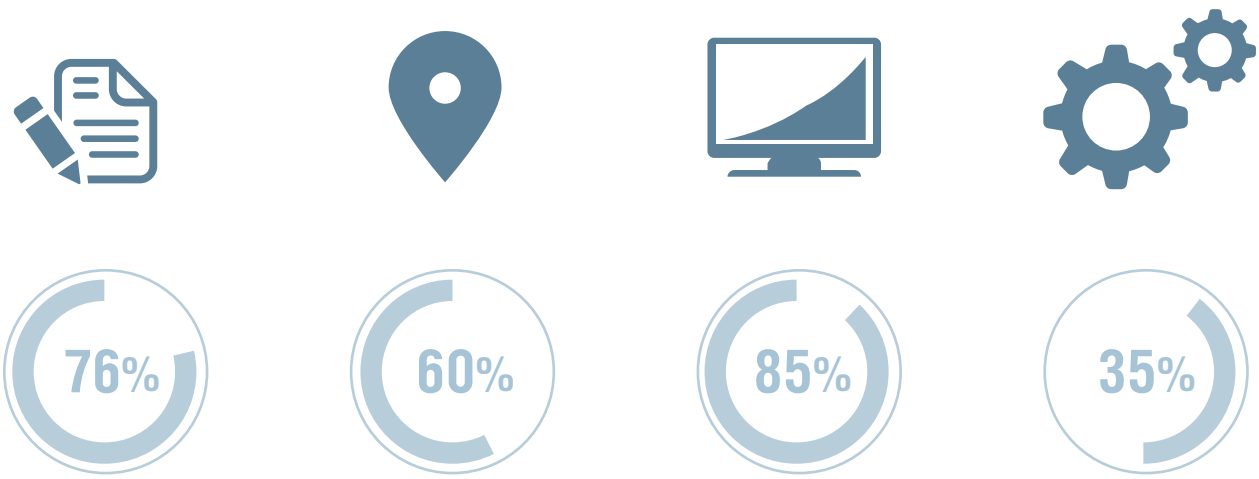
Выпуск 27 от 1 сентября 2016 г.

ЭКСПРЕСС-ИНФОРМАЦИЯ
ПО ЗАРУБЕЖНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКЕ



ISSN 2500-3844

СЕГОДНЯ В ВЫПУСКЕ

2
Компетентное мнение

4
Тенденции развития производственных мощностей: сооружение новых заводов и ренессанс 200-мм пластин

11
Анализ состояния рынка смартфонов

17
Организация производственного процесса на фабрике OPPO

19
Ультрагибкая медицинская электроника

22
Business France: опыт поддержки стартапов

30
Глоссарий

Издатель
АО «ЦНИИ «Электроника»

Главный редактор
Алена Фомина, д.э.н.

Над выпуском работали
Шабнам Гурбанова,
Вадим Жиловский,
Антон Исаев,
Дмитрий Корначев,
Михаил Макушин,
Яков Петренко,
Юлия Разгуляева,
Юлия Сухорослова,
Мария Фомина,
Виктория Французова,
Анастасия Хомчик,
Юлия Яцина

Реклама
Александр Шестаков
shestakov_a@instel.ru
+7 (495) 940-65-24

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

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

КОМПЕТЕНТНОЕ МНЕНИЕ

Уважаемые читатели!

Мы рады приветствовать Вас на страницах электронного журнала «Экспресс-информация по зарубежной электронной технике», который теперь выходит в новом формате. Теперь издание выходит дважды в месяц и охватывает в рамках своих рубрик несколько технологических направлений.

Невозможно найти такую область знаний, которая не развивается и не дополняется актуальными данными. Ведь это означает, что человечество обладает исчерпывающей информацией о данном направлении. Пожалуй, одной из наиболее быстро растущих по объему новой информации отраслей промышленности является радиоэлектроника. Занятые в ней специалисты в области разработки, производства, сбыта и анализа рынков находятся в динамично меняющейся, однако хаотичной и перенасыщенной информационной среде, поэтому мы нашли, структурировали, проанализировали и компактно изложили сведения о самых значимых последних достижениях и новых направлениях развития радиоэлектроники за рубежом, характеристиках новейших изделий электронной техники, экономических аспектах разработки и производства изделий электронной техники.

На каждом временном отрезке можно выделить ключевой, и, как правило, инновационный, драйвер развития промышленности. Облик электронной аппаратуры начинает меняться в 1948 году, после изобретения транзистора. Далее последовал стремительным рост транзисторной электроники, и уже через десятилетие были созданы первые интегральные схемы.

На сегодняшний день развитие данных направлений происходит не менее бурно. Уже установлено, что транзистор сохраняет свои переключательные и усилительные свойства до минимальных размеров канала 5–1,5 нм. Однако при длинах канала порядка 10 нм в транзисторе проявляются квантовые явления (размерное квантование, квантовомеханическое отражение и интерференция, туннельные эффекты и др.). Таким образом, для преодоления 10-нанометрового барьера требуется квантовое описание свойств транзистора. В области минимальных размеров 0,5 нм и менее происходит переход от классической модели к квантовым чипам. Для этого необходимо создание технологий атомного масштаба, что должно стать результатом естественной эволюции электронной и радиоэлектронной промышленности.

Вполне реально, что к 2030 году будут реализованы полномасштабные квантовые компьютеры, которые позволят решать задачи гипербольших вычислений, недоступных классическим суперкомпьютерам.

На страницах журнала «Экспресс-информация по зарубежной электронной технике» будут публиковаться самые актуальные данные в области экономики и технологий, включая прорывные технологии микроэлектроники, квантовой электроники, средств связи, вычислительной техники, системы управления и безопасности, робототехники и многих других направлений. Это позволит обеспечить опережающее информирование специалистов о важнейших аспектах развития радиоэлектроники и смежных отраслей.

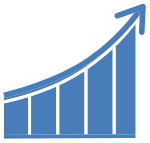
Алена Фомина,
доктор экономических наук,
генеральный директор
ЦНИИ «Электроника»

УСЛУГИ ЦНИИ «ЭЛЕКТРОНИКА»

СОПРОВОЖДЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ОТРАСЛЬЮ

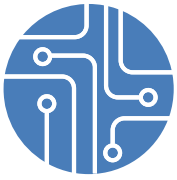
- Разработка методологии и сопровождение реализации программно-целевых документов
- Разработка и сопровождение реализации Стратегии развития радиоэлектронной промышленности
- Антикризисное управление деятельностью предприятий
- Формирование и сопровождение реализации отраслевого плана импортозамещения
- Внедрение проектного подхода управления развитием отраслей промышленности
- Методологическое сопровождение развития промышленности
- Научно-технологическая экспертиза приоритетных направлений развития

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ И БИЗНЕС-КОНСАЛТИНГ



- Стратегический консалтинг
- Реструктуризация предприятий
- Оптимизация системы управления операционной деятельностью

УСЛУГИ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



- ИТ-консалтинг
- Управление проектами в области ИТ
- Разработка информационных систем
- Управление ИТ-инфраструктурой
- Информационная система управления предприятием СМАРТ

ФИНАНСОВЫЙ КОНСАЛТИНГ

- Бюджетирование и финансовое планирование
- Финансовые решения
- Управленческий учет

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ТАЙНА И ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Режимно-секретное обслуживание
- Услуги по защите государственной тайны
- Информационная безопасность

КОММУНИКАЦИОННЫЙ КОНСАЛТИНГ

- Разработка коммуникационных стратегий
- Абонентское обслуживание (аутсорсинг пресс-службы)

ИЗДАТЕЛЬСКИЕ УСЛУГИ

- Выпуск научных журналов (ВАК)
- Издание научной литературы по радиоэлектронике

Реклама

Тел. +7 (495) 940-65-00
Факс +7 (495) 940-65-01
e-mail: instel@instel.ru
www.instel.ru

Тенденции развития производственных мощностей: сооружение новых заводов и ренессанс 200-мм пластин

Ключевые слова: производственные мощности, оборудование, производственные линии, передовые технологии, диаметр пластин.

