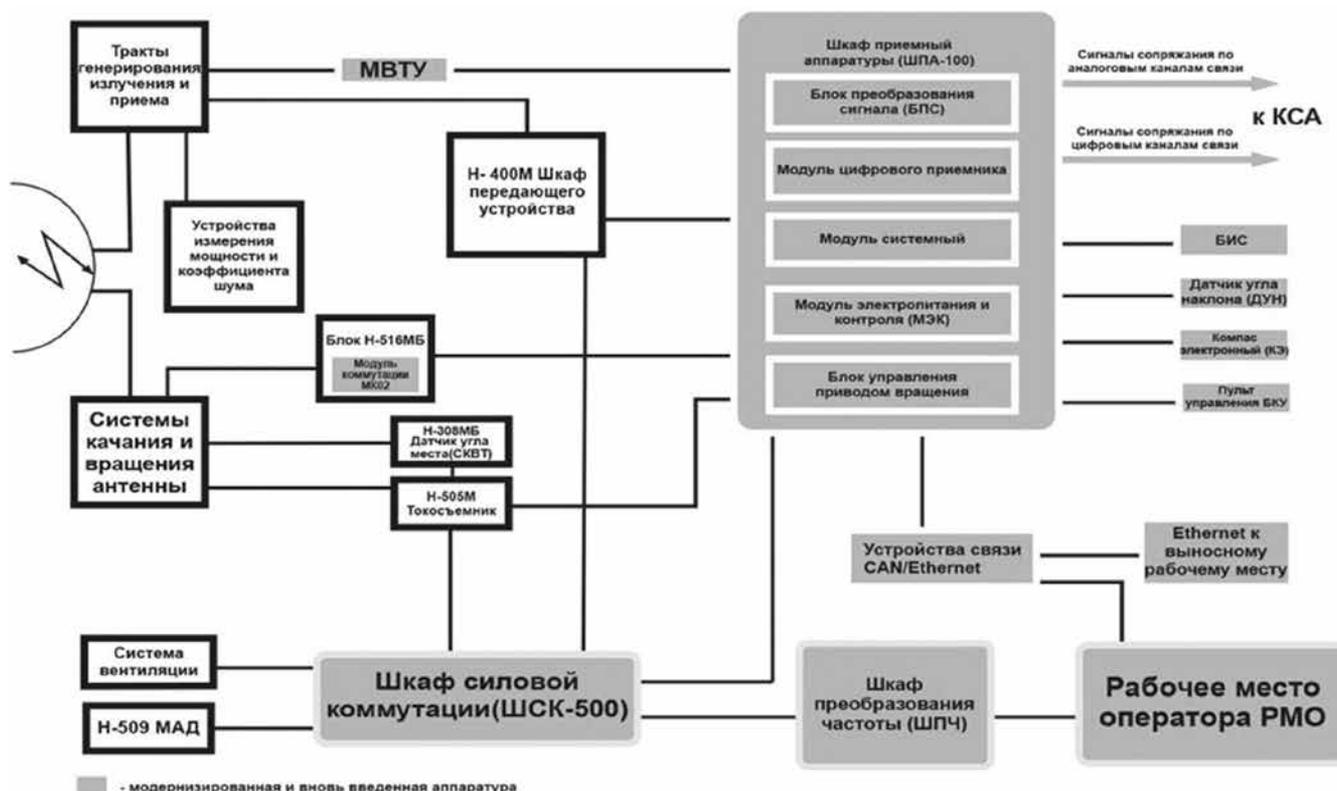


Таблица 1. Сравнительные характеристики изделия до модернизации (ПРВ-16) и после модернизации (ПРВ-16БМ.03)

Наименование характеристик	Значение характеристик	
	ПРВ-16	ПРВ-16БМ.03
Дальность обнаружения (Добн.) воздушных объектов (далее – ВО) с эффективной отражающей поверхностью равной 1м ² в зависимости от высоты полета ВО (Нц), км: – 100 м, не менее – 500 м, не менее – 1000 м, не менее – 3000 м, не менее	35 70 110 170	40 100 120 187
Среднеквадратическая ошибка определения координат целей: – по дальности, м: в амплитудном режиме, не более, в когерентном режиме, не более, – по высоте, м: при Нц ≤ 1000 м, не более при Нц > 1000 м, не более – по азимуту, не более	1000 1000 150 250 2°	100 60 100 200 ±1,5°
Разрешающая способность: – по дальности, м: в амплитудном режиме, не более в когерентном режиме, не более – по углу места, не более	1500 1000 30′	550 350 30′
Коэффициент шума приемного устройства: – при выключенном режиме силового приема, не более, дБ	10	5,9
Коэффициент усиления приемного тракта, не менее, дБ	28	35
Коэффициент подавления – отражений от местных предметов, не менее, дБ – пассивных помех и помех от гидрометеоров, не менее, дБ	10 8	25 20
Коэффициент подавления несинхронных помех, дБ	20	60
Радиовысотомер позволяет выполнять следующие тренажно-имитационные функции: – задание ВО, не менее	2	4
Автоматическое обнаружение целей на одном азимуте, не менее	–	30
Потребляемая мощность, не более, кВт	20	15

* Примечание. Демонтированное оборудование: Н-100М, Н-300М, Н-500М, Н-512, Н-802, Н-819.

niiev.m.by

КИТАЙ ЗА ПЯТЬ ЛЕТ ВЛОЖИТ В РАЗВИТИЕ 5G В СТРАНЕ \$120 МЛРД

В ближайшие пять лет Китай вложит в развитие сетей 5G в стране порядка 120 млрд долларов. Чтобы оценить масштабы вливаний, достаточно сказать, что эта сумма сопоставима с половиной бюджета всей Российской Федерации в 2020 году. Развитие 5G в Китае должно поднять экономику в период после пандемии коронавируса и создать предпосылки для новой промышленной революции.

К концу 2022 года свыше 60 % из 1000 крупнейших предприятий Китая создадут прикладные решения на основе 5G и периферийных (пограничных) вычислений. Помимо огромных инвестиций в 5G ожидаются ещё более впечатляющие вложения в Интернет вещей – свыше 906 млрд долларов.

Общие расходы на цифровую трансформацию в 2021–2024 годах достигнут \$1,5 трлн при среднегодовом темпе роста 17 %. Поскольку эти данные ложатся или даже почерпнуты из планов на 14-ю пятилетку, задачи которой сейчас проходят утверждение, вероятность их осуществления оценивается как высокая.