В статье рассматриваются тенденции развития производственной базы микроэлектроники в зависимости от диаметра обрабатываемых пластин, возрождение интереса к обработке 200-мм пластин и планы строительства новых заводов в КНР и Японии.

Важнейшим фактором развития производственной базы микроэлектроники в течение восьми последних лет является переключение внимания поставщиков ИС с вопросов строительства современных заводов по обработке пластин на основе использования новейших методов для обладания собственной производственной базой на проблему привлечения к процессу разработки заказчиков (изготовителей конечных электронных систем), демонстрирующих достаточно глубокий технологический уровень. В связи с развитием «Интернета вещей» (IoT), переводом производства аналоговых и мощных полупроводниковых приборов (а в перспективе и СИД) на 200-мм пластины в последнее время наблюдается возрождение интереса к заводам по их обработке.

Данная тенденция обусловлена следующими факторами:

- в рамках продвижения технологий ко все меньшим топологическим нормам создание и содержание новейших заводов по обработке пластин становится слишком дорогостоящим; в рамках процесса консолидации производственной базы они доступны все меньшему количеству крупных фирм (первоначально около 4 лет назад на уровне 22/20 нм были всего 4 корпорации: GlobalFoundries, Intel, Samsung и TSMC. В последнее время та же ситуация наблюдается при освоении топологий 16/14 нм и менее);
- в современных условиях фирмы получают доступ к схожим технологическим процессам примерно одновременно (услуги кремниевых заводов[1], поставщиков библиотек СФ-блоков (IP) и т.д.).

Таким образом, по мере перехода все большего числа фирм от модели IDM[2] к fabless[3]-модели место базового технологического процесса как конкурентного преимущества занимает ноу-хау в области проектирования систем,

Таблица 1

Планы сооружения заводов/линий по обработке пластин (исходя из 300-мм эквивалента) с вероятностью осуществления более 60%

Регион	Тип производства/услуг (число заводов/линий)	
	2016	2017
Америка (оба континента)	Аналоговые приборы (1)	Кремниевый завод (1)
КНР	Схемы памяти (1) MEMS на 200-мм пластинах (1) Кремниевый завод (1) СИД на 100-мм пластинах (1)	Схемы памяти (1) MEMS на 200-мм пластинах (1) Кремниевый завод (3) Мощные приборы на 200-мм пластинах (1)
Европа и Ближний Восток	Мощные приборы на 200-мм пластинах (1)	
Япония		Схемы памяти (1)
Южная Корея	Схемы памяти (1)	
Страны АТР	СИД на 150-мм пластинах (1)	Аналоговые приборы на 200-мм пластинах (1)
Тайвань	Кремниевый завод (1)	СИД на 50-мм пластинах (1)
Потенциальная мощность в расчете на обработку 300-мм пластин (исключая мощности по производству СИД)	210 тыс. стартовых пластин в месяц	330 тыс. стартовых пластин в месяц

причем в достаточно ограниченном секторе рынка. Что же касается разработки новейших базовых технологических процессов, то она все больше становится делом крупнейших корпораций или «экосистем»[4]. Современные экосистемы, как правило, объединяют традиционные IDM (в т.ч. крупнейшие), foundry и fabless фирмы, поставщиков библиотек СФ-блоков и поставщиков инструментальных средств САПР. Часто в их работе принимают участие и изготовители конечных электронных систем. Четко эта тенденция проявилась при переходе от 65-нм к 45-нм технологическому процессу и далее к 32/28-нм, 22/20-нм, 16/14-нм процессам, а также к процессам с меньшими топологиями.

По данным SEMI[5], в течение 2016–2017 гг. в мире начнется строительство 19 новых заводов и производственных линий. При этом, если затраты в 2016 г. превзойдут результаты 2015 г. на 1,5%, то в 2017 г. они увеличатся на 13%.

Отчисления на оборудование полупроводниковых заводов, включая новое, бывшее в использовании и разработанное фирмами-изготовителями самостоятельно, в 2015 г. сократились на 2%. Рост же затрат в 2016 г. связан с активностью производителей 3D NAND, 10-нм логических приборов и кремниевых заводов, благодаря которым ассигнования в 2016 г. составят 36 млрд долл., а в 2017 г. – 40,7 млрд долл. Оборудование будет покупаться для существующих заводов и линий, которые будут переводиться на передовые технологии, а также на оборудование новых заводов и линий, строительство которых началось в предыдущем году.

В таблице 1 приведены основные страны/регионы, в которых в 2016–2017 гг. будут сооружаться новые заводы и линии. Ряд предприятий уже находятся в стадии строительства, сооружение некоторых других может быть начато в 2017 г.

Таблица 2

Все проекты по сооружению заводов/линий (запланированные и реализуемые)

Диаметр пластины, мм	2016	2017
50	2	1
100	3	1
150	4	4
200	7	8
300	21	18
Всего	**37**	**32**
Общие затраты, млрд долл.	**7,2**	**6,7**

Из запланированных 19 проектов 12 представляют собой заводы и линии по обработке пластин диаметром 300 мм, на четырех заводах будут обрабатываться 200-мм пластины, а три завода будут изготавливать СИД на пластинах диаметром 150, 100 и 50 мм. Если не учитывать заводы по производству СИД, потенциальная установленная мощность всех этих заводов в 2016 г. составит 210 тыс. стартовых пластин в месяц (в пересчете на 300-мм пластины), а в 2017 г. – 330 тыс. стартовых пластин в месяц.

Кроме того, переход к современным технологиям (наблюдаемый как в планарных, так и в 3D технологиях) приводит к снижению установленной мощности на существующих заводах. Для компенсации этого явления могут быть предприняты меры по переводу большего числа старых заводов на новые технологии, но при этом также необходимо осуществлять строительство новых заводов и производственных линий.

В таблице 2 приводится перечень всех проектов – запланированных и реализуемых в период 2016–2017 гг. – по диаметру обрабатываемых пластин. Общая стоимость сооружения линий/заводов (без учета затрат на оборудование) составит около 14 млрд долл.

Отмечается, что диаметр обрабатываемых пластин в основном соответствует определенным продуктовым сегментам, при этом темпы их роста коррелируются с темпами сооружения производственных мощностей. При этом 50-мм и 100-мм пластины будут предназначены для производства СИД, в то время как 150-мм пластины будут ориентированы как на изготовление СИД, так и на создание аналоговых приборов и MEMS. Новые мощности по обработке 200-мм пластин в 2016 г. будут создаваться для последующего производства как аналоговых, так и мощных приборов, в то время как в 2017 г. они будут ориентированы преимущественно на мощные приборы. Линии по обработке 300-мм пластин в основном запланированы для выпуска схем памяти и оказания услуг кремниевого завода. Хотя на них также возможно будут создаваться некоторые аналоговые, логические (микропроцессоры) и мощные приборы [1].

РЕНЕССАНС 200-ММ ПРОИЗВОДСТВ

Влияние на развитие производственной базы микроэлектроники на более длительную перспективу оказывают еще два фактора. Во-первых, по экономическим причинам оживает интерес к 200-мм производствам в связи с развертыванием «Интернета вещей» (IoT[6]) и переводом ряда изделий микроэлектроники с пластин меньшего диаметра на 200-мм пластины (аналоговые ИС, мощные приборы, СИД и т.п. с достаточно зрелыми технологиями). Во-вторых, увеличение инве-

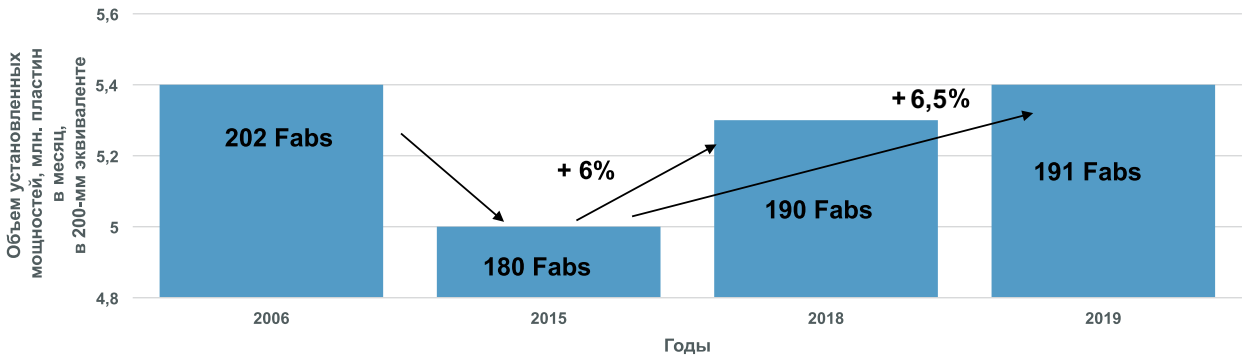


Рисунок 1. К 2019 г. мощности по обработке 200-мм пластин могут приблизиться к предыдущему пику 2006 года. Несколько новых 200-мм заводов, как ожидается, будут открыты в КНР

стиций в развитие производственных мощностей КНР (как за счет внутренних источников, включая государственные, так и за счет внешних источников) будет продолжаться, что обусловлено политикой государства по развитию микроэлектроники за счет привлечения средств различного происхождения.

Представители SEMI и исследовательской корпорации Gartner считают, что производство ИС на 200-мм пластинах оживает и объем установленных мощностей в 2019 г. приблизится к пиковому значению 2006 г., которое до сих пор не перекрыто (рис. 1).

Предполагается, что в течение нескольких следующих лет заводы по обработке пластин закрываться не будут, зато будут вводиться в строй новые производства. За исключением мощностей, предназначенных для производства СИД, установленные мощности 200-мм производств в 2018 г. будут способны обрабатывать до 5,3 млн пластин в месяц по сравнению с 5,6 млн в 2007 г. Рисунок 2 демонстрирует динамику развития числа заводов и их совокупной производительности за последние 15 лет, а также предлагает прогноз на 4 года вперед.

Одновременно будут строится и заводы по изготовлению СИД на 200-мм пластинах. Так, фирма Beijing Yangdong Micro откроет производство задающих устройств органических СИД во второй половине 2018 г.

За последние 10 лет японские фирмы закрыли 10 заводов по обработке 200-мм пластин (главным образом устаревших производств логических ИС), в то время как на оставшихся объектах, наоборот, расширялось производство мощных дискретных приборов и аналоговых ИС. В то же время КНР открывает несколько новых 200-мм производств, расширяются существующие заводы и в других странах мира. По данным SEMI, за период 2015–2018 гг. прирост мощностей по обработке стартовых пластин данного диа-

Рисунок 2. Число и мощность заводов по обработке 200-мм пластин за период 2000–2019 годов

метра составит 274 тыс. штук в месяц. Отмечается, что в период с 2010 г. в мире было открыто 19 новых 200-мм заводов, при этом 6 из них появились в КНР.

Однако на пути развития 200-мм производств стоит препятствие – доступность соответствующего оборудования, как нового, так и бывшего в употреблении. Если дефицит б/у оборудования будет продолжаться, то, возможно, основные производители начнут выпускать новое.

Новые рынки и спрос также способствуют наращиванию 200-мм производств. Фактором роста стала революция смартфонов, предъявляющих растущий спрос на MEMS-датчики, аналоговые и мощные ИС. К другим факторам роста относятся IoT, новые медицинские приборы, гибкая и носимая электроника, ИС и полупроводниковые приборы, которые не требуют новейших топологических норм, реализуемых на 300-мм пластинах, и вполне удовлетворяются зрелыми топологиями 200-мм пластин.

Унаследованные приборы[7], изготовляемые на 200-мм пластинах, также могут стать факторами роста за счет растущей доступности возможности объединять в модуль несколько кристаллов ИС, изготовленных по различным технологиям с использованием методики корпусирования соразмерно кристаллу ИС с разветвлением (FO CSP). Уже выпускаются модули, содержащие современные процессоры и унаследованные ИС, но в малых объемах. Сейчас около 30% ИС для смартфонов изготавливаются по технологии CSP на уровне пластины, так что время FO CSP впереди [2].

СТРОИТЕЛЬСТВО ЗАВОДОВ В КНР НА ПОДЪЕМЕ

В КНР расширяется строительство заводов по обработке пластин (таблица 3), движимое как реальным, так и прогнозируемым спросом на IoT-приборы, а также усилиями правительства по развитию внутреннего производства ИС [3].

Однако существуют и трудности. В то время как SMIC (обладающая как 200-мм, так и 300-мм производствами) демонстрирует устойчивый ежегодный рост, пять китайских кремниевых заводов второго уровня – Shanghai Huahong Grace, CSMC, HuaLi, XMC и ASMC – показали падение доходов по сравнению с 2015 г. В целом, на расположенные в КНР кремниевые заводы приходится только 7,8% общего рынка за прошедший год, а общие темпы развития ниже ожиданий правительства. Проблема в том, что китайские кремниевые заводы для получения прибыли на конкурентном рынке полагаются на унаследованную продукцию. Но если объемы отгрузок в натуральном выражении устойчиво растут, ценовое давление по многим типам ИС, изготовленных на 200-мм пластинах, усиливается, что ведет к сокращению прибыли. Так, недавно цена на ИС для датчиков отпечатков пальцев упала на 30%.

GlobalFoundries, UMC и TSMC совместно с местными властями и фирмами приступили к активному строительству полупроводниковых производств в КНР.

Кроме того, SMIC, крупнейший китайский кремниевый завод, создает новейшие мощности и осваивает современные технологии с целью увеличения собственной доли рынка.