Прогнозируется, что к 2024 году 45 % повторяющихся задач будут автоматизированы или улучшены за счет использования «цифровых сотрудников», реализованных силами ИИ, робототехники и роботизированной автоматизацией процессов. Высокоскоростная связь 5G будет играть в этом ключевую роль. Впрочем, в таких процессах все элементы системы ключевые. Необходимо лишь следить за балансом инвестиций во все аспекты будущего.

ChinaDaily

МОДУЛЬ ПРОЦЕССОРНЫЙ САЛЮТ-ЭЛ24ПМ

Салют-ЭЛ24ПМ предназначен для использования в конечных изделиях в качестве встраиваемого процессорного модуля. Реализован на основе системы на кристалле 1892ВМ14Я АО НПЦ «ЭЛВИС». Позволяет значительно упростить разработку устройств на базе процессора 1892ВМ14Я, предоставляя готовое аппаратное решение с широкими функциональными возможностями и большим набором интерфейсов ввода-вывода.

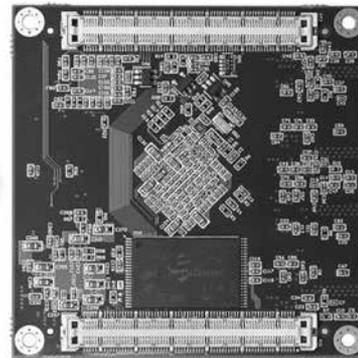


Таблица совместимости ревизий модулей Салют-ЭЛ24ПМ и Салют-ЭЛ24ОМ1:

Ревизия модуля		Салют-ЭЛ24ПМ1			Салют-ЭЛ24ПМ2	
		rev.1.0	rev.1.1	rev.1.2	rev.1.0	rev.1.1
Салют-ЭЛ24ОМ1	rev.1.0	+	-	-	-	-
	rev.1.1	-	+	+	-	-
	rev.1.2	-	-	+	+	+

В процессорном модуле ревизии Салют-ЭЛ24ПМ2 используется встроенный контроллер USB микросхемы 1892ВМ14Я. В процессорном модуле ревизии Салют-ЭЛ24ПМ1 используется внешний контроллер USB порта.

Ответные разъемы и крепежный набор приобретаются отдельно. В состав крепежного набора для процессорного модуля Салют-ЭЛ24ПМ входит:

- Вилка FX11LA-120P/12-SV(71) – 2 шт.
- Винт M2x10 DIN7985 – 4 шт.
- Гайка M2 DIN934 – 4 шт.
- Шайба нейлоновая WS2.1-0.8 – 8 шт.
- Шайба нейлоновая WS2.1-2 – 4 шт.

Технические характеристики

Процессор 1892ВМ14Я:

- 2-ядерный CPU Cortex-A9, до 816 МГц;
- 2-ядерный DSP ELCore-30M, до 672 МГц;
- видекодек VELCore-01: обеспечение функций H.264 CBP Encode and Decode, Full HD (1920x1080) стерео поток с частотой следования не менее 30 кадров/с;
- аппаратный ускоритель для сжатия изображений по стандарту JPEG;
- графический процессор Mali-300, 250 млн. пикселей/с.
- DDR3L, 32 бит, 2 Гб (2 порта по 1 Гб).

Энергонезависимая память:

- NAND Flash x 8 бит @ 100 МГц, 4 Гб (до 8 Гб);
- eMMC 32 Гб (опционально до 64 Гб);
- SPI Flash 4 Мб.

Высокоскоростные интерфейсы:

- USB 2.0 Host для модулей Салют-ЭЛ24ПМ1;
- USB 2.0 OTG для модулей Салют-ЭЛ24ПМ2;
- Ethernet 10/100/1000;
- SpaceWire (2 порта);
- SDMMC.

Видеовходы:

- MIPI CSI2 4 lanes (2 порта);
- TTL 12 бит.

Видеовыходы:

- MIPI DSI, 4 lanes (мультиплексирован с портом CSI1);
- TTL RGB 24 бит.

Аудиовходы: • линейный; • для микрофона.

Аудиовыходы: • линейный; • для наушников.

Прочие интерфейсы:

- UART (4 порта);
- I2C (3 порта);
- SPI (2 порта);
- I2S;
- MFBSP (LPORT, SPI, I2S, GPIO) с DMA;
- GPIO (до 116 портов);
- PWM (4 канала).

Отладочный интерфейс: JTAG.

Режимы загрузки: SDMMC, UART, NAND (опционально eMMC, Ethernet).

Питание: 3.3 В.

Потребляемая мощность: 5 Вт, не более (уточняется).

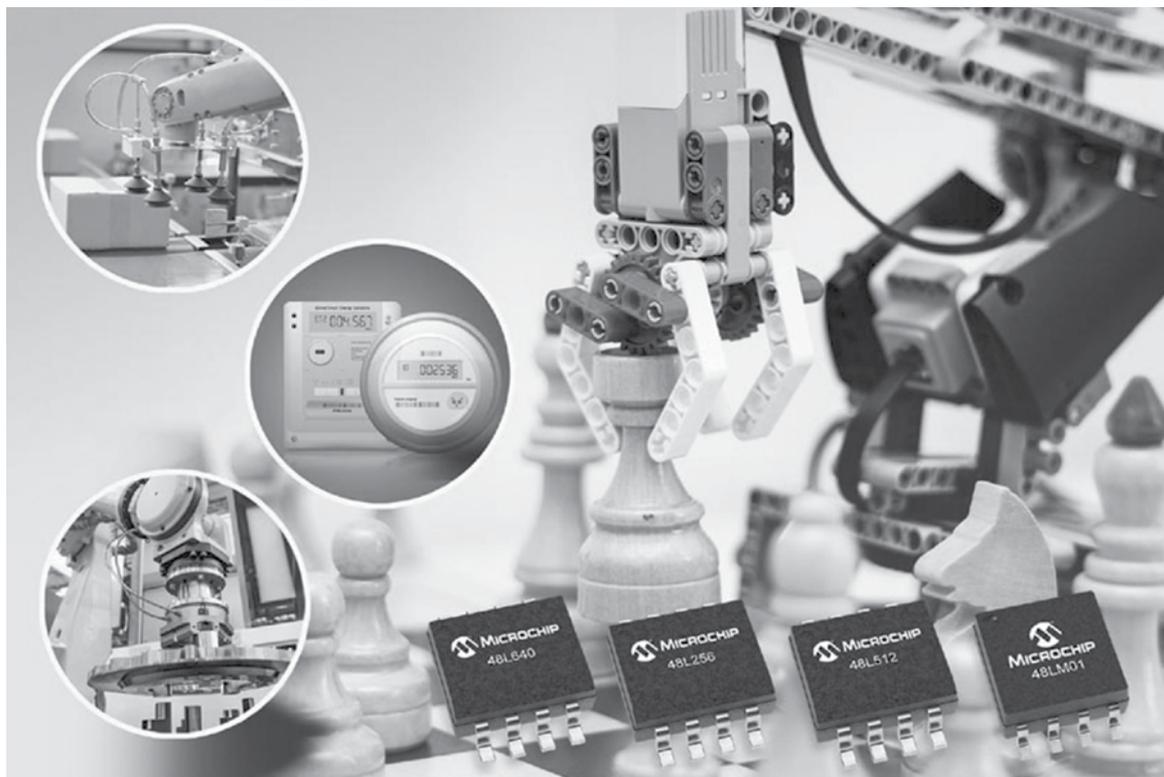
Все компоненты, примененные на модуле, имеют рабочий температурный диапазон от -40 до +85°C.