В 1970-х в КНР было несколько государственных изготовителей ИС, но они далеко отставали от Запада в плане технологий микроэлектроники. Для преодоления разрыва КНР, начиная с 1980-х, приступила к реализации ряда инициатив по модернизации отрасли. Запущенная в 2014 г. программа «Рекомендации по развитию национальной полупроводниковой промышленности» стала последней из них. Она предусматривает ускорение работ по большому числу направлений, таких как 14-нм FinFET[8] технология, методики современного корпусирования, MEMS, схемы памяти и различные процессоры, связанные с IoT.

Таблица 3

Все проекты по сооружению заводов/линий (запланированные и реализуемые) в КНР

Новые заводы	В процессе строительства	Планируется
	Китайские фирмы	
SMIC B2, Пекин, 300 мм	Powerchip-Hefei Construction, СП, 300 мм	BOE, завод по изготовлению ИС ЗУ, местоположение устанавливается
SMIC Шеньчжень, 200 мм	Silex Microsystems (GAE), 200 мм, Пекин	
	XMC, 300 мм, 3D флэш-память NAND типа, Хубэй	
	Не китайские фирмы	
	Globalfoundries, 300 мм, Чунцин	TSMC, Нанкин, 300 мм
	Intel, Далянь, 3D флэш-память NAND типа/XPoint	
	UMC12X, 300 мм, Сямынь	

Для достижения этих целей правительство КНР сформировало «Большой Фонд». Его многомиллиардные средства (в долларовом выражении) будут инвестироваться как в развитие внутренних фирм, так и в приобретение иностранных производителей ИС с целью получения быстрого доступа к современным технологиям.

В рамках данной стратегии власти КНР продолжают привлекать изготовителей ИС из разных стран мира на свою территорию. Соответственно, инвестиции зарубежных фирм в китайскую экономику растут, и на это есть свои причины. Во-первых, КНР является наиболее быстрорастущим регионом по изготовлению полупроводников, который в настоящее время занимает собой больше половины мирового производства ИС. Во-вторых, в стране развивается экосистема fabless-фирм, обладающих конкурентоспособностью на мировом рынке.

Тем временем китайское правительство использует несколько подходов по привлечению иностранных производителей ИС. Иногда успешно, иногда – нет. Например, Tsinghua Unigroup, государственный венчурный концерн, в прошлом году пытался купить американскую Micron Technology за 23 млрд долл. Американские власти заблокировали сделку по соображениям национальной безопасности.

В некоторых случаях китайским венчурным фирмам удается добиться успеха: уже приобретено несколько иностранных микроэлектронных фирм. Наиболее известный пример – приобретение в 2014 г. Jiangsu Changjiang Electronics Technology (JCET) сингапурской STATS ChipPAC, специализирующейся на корпусировании ИС. Хотя усилия китайцев по поглощению зарубежных фирм имеют неоднозначный результат, страна может надеяться на успех. Уже некоторое время несколько китайских муниципальных правительств предлагают привлекательные условия для привлечения многонациональных изготовителей ИС в КНР [3].

1. *Equipment spending up: 19 new fabs and lines to start construction. Solid State Technology. The Pulse, June 14, 2016* ***2.*** *David Lammers 200mm fabs reawakening. Solid State Technology. Wafer News, July 18, 2016* ***3.*** *Mark LaPedus. Fab Investment Increases In China. Semiconductor Engineering, June 2, 2016* ***4.*** *tsmc.com* ***5.*** *samsung.com* ***6.*** *skhynix.com* ***7.*** *intel.com* ***8.*** *globalfoundries.com* ***9.*** *smic.com* ***10.*** *http://www.anchorscience.com*

СТРОИТЕЛЬСТВО ЗАВОДОВ В ЯПОНИИ

Toshiba

В настоящее время три японские компании – Toshiba (NAND Flash), Sony (датчики изображения), Micron Memory Япония (DRAM) – производят масштабные инвестиции в строительство новых и модернизацию существующих производственных линий по обработке 300-мм пластин.

Toshiba расширяла свои линии по обработке 300-мм пластин 3D NAND в Йоккаити (префектура Миэ, Япония) в 2015 и 2016 годах, в том числе приступила ко второй фазе строительства Fab 2 и Fab 5 для производства флэш-памяти 3D NAND, а также планирует приступить к строительству FAB6.

Источник: electroiq.com

Чистая комната на новом заводе Fab2 (Toshiba)

Новый завод Fab 6 будет направлен на производство флэш-памяти 3D NAND типа. Ожидается, что строительство завода будет завершено к 2017 году. Объем производства, согласно прогнозам, опубликованным Toshiba, составит более 200 тыс. пластин в месяц. Согласно объявленным планам, в июле 2016 года Toshiba и Western Digital собираются инвестировать в общей сложности 1,5 триллиона йен в течение следующих трех лет в строительство новых и модернизацию существующих производственных линий, таких как Fab 2 и Fab 5.

Sony увеличивает производство 300-мм пластин

Sony также активно модернизирует свои производственные линии по выпуску 300-мм пластин для увеличения объема выпуска КМОП-датчиков изображения. Sony планирует не только расширять свои производственные мощности с существующими линиями, но и приобрести новые заводы других компаний. В частности, компания Sony приобрела завод Tsuruoka в префектуре Ямагата в 2014 году у Renesas Electronics Corporation, преобразовав его в Yamagata Technology Center (TEC). Теперь он принадлежит Sony Semiconductor Manufacturing Corporation, которая является дочерней компанией Sony Corporation, специализирующейся на производстве полупроводников. В 2015 году Sony приобрела 300-мм линию завода Toshiba в Оито (Япония) для производства КМОП-датчиков изображения.

Также Sony в 2016 году планирует инвестировать 70 млрд йен в увеличение объемов выпуска датчиков изображения. По данным I квартала 2016 года объем выпуска составил 70 тыс. пластин в месяц.

Micron и TowerJazz

Корпорации Micron Technology принадлежит завод по выпуску 300-мм пластин в Хиросиме (Micron Memory Japan Fab 15), который создает микросхемы памяти DRAM по технологии 12 нм. В модернизацию производства было инвестировано 750 млн долларов в 2015 году и 500 млн долларов в 2016 году.

Panasonic TowerJazz Semiconductor, совместное предприятие Panasonic и TowerJazz, обладает заводом по выпуску 300-мм пластин в Уодзу (префектура Тояма, Япония). В 2015 году компания выделила 10 млн долларов для повышения производительности завода и планирует инвестировать такую же сумму в 2016 году.

Анализ состояния рынка смартфонов

Ключевые слова: рынок смартфонов, объем продаж, рейтинг поставщиков, тенденции развития.

В настоящее время существует тенденция изменения подходов к созданию конечных систем – от ориентации на присутствующие на рынке ИС[9] к ориентации на платформы, в том числе платформы разработки. Это касается всех типов конечных систем, включая смартфоны. Данная тенденция начала складываться в начале 2000-х годов и к 2016 г. получила логическое завершение. По мере роста сложности как электронной компонентной базы, так и конечных электронных систем, повышения уровня интеграции, увеличения значения и сложности встраиваемого ПО изготовители конечных систем столкнулись с рядом проблем.

Ориентация при создании конечных электронных систем на имеющиеся в наличии электронные компоненты не позволяла полностью удовлетворить требования конечных потребителей таких систем. Кроме того, общесистемные эксплуатационные характеристики всегда имели уязвимое место – при интеграции в систему электронных компонентов различных изготовителей параметры наиболее производительных компонентов не использовались полностью – они «отсекались» возможностями наименее производительных компонентов.