Размеры: 60x60x5,5 мм.

multicore.ru

МИКРОСХЕМЫ EERAM КОМПАНИИ MICROCHIP СОХРАНЯТ ДАННЫЕ ПРИ ПОТЕРЕ ПИТАНИЯ И СНИЖАЮТ СТОИМОСТЬ РЕШЕНИЯ

Начиная от интеллектуальных счетчиков и заканчивая производственными линиями, приложения, которым требуется решать задачи повторяющейся регистрации данных, должны иметь возможность автоматического восстановления информации, если во время работы происходит отключение питания.



Существующие на сегодня решения для энергонезависимых последовательных ОЗУ небольшой плотности (от 64 Кб до 1 Мб), используемых в таких регистраторах, обычно имеют самую высокую цену бита памяти в конечных продуктах. Microchip Technology анонсировала новое семейство микросхем памяти EERAM с интерфейсом SPI, которое позволит разработчикам систем сэкономить до 25 процентов средств по сравнению с альтернативными решениями на основе существующих серийных энергонезависимых ОЗУ. В семейство вошли четыре надежные микросхемы EERAM с интерфейсом SPI емкостью от 64 Кб до 1 Мб.

EERAM – это автономное энергонезависимое ОЗУ, использующее те же протоколы SPI и I2C, что и обычные последовательные статические ОЗУ, которое позволяет устройствам сохранять содержимое ОЗУ во время потери питания без использования внешней батареи. Все энергонезависимые аспекты устройства, по существу, невидимы для пользователя. Каждый элемент памяти дублирован скрытой ячейкой EEPROM. Когда устройство обнаруживает падение напряжения питания, оно автоматически переносит данные из статического ОЗУ в энергонезависимый накопитель и перемещает их обратно в ОЗУ, когда питание микросхемы возвращается к норме.

Основная причина, позволившая снизить цену EERAM, заключается в использовании стандартных технологических процессов, на которых основано производство прибором КМОП и флэш-памяти. Благодаря большим объемам

производства и отработанности широко используемого техпроцесса, микросхемы имеют наилучшую надежность и самую низкую стоимость в отрасли. Альтернативные решения, такие как ферроэлектрические ОЗУ (FRAM), изготавливаются с использованием специальных процессов, что намного увеличивает как производственные затраты, так и неопределенность в сроках поставки. На новое семейство EERAM распространяется ориентированная на клиента практика Microchip, заключающаяся в гарантии постоянной доступности микросхем в течение всего необходимого потребителям времени.

microchip.com



ТУП «АЛЬФАЧИП ЛИМИТЕД»

Официальный представитель мировых производителей



220012, г. Минск, ул. Сурганова, 5а, 1-й этаж
Тел./факс: +375 17 366 76 01, +375 17 366 76 16
www.alfa-chip.com www.alfacomponent.com

УНП 192525135

УСЛОВИЯ ЛАЗЕРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НАТУРАЛЬНУЮ КОЖУ С ЦЕЛЬЮ ЕЕ ПЕРФОРАЦИИ

УДК 539.2

Анисович А.Г.¹, Кодиров Т.Ж.³, Содиков Н.А.³, Ласковнев А.П.¹,
Маркевич М.И.¹, Журавлева В. И.²¹ Физико-технический институт НАН Беларуси² Военная академия Республики Беларусь³ Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности

Методами оптической и сканирующей электронной микроскопии исследована морфология поверхности образца и проведен элементный анализ натуральной кожи (каракуль) при воздействии лазерного излучения с лицевой стороны. В данной работе глутаровое альдегидное дубление было скомбинировано с хромовым дублением. Глутаровое альдегидное дубление производилось после лазерного воздействия. Впервые исследована морфология поверхности натуральной кожи с помощью лазера, генерирующего в двухимпульсном режиме (импульсы разделены временным интервалом 3 мкс, длительность импульсов 10 нс) с длиной волны 1064 нм в широком интервале вложенных энергий, которые приводят, как к режиму абляции поверхности кожи, так и к ее перфорации с последующим глутановым альдегидным дублением. Показана возможность изменения структуры за счет разволокнения дермы, конформационных изменений. При вложенных энергиях более 30 Дж происходит перфорация кожи с корбонизацией краев отверстий.

Введение

Лазерные технологии все шире внедряются в производство изделий из натуральной кожи. Лазерное излучение обладает когерентностью, монохроматичностью, коллимацией, что делает его уникальным. В основе взаимодействия лазерного излучения с натуральной кожей лежат ее физические свойства [1-3].

Основными физическими параметрами, определяющими воздействие на натуральную кожу являются длина генерируемой волны и плотность мощности [1]. Важно учитывать также и неоднородность спектрального поглощения натуральной кожи, так гемоглобин имеет много пиков поглощения, а поглощение меланина постепенно уменьшается по мере увеличения длины волны света. Для активации химических реакций на поверхности натуральной кожи или удалении дефектов проводят абляцию участка пораженной кожи, включая эпидермис. Под лазерной абляцией понимают комплекс процессов, которые приводят к взрывному выбросу вещества из зоны воздействия лазерного излучения. Представляют интерес режимы, при которых удаление вещества из зоны воздействия происходит достаточно

быстро, что окружающие лазерный кратер области натуральной кожи не успевают нагреться за счет передачи тепла.

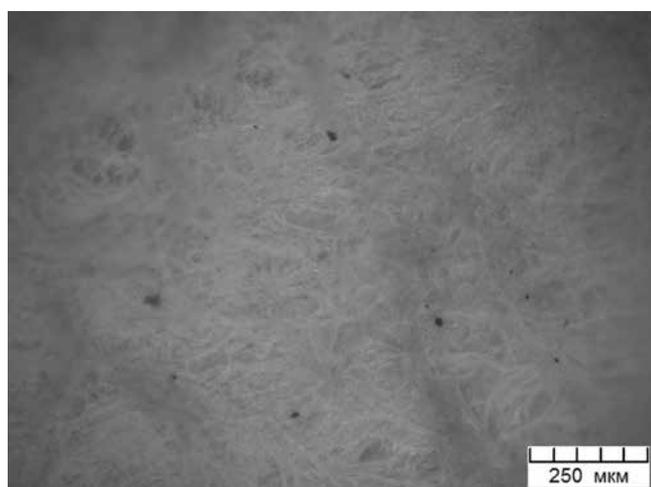
Цель работы – исследование морфологии поверхности натуральной кожи в процессе лазерной абляции для установления условий перфорации натуральной кожи в режиме сдвоенных импульсов.

Основная часть

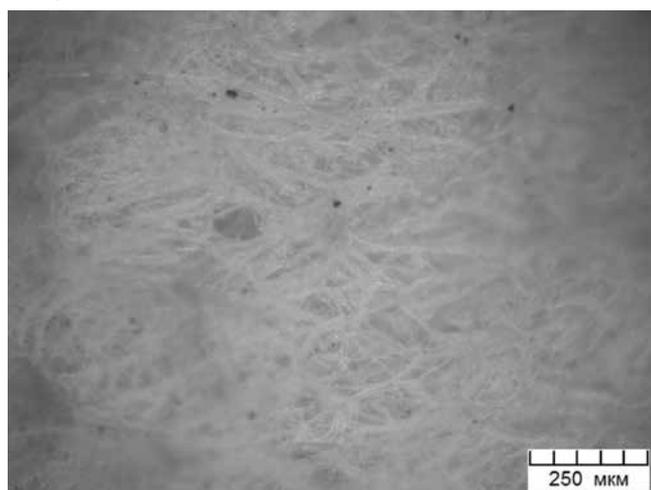
Для обработки образцов натуральной кожи применяли лазерное воздействие в режиме сдвоенных импульсов. Использовали лазер на алюмоиттриевом гранате LS-2134D (LOTIS, Беларусь) с длиной волны 1064 нм, генерирующий в двухимпульсном режиме (импульсы разделены временным интервалом 3 мкс, длительность импульсов 10 нс [1-3]). Вложенная энергия определялась временем воздействия и составляла от 1 до 30 Дж. При проведении исследований использовались некрашенные отходы кожи ягненка (производство Узбекистан). Образцы кожевенного полуфабриката с лицевой стороны обрабатывали лазерным излучением. После этого часть образцов кожевенного полуфабриката помещали в раствор хлористого натрия (NaCl) с добавлением уксусной кислоты (обработка 2 часа), затем вводили глутаровый альдегид (обработка 4 часа), затем добавляли пищевую соду (обработка 1 час).

Далее образцы натуральной кожи отжимали и оставляли на пролежку, высушивали и разминали. Все процессы проводили при температуре 30°C. Обработка кожи глутаровым альдегидом помимо мягкости и эластичности приводит к более высокой устойчивости к воздействию пота и влаги по сравнению с хромовым дублением [4-6]. Глутаровое альдегидное дубление было скомбинировано с хромовым дублением.

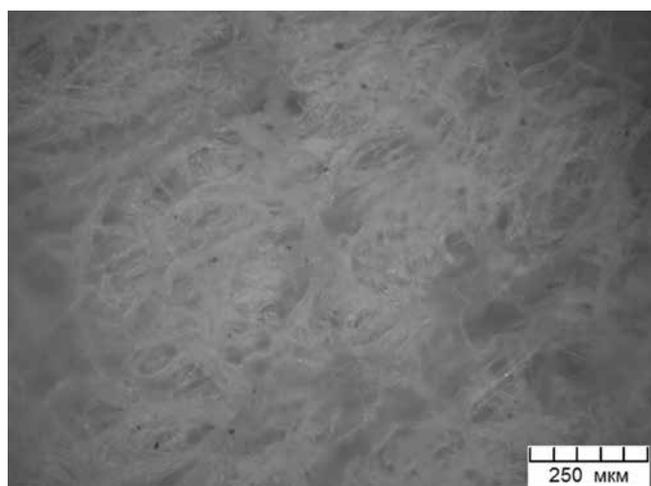
Современные металлографические микроскопы, использующие различные методы оптического контрастирования позволяют исследовать структуры неметаллических материалов. В данной работе для исследования изменения морфологии поверхности натуральной кожи использован инвертированный металлографический микроскоп МИ-1. Анализ поверхности кожи проведен при увеличении 100 крат с использованием освещения по методу темного поля.



а)



б)



в)

Рисунок 1 – Морфология поверхности лицевой стороны натуральной кожи до и после лазерного воздействия: а) без воздействия, б) после воздействия (вложенная энергия 1 Дж, время воздействия 1с), в) после воздействия (вложенная энергия 5 Дж, время воздействия 5с)

Исследование химического состава кожи производилось с использованием растрового электронного микроскопа MIRA-3 (Чехия) с системой микроанализаторов фирмы Oxford Instruments (Великобритания). Прибор позволяет одновременно исследовать морфологию поверхности материала, определить распределение химических элементов исследуемого образца, а также получить изображение объекта в широком диапазоне увеличений.

В соответствии с [1] под воздействием первого лазерного импульса происходит испарение вещества, и в приповерхностном слое формируется область с повышенной температурой и пониженной плотностью частиц воздуха, что приводит к более полному использованию энергии второго импульса для лазерной абляции [1]. Известно, что при воздействии серии наносекундных импульсов основным механизмом удаления вещества является термомеханическая абляция, приводящая к удалению поверхностного слоя.

При воздействии ИК лазерного излучения происходит поглощение энергии на поверхности кожевенного полуфабриката. Известно, что характер световой эрозии определяется в значительной мере особенностями самого материала: оптическими, теплофизическими свойствами, структурными неоднородностями и т. п.