Поэтому в рамках архитектур систем назрела необходимость создания платформ разработки – т.е. совокупного набора взвешенных требований ко всем используемым компонентам. На их основе создавались платформы семейств конечной продукции. Это позволило отказаться от поиска нужных компонентов и заставить изготовителей электронной компонентной базы выпускать продукцию не по их усмотрению, а в соответствии с требованиями архитектур конечных систем. Таким образом, обеспечивается стандартизированная возможность «бесшовной» (без потерь по параметрам) интеграции ЭКБ различных поставщиков. За счет этого существенно упростился процесс создания новых конечных систем, сократились сроки их вывода на рынок. Соответственно, снизились издержки системных интеграторов и расширился диапазон конкурентоспособности.

При этом наблюдается быстрая сменяемость перспективных платформ конечных пользовательских электронных систем в зависимости от прогресса в области полупроводниковых приборов, прикладного обеспечения, архитектур приборных структур и конечных электронных систем. В последние годы наблюдается быстрое развитие рынка смартфонов, прикладные процессоры которых уже около трех лет не уступают по производительности прикладным процессорам планшетных ПК и даже процессорам ноутбуков младших моделей. Из-за этого темпы роста вычислительной техники замедляются, вплоть до падения продаж. По отгрузкам в натуральном выражении смартфоны уже 3–4 года назад превысили отгрузки настольных ПК, ноутбуков и планшетных ПК вместе взятых.

СТАТИСТИКА ПРОДАЖ СМАРТФОНОВ

По данным корпорации IC Insights, мировые продажи смартфонов в 2016 г. увеличатся на 5% и достигнут 1,5 млрд шт. (таблица 1). При этом рост продаж китайских производителей в целом составит 14%. Как правило, у китайских изготовителей рост продаж в натуральном выражении превышает 30% (по сравнению с 2015 г., за исключением таких фирм как Xiaomi, ZTE, Lenovo и TCL). В целом 8 фирм из 12 ведущих поставщиков смартфонов – это китайские фирмы. Уменьшение продаж у четырех из них связано с сокращением спроса на наиболее дорогие модели смартфонов, воспроизводящие аппараты корпорации Apple. Надо отметить, что самым большим изменением на рынке стало появление менее известных китайских марок OPPO и Vivo, которые попали в первую пятерку мировых производителей смартфонов и потеснили таких игроков, как Lenovo и Xiaomi. Таким образом в данном рейтинге оказалось сразу три китайских бренда – Huawei, Oppo и Xiaomi – которые заняли 16% мирового рынка.

В рейтинг 12 крупнейших изготовителей смартфонов впервые вошла индийская фирма Micromax. Покинули рейтинг 12 ведущих изготовителей смартфонов в I кв. 2016 г. компании Sony (Япония), Microsoft (США) и Coolpad (КНР) [1].

Исследовательская корпорация Gartner также подтверждает оценку продаж смартфонов в 2016 г. на уровне 1,5 млрд шт. При этом специалисты фирмы отмечают снижение темпов роста отгрузок смартфонов в натуральном выражении с 14,4% в 2015 г. до 7% в 2016 г. По их прогнозам, в 2020 г. объем отгрузок смартфонов достигнет 1,9 млрд шт.

Согласно данным анализа Gartner, одним из наиболее привлекательных рынков сбыта смартфонов является Индия. Продажи мобильных телефонов в 2015 г. составили 167 млн шт. или 61% общих продаж мобильных телефонов. Смартфоны, еще дороги для индийских потребителей, но по мере снижения средних продажных цен (СПЦ) возможно увеличение продаж младших моделей смартфонов до 139 млн шт. в 2016 г, что на 29,5% выше показателей 2015 г. СПЦ на мобильные телефоны в целом в Индии составляет менее 70 долл., а на смартфоны – около 120 долл.

После роста продаж смартфонов в КНР в 2014 г. на 16% в 2015 г. наблюдалось резкое сокращение темпов роста продаж – рынок смартфонов КНР оказался достаточно насыщенным, и в течение ближайших 5 лет существенного роста продаж не ожидается. По состоянию на 2015 г. продажи смартфонов в КНР составили 95% общего сбыта мобильных телефонов. По мере снижения СПЦ смартфоны могут занять весь китайский рынок мобильных телефонов.

Кроме того, специалисты Gartner отмечают, что к 2018 г. как минимум один из пяти ведущих поставщиков смартфонов в КНР будет представлен нетрадиционным изготовителем – интернет-компании вкладывают все больше средств в разработку аппаратного обеспечения, платформ и дистрибьюцию. В результате расширяется база их возможностей.

Вместе с тем Gartner отмечает ряд обстоятельств, влияющих на дальнейшее развитие рынка смартфонов. К ним, в частности, относится удлинение цикла использования смартфонов, особенности развития рынков в Индии и КНР.

По мере того, как насыщенность рынка (число единиц аппаратуры на 100 условных пользователей) смартфонов в Северной Америке, Западной Европе, Японии и наиболее развитых странах Азиатско-Тихоокеанского региона достигла порядка 90%, пользователи в данных регионах не спешат заменять или модернизировать свои смартфоны с темпами, наблюдавшимися в предыдущие

Таблица 1

Рейтинг основных поставщиков смартфонов

Место		Фирма (страна)	Отгрузки, млн шт.			Прогноз прироста в 2016/2015,%
I квартал 2016	2015		2015	I квартал 2016	2016 (прогноз)	
1	1	Samsung (Ю. Корея)	322,9	81,5	320,0	–1
2	2	Apple (США)	231,6	51,6	225,0	–3
3	3	Huawei (КНР)	104,8	28,9	135,0	29
4	8	OPPO (КНР)	50,0	16,1	77,0	54
5	5	Xiaomi (КНР)	70,7	14,8	75,0	6
6	10	Vivo (КНР)	40,5	14,3	60,0	48
7	6	LG (Южная Корея)	59,7	13,5	57,0	–5
8	7	ZTE (КНР)	56,2	11,7	56,0	0
9	4	Lenovo (КНР)	74,0	10,9	55,0	–26
10	9	TCL (КНР)	44,5	8,9	44,0	–1
11	14	Meizu (КНР)	20,2	5,5	26,0	29
12	17	Micromax (Индия)	14,4	5,0	25,0	74
Прочие			340,5	77,3	345,0	1
Всего			1430,0	340,0	1500,0	5

годы. Цикл службы смартфонов премиум-класса вырос до 2,5 лет. Это вызвано тем, что поставщики услуг средств связи (CSP) прекратили субсидирование приобретения новых смартфонов каждые два года, что привело к изменению циклов обновления аппаратных средств. С другой стороны, CSP ввели практику финансирования программ и производителей (наподобие Apple), которые предусматривают обновление оборудования только через 12 месяцев после первоначальной продажи.

На развивающихся рынках срок службы телефонов премиум-класса составляет от 2,2 до 2,5 лет, а базовых моделей смартфонов – от 3 лет и более. Отмечается, что в 2015 г. в регионе субсахарской Африки[10] продажи смартфонов впервые превысили продажи обычных мобильных телефонов с расширенными функциями (feature phones). Данный регион становится привлекательным для поставщиков смартфонов, осуществляющих первую продажу потребителю.