На рисунке 1 показана поверхность кожи, не подвергавшейся лазерному воздействию и подвергнутая лазерному воздействию с различной вложенной энергией.

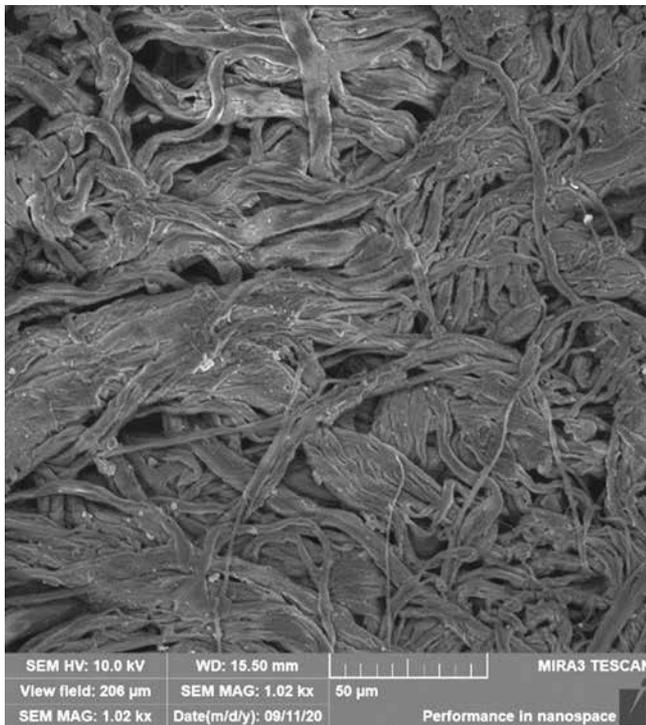
Из рисунка 1 следует, что с увеличением вложенной энергии в образец происходит разрыхление структуры (волокна раздвигаются) и увеличение размера пор. Так величина пор варьируется 30 до 50 мкм (рисунок 1б) и от 50 до 125 мкм (рисунок 1в).

На рисунке 2 представлен структура и элементный состав натуральной кожи после хромового и глутарового альдегидного дубления.

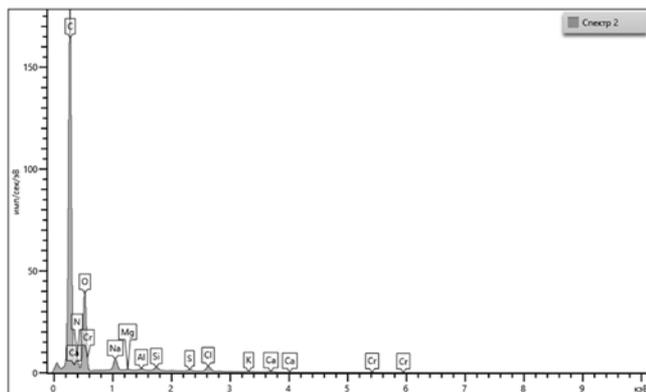
Отчетливо видны отдельные коллагеновые волокна толщиной 1-2 мкм, соединения этих коллагеновых волокон образуют пучки волокон толщиной 10-50 мкм, переплетаясь в различных направлениях и образуя сложную ткань дермы.

На рисунке 3 представлена морфология кожи после лазерного воздействия, при котором происходит перфорация кожи. Лазерная перфорация производится при производстве обуви, сумочек и других изделий большей частью с целью декоративной обработки.

Однако ввиду пористости натуральной кожи существуют и проблемные вопросы, в частности процесс горения при воздействии лазерного луча, а также остатки материала внутри отверстия из-за нечеткой проработки отверстия при данных режимах. Поэтому необходимо исследовать и режимы лазерной обработки натуральной кожи в процессе ее перфорации.



а)



б)

Рисунок 2 – Морфология поверхности лицевой стороны натуральной кожи после лазерного воздействия: а) после воздействия (вложенная энергия 5Дж, время воздействия 5с)

Из рисунка 3 следует, что при вложенных энергиях более 30 Дж происходит перфорация кожи и на краю отверстия наблюдается карбонизация, размер перфорированного отверстия достигает примерно 1100 мкм.

На рисунке 4 представлена морфология поверхности и элементный состав натуральной кожи (растровая микроскопия) в режиме ее перфорации.

Как следует из рисунка 4 в зоне перфорации происходит резкое изменение структуры натуральной кожи. Происходит процесс карбонизации, удаляется вода, происходит увеличение пор до ~100 мкм. Происходит также и изменение элементного состава (таблица 1), так, в зоне перфорации наблюдается увеличение со-

держания углерода и изменение концентрации других элементов, что связано с процессами карбонизации натуральной кожи.

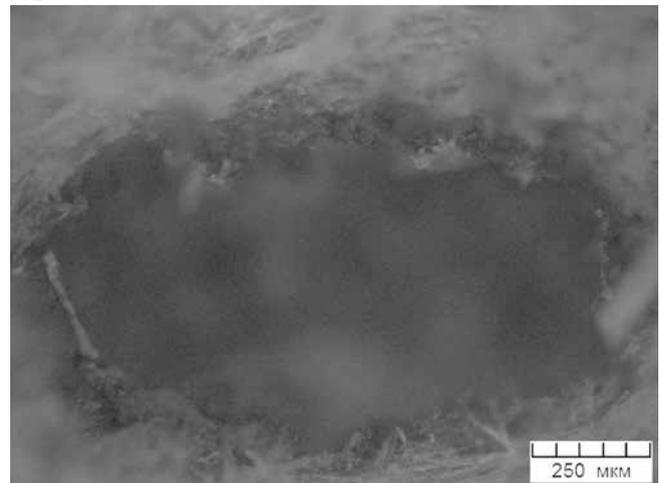
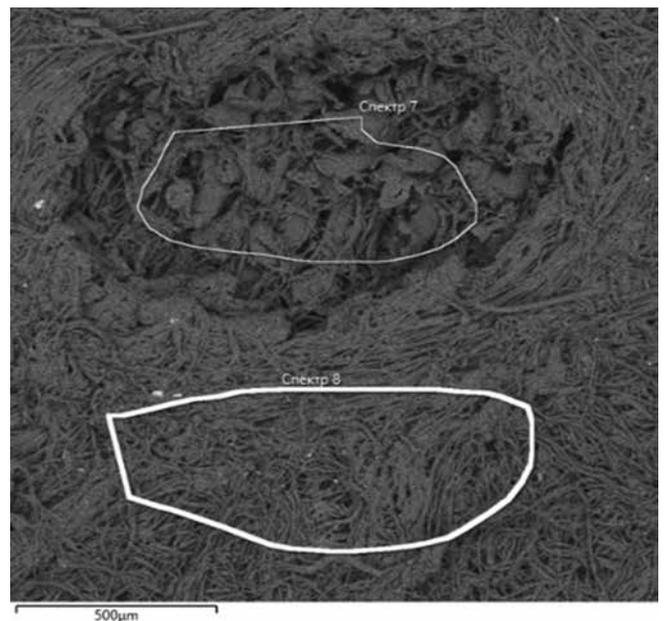
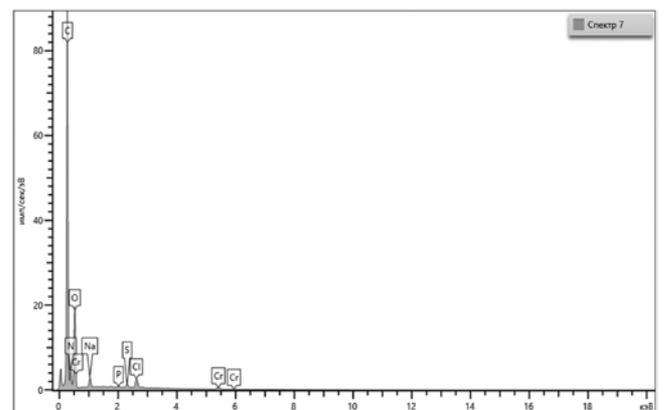