Что касается развития рынка смартфонов с точки зрения мобильных операционных систем, то Gartner утверждает, что за прошедший год доля ОС Windows

Таблица 2

Структура мировых отгрузок смартфонов по операционным системам

Операционная система	III квартал 2015 г.		III квартал 2014 г.	
	Продажи, млн шт.	Доля рынка,%	Продажи, млн шт.	Доля рынка,%
Android	298,797	84,7	254,354	83,3
iOS	46,062	13,1	38,187	12,5
Windows	5,874	1,7	9,033	3,0
BlackBerry	0,977	0,3	2,420	0,8
Прочие	1,134	0,3	1,310	0,4
Всего	352,844	100,0	305,384	100,0

ЛИДЕРЫ РЫНКА

В центре внимания: Samsung

Место в рейтинге мировых производителей смартфонов: #1.
Общие доходы за 2015 г.: 166,5 млрд долларов (выручка), 20,8 млрд долларов – смартфоны.
Штаб-квартира: Сеул, Южная Корея.
Основная продукция: высокотехнологичные компоненты, телекоммуникационное оборудование, бытовая техника, аудио- и видеоустройства.

Samsung продолжает оставаться лидером на мировом рынке смартфонов, несмотря на незначительное сокращение отгрузок. В начале 2016 г. началась активная продажа новых моделей Galaxy S7 и S7, чему способствовали активные маркетинговые компании различных операторов связи. В модели S7 снова появился водонепроницаемый слот под карту microSD, что повысило привлекательность данного товара. Для рынков развивающихся стран Samsung предложил более доступные по цене смартфоны J-серии, рассчитанные на покупателей бюджетных вариантов и покупающих впервые.

Ключевые факторы успеха

Полупроводниковое подразделение корпорации Samsung Group, Samsung Semiconductor (зарегистрированный товарный знак Samsung Electronics), тесно встроено в структуру материнской корпорации и большая часть выпускаемых ИС используется в конечных электронных системах, выпускаемых другими подразделениями. По объему капиталовложений в новые производственные мощности и оборудование Samsung Semiconductor уже с 2013 г. опережает ведущих изготовителей, включая TSMC и Intel, что создает возможности сокращения отрыва от Intel по производству ИС и выходу на первое место. При этом инвестиции идут прежде всего в разработку новых технологических процессов. Серьезные инвестиции осуществляются в НИОКР. Новейшее серийное производство осуществляется по 14-нм топологиям, в разработке 10/9-нм технологические процессы. Кроме того, в рамках Samsung Semiconductor действует автономное подразделение Samsung Foundry, оказывающее в основном услуги кремниевого завода и выпускающее 14-нм прикладные процессоры и схемы памяти для Apple (производство 28-нм процессов удалось перехватить TSMC, но у нее почти нет 16/14-нм мощностей) и других производителей. Samsung Semiconductor выпускает в основном передовые схемы памяти (ДОЗУ, флэш), а также микропроцессоры, микроконтроллеры, формирователи сигналов изображения, MEMS и т.д., и все это используется в конечной продукции Samsung Group, а также продается на рынке.

Samsung Semiconductor тесно сотрудничает с Samsung Digital Media, производящей, в том числе смартфоны. Они занимаются совместной разработкой платформ фирменных смартфонов и платформ разработки, что позволяет максимально подогнать под требования смартфонов параметры новых полупроводниковых приборов, а также сократить время их вывода на рынок.

Таким образом, ключевыми факторами успеха Samsung является тесная внутрикорпоративная кооперация и сотрудничество, непрерывные крупные инвестиции в новейшие производственные мощности и процессы, перспективные НИОКР. Также к факторам успеха надо отнести активную маркетинговую политику и взаимодействие с потребителями.

Phone упала с 3% в III кв. 2014 г. до 1,7% в III кв. 2015 г. (таблица 2).

Корпорация Microsoft ранее заявила о том, что за III кв. 2015 г. продала 5,8 млн смартфонов Lumia. Другие компании продали всего около 70 тысяч смартфонов на ОС Windows Phone. Таким образом, несмотря на усиленное продвижение на рынок ОС Windows 10, доля рынка Windows Phone будет продолжать оставаться низкой. Потребителей больше привлекают конкурирующие ОС. Смартфоны же Microsoft чаще всего будут использоваться бизнес-клиентами. [2].

ЛИДЕРЫ ПО ТЕМПАМ РОСТА

В центре внимания: OPPO

Место в рейтинге мировых производителей смартфонов: #4.
Штаб-квартира: Дунгуань, провинция Гуандун, КНР.
Основная продукция: специализируется на производстве потребительской техники, включая высококлассные Blu-Ray плееры, наушники и усилители для наушников.

Основана в 2004 году. Первая продукция сошла с конвейера в 2005 году и представляла собой MP3-плееры и hi-end DVD-проигрыватели. В 2008 г. OPPO вышла в сегмент портативной электроники и запустила собственное производство мобильных телефонов, были представлены первые future-фоны с акцентом на музыкальную составляющую. Этот момент определил будущее продуктов OPPO. В начале 2011 г. появился первый смартфон компании, а уже к концу года линейка OPPO включала в себя смартфоны трех серий: бюджетные модели Real, аппараты среднего класса для женской аудитории Youlike и топовые устройства серии Find. В 2012 году OPPO выпустила флагманский смартфон Finder X907 с толщиной корпуса 6,65 мм. До января 2013 года Finder X907 был самым тонким смартфоном под управлением Android в мире. В начале 2013 года OPPO начала массированную международную экспансию в России, США, Вьетнаме и Индонезии. В настоящий момент основная часть смартфонов продается в КНР, а на экспорт идет 20% выпускаемых моделей. Стратегическая цель – развитие за счет наращивания экспорта.

Ключевые факторы успеха

Компания OPPO является дочерней компанией одного из крупнейших китайских производителей бытовой электроники BBK Electronics, что соответственно предоставляет ей доступ к результатам интеллектуальной деятельности наработанным за два десятилетия присутствия концерна на рынке, а также доступ к значительным финансовым ресурсам. Стратегическое сотрудничество с ведущими изготовителями прикладных процессоров для мобильных приборов – корпорациями Qualcomm (США) и MediaTek (КНР). Широкую известность по всему миру компания Oppo получила, представив рынку смартфон Oppo Find 5. Выйдя на рынок, смартфон буквально удивил европейский рынок: разрешение Full HD, 4-ядерный процессор и достаточно низкая цена для смартфона такого порядка.

В центре внимания: Vivo

Место в рейтинге мировых производителей смартфонов: #6.
Штаб-квартира: Дунгуань, провинция Гуандун, КНР.
Основная продукция: смартфоны, принадлежности для смартфонов, ПО и онлайн услуги.