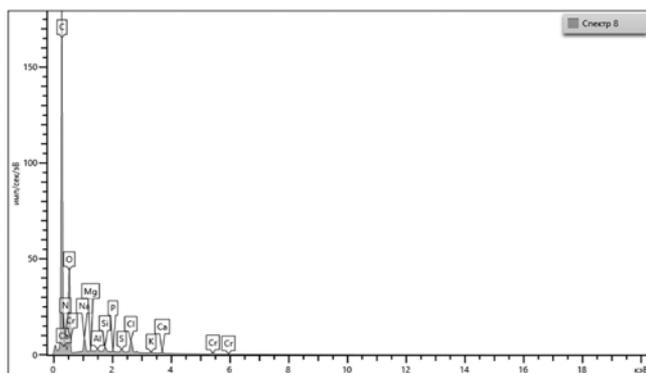
Рисунок 3 – Морфология поверхности лицевой стороны натуральной кожи после лазерного воздействия: после воздействия (вложенная энергия 30 Дж, время воздействия 30 с)



а)



б)



в)

Рисунок 4 – Морфология поверхности и элементный состав после лазерного воздействия: а) в зоне перфорации (вложенная энергия 30Дж, время воздействия 30 с), б) на периферии зоны воздействия

Таблица 1 – Результаты элементного анализа

Метка спектра	вес, %	Вес, %
	Спектр 7	Спектр 8
C	56.74	55.73
N	15.01	13.29
O	25.21	26.64
Na	0.88	1.25
Mg		0.06
Al		0.17
Si		0.34
P	0.09	0.05
S	0.28	0.27
Cl	1.06	1.46
K		0.13
Ca		0.15
Cr	0.73	0.45
Всего	100.00	100.00

Таким образом, в зависимости от вложенной энергии наблюдается как процесс абляции натуральной кожи, так и процессе перфорации сопровождающейся ее карбонизацией.

Выводы

Впервые исследована морфология поверхности натуральной кожи с помощью лазера, генерирующего в двухимпульсном режиме (импульсы разделены временным интервалом 3 мкс, длительность импульсов 10 нс) с длиной волны 1064 нм в широком интервале вложенных энергий (1Дж-30 Дж), которые приводят, как к режиму абляции поверхности кожи с проведением в последующем глутановым альдегидным дублением, так и к ее перфорации при увеличении вложенной энергии. Определены режимы лазерной обработки, позволяющие перейти от режима абляции (удалении мелких дефектов и выравнивании поверхности кожи для дальнейшей обработки), так и к режиму перфорации (получение отверстий).

В этих условиях показана возможность изменения структуры натуральной кожи за счет разволокнения

дермы, конформационных изменений. При вложенных энергиях более 30Дж происходит перфорация кожи с карбонизацией краев отверстий.

Литература

1. Кодиров, Т.Ж. Структура и элементный состав образца натуральной кожи при воздействии лазерного излучения/ Т.Ж. Кодиров, М.И. Маркевич, А.Н. Малышко, В.И. Журавлева//Электроника плюс, 2020.– №1. – С.56-58.
2. А.Г. Анисович, В.Г. Воздействие лазерного излучения на лавсановую ткань, покрытую углеродом/ А.Г. Анисович, В.Г. Залесский, М.И. Маркевич, А.Н. Малышко, В.И. Журавлева, Н.М. Чекан, Чэнь Чао // Полимерные материалы и технологии, 2020. – Т. 6. – № 1. – С. 59–63.
3. Адашкевич, С.В. Морфология поверхности и магниторезонансное поглощение энергии СВЧ пенопластом, обработанного импульсным лазерным излучением /С.В. Адашкевич, М.И. Маркевич, А.Н. Малышко, В.И. Журавлева, В.Ф. Стельмах, А.М. Чапланов // Полимерные материалы и технологии, 2018. – Т. 4. – № 1. – С. 27–31.
4. Вознесенский, Э.Ф. Общие принципы модификации натуральных волокнистых материалов различного происхождения в плазме ВЧ-разряда пониженного давления /Э.Ф. Вознесенский, Р.Р. Хасаншин, И.В. Красина, И.Ш. Абдуллин, Р.Р. Сафин, Л.И. Аминов // Вестник Казанского технологического университета. – 2009. – №1/5. – С.304-307.
5. Горячев, С.Н. Химические материалы для обработки пушно-мехового сырья / С.Н. Горячев, Б.С. Григорьев // Кролиководство и звероводство. –1999. – №5. – 22-23 с.
6. Горячев, С.Н. Новая технология обработки меховой овчины / С.Н. Горячев, Б.С. Григорьев, Е.С. Лозневая, Л.Л. Щеголева //1-я Межрегиональная научно-практическая конференция «Развитие меховой промышленности в России» Сборник тезисов.: М. – 1999. – 78 с.