Бренд Vivo был создан компанией BBK electronics в 2009 году в дополнение к ранее созданной компании – OPPO, также специализирующейся на производстве смартфонов. Достоверно утверждать по какой причине головной компанией было создано два столь похожих по смыслу и задачам бренда довольно сложно, с учетом того что компании расположены в одном и том же городе Китая – Дунгуань, буквально «через дорогу». В 2011 году был выпущен первый смартфон компании – Vivo X1, который обозначил ориентацию компании на сегмент смартфонов, целевой аудиторией которых стали любители музыки (благодаря использованию чипов Hi-Fi в своих смартфонах). В 2014 году компанией был представлен смартфон Vivo Xplay 3S с разрешением экрана почти вдвое превышающим Full HD (привычное до того момента разрешение топовых смартфонов на рынке). Компания сконцентрирована преимущественно на домашнем и рынках Юго-восточной Азии. Массовый выход на внешние рынки компания начала осуществлять только в 2014 году. «Флагманской» продукцией являются смартфоны семейства X5Pro стоимостью около 400 долл.

Ключевые факторы успеха

Как и компания OPPO, Vivo является дочерним брендом BBK electronics и на начальном этапе своего развития имела доступ к обширной базе научных достижений головной компании и финансовым ресурсам. При этом в компании значительное внимание уделяется собственной исследовательской деятельности, поэтому Vivo создала ряд научно-исследовательских центров, в частности в 2011 г. была основана аудио лаборатория в городе Шеньчжень. Широко используется ПО собственной разработки (Vivo App Store, iManager и операционная система Funtouch OS на основе Android).

Компания использует агрессивный маркетинг – в 2014 году был заключен контракт с MTV на официальную поддержку китайских исполнителей, принимающих участие в конкурсе MTV EMA Awards. В 2015 году было заключено соглашение о партнерстве со студиями 20th Century Fox и Paramount Pictures, предусматривающее продвижение новых моделей мобильных устройств Vivo в рамках контекстной рекламы, Vivo в свою очередь принимала участие в продвижении ключевых новинок студий, таких как «Марсианин» и «Миссия невыполнима: Племя изгоев» используя предзагруженные в память телефонов трейлеры. В том же году компания стала генеральным спонсором Индийской премьер лиги по крикету.

Ключевым направлением экспансии для компании был выбран самый быстрорастущий на текущий момент рынок смартфонов – индийский.

VIVO является производителем устройств нижнего ценового сегмента, что позволило ей войти в топ – 5-крупнейших поставщиков смартфонов по данным первого квартала 2016 года.

1. *China-based smartphone suppliers held 8 of Top 12 spots in first quarter ranking. Solid State Technology. The Pulse, June 10, 2016* ***2.*** *Gartner says worldwide smartphone sales to slow in 2016. Solid State Technology. The Pulse, June 14, 2016* ***3.*** *Информация о компании Samsung [Электронный ресурс]. URL: http://www.samsung.com/* ***4.*** *Информация о компании Micromax [Электронный ресурс]. URL: http://micromaxinfo.com/* ***5.*** *Информация о компании VIVO [Электронный ресурс]. URL: http://www.vivoglobal.com/*
6. *Информация о компании OPPO [Электронный ресурс]. URL: http://www.oppo.com/en/index.html*

В центре внимания: Micromax

Место в рейтинге мировых производителей смартфонов: #12.
Штаб-квартира: Гургаон, штат Харьяна, Индия.
Чистая прибыль в 2015 г.: 3,1 млрд долл.
Основная продукция: мобильные телефоны, смартфоны, планшетные компьютеры, светодиоды, телевизоры.

Хотя большинство смартфонов Micromax работают на Android, компания также продает смартфоны, работающие под управлением Microsoft Windows Phone 8.1. В 2014 году Micromax выпустила смартфон Canvas A1 (Android One), в середине 2015 г. был выпущен Micromax Canvas Silver 5, по утверждению фирмы самый тонкий телефон в мире (на тот момент). Основная специализация – дешевые смартфоны.

Ключевые факторы успеха

Агрессивный маркетинг с акцентом на низкие цены, обеспечивающий конкуренцию с другими брендами, очень длительная работа телефонов без подзарядки, QWERTY клавиатура, универсальный пульт дистанционного управления мобильными телефонами и первый четырех ядерный бюджетный смартфон. На сегодняшний день портфель продукции бренда включает в себя более 60 моделей. Смартфоны Micromax отличаются качественной сборкой из надежных комплектующих и доступной ценой.

Организация производственного процесса на фабрике OPPO

Ключевые слова: производственный процесс, OPPO, производство смартфонов, организация рабочих мест, автоматизация, ручной труд, Китай.

Вопреки распространенному мнению о высокой автоматизации производственных процессов на со временных сборочных микроэлектронных производствах, фабрика компании OPPO (Китай, г. Донгуань) демонстрирует обратный пример (впрочем, как и подавляющее большинство аналогичных китайских производств).

Большинство производственных процессов на предприятии выполняется вручную, а автоматизированы в основном те процессы, которые связаны с производством ЭКБ (OPPO производит часть позиций по микроэлектронике для своих конечных изделий и может считаться производством полного цикла), а также с контролем качества выпускаемого оборудования. Однако доля ручного труда в каждом произведенном гаджете остается максимальной. В связи с этим большое внимание уделяется организации как производственного процесса, так и процесса подбора персонала.

В последнее десятилетие в китайской экономике произошел значительный структурный сдвиг в сторону развития сферы услуг, которая все больше привлекает молодых людей. В свою очередь производственные предприятия также

Источник: www.oppo.com

Производственный процесс на заводе компании OPPO

стали уделять больше внимания улучшению производственных и бытовых условий своих сотрудников. Рабочий день теперь ограничен 10,5 часами (вместо 12 часов десятилетием ранее), а рабочие и члены их семей обеспечены общежитием в непосредственной пешей доступности от производства. Компанией организованы специальные места для досуга рабочих: спортивные площадки, компьютерные классы, библиотека. Зарплата рабочего составляет около 200–300 долларов США в месяц, что с учетом проживания за счет завода, отсутствия необходимости платить за проезд и питанием в заводской столовой представляет для Китая довольно высокий уровень заработка. Текущее социальное положение работников завода существенно отличается от положения дел в начале 2000-х годов. Сформировавшиеся на текущий момент условия труда способны привлечь новых работников на производство, даже в условиях конкуренции с непроизводственными сферами деятельности. Однако для привлечения новых сотрудников OPPO все же пришлось организовать работу специальных рекрутеров, в чьи задачи входит поиск молодых сотрудников в сельской местности Китая.

Производственная деятельность компании основана на японском опыте организации конвейерного производства. В отличие от конвейерных производств, где рабочие места находятся на прямой линии, на производстве OPPO они расположены в форме буквы «П», что позволило повысить выработку на 3–5% и сэкономить производственные площади. Еще одной особенностью организации производства на заводе OPPO является то, что рабочие трудятся стоя, а не сидя (в отличие от западных стран). За счет этого достигается более высокая концентрация внимания у рабочих, но в то же время происходит уменьшение продолжительности рабочего дня.

Когда необходимо с выгодной стороны представить производственную деятельность электронного производства, обычно в качестве иллюстрации показывают SMT-линию, где собираются платы для телефонов, а все отдельные функции в этом процессе выполняются автоматически (у компании OPPO насчитывается 5 подобных линий). Однако, как и прежде, всю основную работу на заводе компании OPPO и других аналогичных производствах выполняют люди. И пока рано говорить о полной замене человеческих рук на роботов (хотя есть и обратные примеры: например, автоматизация рабочего процесса на фабрике Foxconn, что привело к увольнению около 60 тыс. рабочих). Человеческий труд в Китае по-прежнему остается более дешевым из-за следующих факторов: продолжительный рабочий день, небольшая зарплата и практически полное отсутствие социального обеспечения сотрудника после выхода на пенсию. И спровоцировать существенные изменения в организации рабочего процесса на китайских производствах способны лишь существенные изменения в экономике страны и в общественном укладе, направленные на повышение ценности человеческого труда.