Abstract

By means of optical and scanning electron microscopy, the morphology of the surface of the sample was investigated and elemental analysis of natural leather (karakul) was carried out under the action of laser radiation from the front side. In this work, glutaraldehyde tanning was combined with chrome tanning. Glutaraldehyde tanning was performed after laser exposure. For the first time, the morphology of the surface of natural skin was investigated using a laser generating in a two-pulse mode (pulses are separated by a time interval of 3 μs, a pulse duration of 10 ns) with a wavelength of 1064 nm in a wide range of applied energies, which lead to both the ablation of the skin surface and to its perforation with subsequent glutanic aldehyde tanning. The possibility of changing the structure due to dermis fiberization and conformational changes has been shown. With energies more than 30 J input, the skin is perforated with corbonization of the edges of the holes.

Поступила в редакцию 24.11.2020

Камера ZV-1 для ведения видеоблога

На камеру ZV-1 легко снимать красивые и интересные видео. Она оснащена рукояткой на корпусе, индикатором записи и ЖК-экраном с переменным углом наклона для удобной съемки селфи. Направленный трехкапсульный микрофон с ветрозащитным экраном обеспечивает четкий звук без шумов, кнопка боке – красивое размытие фона, а режим Product Showcase (Демонстрация продукта) идеален для обзоров.



Vlog camera ZV-1



СНИМАЙТЕ КАК ПРОФЕССИОНАЛ

Компактный размер камеры позволяет снимать в любых условиях, а невероятная детализация в 4K HDR и мощные инструменты управления экспозицией обеспечивают высокое качество контента.



Функции для профессиональной съемки в 4K HDR

ZV-1 записывает невероятно детализированное видео в 4K HDR благодаря 1,7-кратной передискретизации пикселей, что обеспечивает передачу реалистичной картинки.



Гамма S-Log для профессиональной съемки

Камера обладает функциями управления гаммой S-Log2 и S-Log3, благодаря которым можно подбирать и корректировать цвет. Кроме того, чтобы создать свой собственный стиль и эстетику, вы можете отрегулировать настройки профиля изображения.



Встроенный нейтральный светофильтр

Встроенный нейтральный светофильтр обеспечивает точное управление экспозицией, улучшенную глубину резкости и низкую скорость затвора. Это позволяет снимать видео с интересными эффектами размытия, например замедленное движение воды или лучей света.

Большая 1-дюймовая CMOS-матрица **Exmor RS**. Процессор изображений **BIONZ XTM**. Видеозапись в **4K**. Направленный трехкапсульный микрофон с ветрозащитным экраном. ЖК-экран с переменным углом наклона, рукоятка на корпусе и индикатор записи. Число эффективных пикселей – **20,1 МП**. Чувствительность ISO (фотосъемка, рекомендованный индекс экспозиции): авто (ISO 100–12 800, с выбором верхнего/нижнего предела), 100/125/160/200/250/320/400/500/640/800/1000/1250/1600/2000/2500/3200/4000/5000/6400/8000/10 000/12 800 (с возможностью увеличения до ISO 64 или ISO 80), мультикадровое шумоподавление: авто (ISO 100–12 800), 100/200/400/800/1600/3200/6400/12 800/25 600

WWW.SONY.RU

НАИМЕНОВАНИЕ ТОВАРА		НАЗВАНИЕ КОМПАНИИ, АДРЕС, ТЕЛЕФОН
1. КВАРЦЕВЫЕ РЕЗОНАТОРЫ, ГЕНЕРАТОРЫ, ФИЛЬТРЫ, ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИЕ И ПАВ ИЗДЕЛИЯ		
1.1	Любые кварцевые резонаторы, генераторы, фильтры (отечественные и импортные)	 ALNAR УП «Алнар» +375 (17) 227-69-97 +375 (17) 227-28-10 +375 (17) 227-28-11 +375 (29) 644-44-09 alnar@tut.by www.alnar.net
1.2	Кварцевые резонаторы Jauch под установку в отверстия и SMD-монтаж	
1.3	Кварцевые генераторы Jauch под установку в отверстия и SMD-монтаж	
1.4	Термокомпенсированные кварцевые генераторы	
1.5	Резонаторы и фильтры на ПАВ	
1.6	Пьезокерамические резонаторы, фильтры, звонки, сирены	

УНП 100191870

2. СПЕЦПРЕДЛОЖЕНИЕ		
2.1	Большой выбор электронных компонентов со склада и под заказ. Микросхемы производства Xilinx, Samsung, Maxim, Atmel, Altera, Infineon и пр. Термоусаживаемая трубка, диоды, резисторы, конденсаторы, паяльная паста, кварцевые резонаторы и генераторы, разъемы, коммутация и др.	 ПОСТАВКА ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ ЧТУП «Чип электроникс» +375 (17) 269-92-36 chipelectronics@mail.ru www.chipelectronics.by Группа компаний «Альфа-лидер» +375 (17) 391-02-22 +375 (17) 391-03-33. www.alider.by
2.2	Широчайший выбор электронных компонентов (микросхемы, диоды, тиристоры, конденсаторы, резисторы, разъемы в ассортименте и др.)	

УНП 191142740

УНП 192321381

3. ЭЛЕКТРОННАЯ И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ ПРОДУКЦИЯ		
3.1	Комплексная поставка электронных компонентов	 ТУП «Альфачип Лимитед» +375 (17) 366-76-16 analog@alfa-chip.com www.alfa-chip.com
3.2	Датчики, сенсоры и средства автоматизации	
3.3	Светодиодные индикаторы, TFT, OLED и ЖК-дисплеи и компоненты для светодиодного освещения	
3.4	Дроссели, ЭПРА, ИЗУ, пусковые конденсаторы, патроны и ламподержатели для люминесцентных ламп	 Группа компаний «АльфаЛидер» +375 (17) 391-02-22 +375 (17) 391-03-33 www.alfalider.by
3.5	AC/DC источники тока, LED-драйверы, источники напряжения для светодиодного освещения и мощных светодиодов	
3.6	Источники тока и напряжения, вторичная оптика (линзы, держатели, рефлекторы), светодиодные модули и решения.	
3.7	Мощные светодиоды (EMITTER, STAR), сборки и модули мощных светодиодов, линзы ARLIGHT	
3.8	Управление светом: RGB-контроллеры, усилители, диммеры и декодеры	 ООО «СветЛед решения» +375 (17) 214-73-27 +375 (17) 214-73-55 info@belaist.by www.belaist.by
3.9	Источники тока AC/DC для мощных светодиодов (350/700/ 100-1400 mA) мощностью от 1 W до 100 W ARLIGHT	
3.10	Источники тока DC/DC для мощных светодиодов (вход 12-24V) ARLIGHT	
3.11	Источники напряжения AC/DC (5-12-24-48 V от 5 до 300 W) в металлическом кожухе, пластиковом, герметичном корпусе ARLIGHT, HAITAIK	
3.12	Светодиодные ленты, линейки открытые и герметичные, ленты бокового свечения, светодиоды выводные ARLIGHT	
3.13	Светодиодные лампы E27, E14, GU 5.3, GU 10 и др.	
3.14	Светодиодные светильники, прожекторы, алюминиевый профиль для светодиодных изделий	

УНП 192525135

УНП 192321381

УНП 191672332

3.15	Индуктивные, емкостные, оптоэлектронные, магнитные, ультразвуковые, механические датчики фирмы Balluff (Германия)	<p style="text-align: center;">АВТОМАТИКА Ц · Е · Н · Т · Р</p> <p>ООО «Автоматика центр» +375 (17) 218-17-98 +375 (17) 218-17-13 sos@electric.by www.electric.by</p>
3.16	Блоки питания, датчики давления, разъемы, промышленная идентификация RFID, комплектующие фирмы Balluff (Германия)	
3.17	Магнитострикционные, индуктивные, магнитные измерители пути, лазерные дальномеры, индуктивные сенсоры с аналоговым выходом, инклинометры фирмы Balluff (Германия)	
3.18	Инкрементальные, абсолютные, круговые магнитные энкодеры фирмы Lika Electronic (Италия)	
3.19	Абсолютные и инкрементальные магнитные измерители пути, УЦИ (устройство цифровой индикации), тросиковые блоки, муфты, угловые актуаторы фирмы Lika Electronic (Италия)	
3.20	Автоматические выключатели, УЗО, дифавтоматы, УЗИП, выключатели нагрузки фирмы Schneider Electric (Франция)	
3.21	Контакты, промежуточные реле, тепловые реле перегрузки, реле защиты, автоматические выключатели защиты двигателя фирмы Schneider Electric (Франция)	
3.22	Кнопки, переключатели, сигнальные лампы, посты управления, джойстики, выключатели безопасности, источники питания, световые колонны фирмы Schneider Electric (Франция)	
3.23	Универсальные шкафы, автоматические выключатели, устройства управления и сигнализации, УЗО и дифавтоматы, промежуточные реле, выключатели нагрузки, контакторы, предохранители, реле фирмы DEKraft	
2. СПЕЦПРЕДЛОЖЕНИЕ		
3.4	Поставка со склада и под заказ: микросхемы TEXAS INSTRUMENTS, INTERSIL, EM Marin, FREESCALE, XILINX, ALTERA, CHINFA, реле GRUNER, кварцевые резонаторы KDS, MICRO KRISTAL, батарейки и аккумуляторы, держатели RENATA, XENO, PKCELL, модемы HUAWEI, QUECTEL, системы на модуле (одноплатные компьютеры) отладки, беспроводные модули SECO, INMIS, SMK, SAURIS, TORADEX, накопители на флэш памяти INNODISK, герконы COMUS, COTO, разъемы KEYSTONE, HIROSE и др. Техническая поддержка, поставка бесплатных образцов, проектные цены.	<p style="text-align: center;">БелСканти</p> <p>ООО «БелСКАНТИ» +375 (17) 256-08-67, +375 (17) 398-21-62 nab@scanti.ru www.scanti.com</p>

УНП 191087188

УНП 190813939

ПЕРЕХОД КОМПЬЮТЕРОВ APPLE НА ФИРМЕННЫЕ ARM-ПРОЦЕССОРЫ

Apple представила новые компьютеры, основанные на фирменном ARM-процессоре M1. Мнения о новых устройствах разошлись: некоторые считают их настоящим прорывом, другие считают неполноценными компьютерами, которые не способны выполнять серьезные задачи. Тем не менее, маркетологи утверждают, что компьютеры Apple на базе чипсета M1 – лучшее, что случилось с Mac за последнее время.



Apple M1 представляет собой 5-нм систему на чипе (SoC) из 16 млрд транзисторов. В ней уместилось восемь ядер CPU, восемь графических ядер, а также 16 ядерный вычислительный нейроблок, на лад того, что есть в мобильных процессорах Apple. Часть CPU состоит из двух кластеров: четыре мощных ядра и четыре энергоэффективных. Графический процессор включает 128 исполнительных блоков, а его производительность достигает 2,6 Тфлопс, что весьма немало.

Компания также уделила особое внимание аппаратному шифрованию данных. С точки зрения ПО разработчики получают необходимые инструменты для создания и оптимизации приложений под обе платформы – Apple и Intel. На процессорах Apple также будет возможность запуска приложений и игр, созданных под iPhone и iPad. В дальнейшем планируется переход всех компьютеров и ноутбуков на фирменную платформу. Первыми устройствами на Apple M1 стали MacBook Air 2020, Mac Mini 2020 и MacBook Pro 13 Pro 2020.

apple.com

24-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОНИКА

21-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ЭЛЕКТРОТЕХ. СВЕТ

16-19.03.2021

Минск,

пр-т Победителей, 20



FALCON CLUB

При поддержке:

Министерства промышленности Республики Беларусь
Ассоциации промышленных энергетиков "БелАПЭ"

БелАПЭ

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР:
GENERAL INTERNET-PARTNER:



ГЕНЕРАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПАРТНЕРЫ:
GENERAL INFORMATION PARTNERS:

WEB-ENERGO.by



Организатор:



МИНСКЭКСПО

220035, Минск, Беларусь

ул. Тимирязева, 65

тел.: +375 17 226 98 88

факс. +375 17 226 91 92

Email: sveta@minskexpo.com

www.minskexpo.com

ЗАО МИНСКЭКСПО УНН 100094846

А л в ф а Ч И П Л И М И Т Е Д

*Новые возможности
ваших идей*

- Электронные компоненты
- Средства автоматизации
- Датчики, сенсоры
- Светодиодные индикаторы, TFT, OLED и ЖКИ дисплеи
- Компоненты для светодиодного освещения

Прямые поставки
от мировых производителей

Разработка и техническая
поддержка новых проектов



220012, г. Минск, ул. Сурганова, 5а, 1-й этаж
Тел./факс: +375 17 366 76 01, +375 17 366 76 16
www.alfa-chip.com
www.alfacomponent.com