Ультрагибкая медицинская электроника

Медицинские приборы и приборы мониторинга состояния здоровья предоставляют критически важную информацию для улучшения качества жизни, а также ее продления. На прошедшем в начале августа форуме по гибкой электронике (Flexible Electronics Forum) в рамках выставки-конференции SEMICON West 2016 большое внимание было уделено удобству и комфортности для потребителей, использующих датчики и схемы обработки сигналов, из которых состоят медицинские системы, располагающиеся на теле человека (в том числе «сетям на теле»).

Ключевые слова: медицинская электроника, медицинские приборы, гибкая электроника, ультратонкий кремний, носимые датчики, печатная электроника, вживляемые биодатчики.

ГИБКИЙ УЛЬТРАТОНКИЙ КРЕМНИЙ

Первые тонкопленочные гибкие схемы были изготовлены на основе печатных плат, но они оказались неприемлемо большими по своим размерам и обладающими медленным действием по сравнению с кремниевыми ИС, на кристалле которых размещается от десятков до сотен тысяч транзисторов. В то же время последние оказались более эффективными также за счет того, что они изготавливаются по традиционным технологиям обработки кремниевых пластин, которые могут быть без возникновения повреждений последовательно утонены до 50 мкм.

Представители American Semiconductor представили свой подход, позволяющий улучшить применение полимерных подложек толщиной менее 1 микрона благодаря тонким кремниевым подложкам, более удобными для обработки и последующей сборки приборов. Пластины, обработанные по технологии «кремний-на-изоляторе» (КНИ или SOI), были временно скреплены с передней стороны с промежуточной пластиной, что позволило произвести их утонение с задней поверхности до слоя заглубленного оксида кремния. Затем при помощи химических процессов происходило его удаление, при этом на заднюю сторону изделия наносился специализированный полимер, который в дальнейшем, при резке на кристаллы и последующей сборке ИС, обеспечивал ему физическую стойкость.

За последние несколько лет фирма проводила НИОКР и мелкосерийное производство опытной продукции для избранных партнеров, включая научно-исследовательские лаборатории, однако со второй половины 2015 года после приобретения новых производственных мощностей у корпорации Micron в г. Бойсе (штат Айдахо) American Semiconductor начала серийное производство приборов “FleX-OPA” (операционные усилители). Первоначальный

этап работ поддерживался научно-исследовательской лабораторией ВВС США (Air Force Research Laboratory, AFRL), но в последний год компания ощутила нарастающий спрос на образцы своей продукции со стороны гражданских фирм, ориентированных на изготовление медицинских приборов.

ПЕЧАТНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Представители научно-исследовательского центра корпорации Xerox в Пало-Альто (Palo Alto Research Center, PARC) занялись созданием печатных гибридных матриц для мониторинга здоровья. Данные устройства коренным образом отличаются от датчиков, предназначенных для иных областей применения, и реализованы по тонкопленочной технологии, позволяющей создавать широкий ассортимент гибких приемопередатчиков и ИС для медицинских целей, таких как:

- фиксирование состава выдыхаемых человеком газов, что позволяет осуществлять раннюю диагностику широкого спектра заболеваний (от гриппа до онкологии);
- оптическое распознавание и мониторинг сигналов человеческого тела, таких как содержание кислорода в крови и т.п.;
- электрохимическое распознавание (обнаружение специфических ферментов);
- дистанционное определение давления/ускорения при падении (экстремальные физические условия, такие как сотрясения головного мозга и т.п.).

PARC создал печатные системы в рамках разработки НИОКР, включая различные функциональные дозирующие головки для струйного/аэрозольного распределения лекарственных средств, а также определения широкого круга биологических жидкостей. В системах PARC также включены возможности ультразвукового лечения. Пространственное разрешение технологии PARC составляет 50–100 мкм по специфическим целевым применениям.

PARC работал над ранними системами мониторинга сотрясения головного мозга, способными хранить собранную информацию. Использовался печатный поливинилиденфторид (PVDF), на основе которого изготавливались акселерометры и датчики давления, а также сегнетоэлектрические аналоговые схемы памяти. Для изготовления цифровой логики используются различные материалы формирования тонкопленочных транзисторов. При формировании комплементарной цифровой логики для изготовления контактов тонкопленочных транзисторов n-типа и p-типа используются различные металлы, однако PARC ввел дополнительный слой, который может применяться по одному и тому же металлу для обоих типов контактов.

Прототип газового датчика может обнаруживать 100-1000 частиц оксида углерода на миллион благодаря использованию нагрузочного напряжения на основе углеродных нанотрубок. Также для усиления мощности PARC напечатал 4-каскадный инвертор на комплементарных транзисторах, используя семь различных материалов.

ИНТЕГРАЦИЯ ЖЕСТКИХ И ГИБКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Корпорация GE Global Research представила доклад о производстве носимых датчиков мониторинга состояния человеческого здоровья, предназначенных для измерения кровяного давления по отпечатку пальца. Предполагается, что следующее поколение гибких приборов будет предоставлять медикам более исчерпывающую информацию относительно состояния

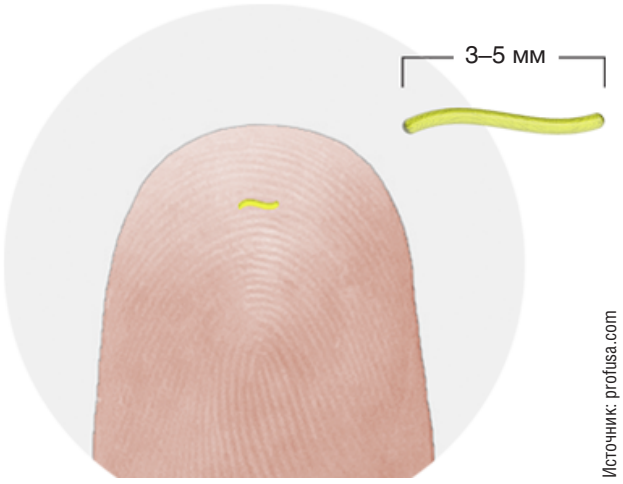
пациента. Таким образом, дело идет к формированию персонализированной медицины. При этом предстоит решить проблему коммерческой доступности: цена однократно используемых приборов не должна превышать 10 долл., что должно способствовать их широкому распространению. Это требование обусловлено тем, что только в США ежегодные ассигнования на обслуживание около 50 млн пациентов превышают 880 млрд долл. [1].

ВЖИВЛЯЕМЫЕ БИОДАТЧИКИ ДЛЯ МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ США

В то же время в рамках развития гибкой медицинской электроники Управление перспективных исследований МО США (DARPA) по итогам конкурса выделило фирме Profusa (Сан-Франциско, шт. Калифорния) 7,5 млн долл. на разработку технологии интегрированных биодатчиков состояния тканей. Считается, что данная технология позволит улучшить мониторинг состояния здоровья военнослужащих в реальном масштабе времени.

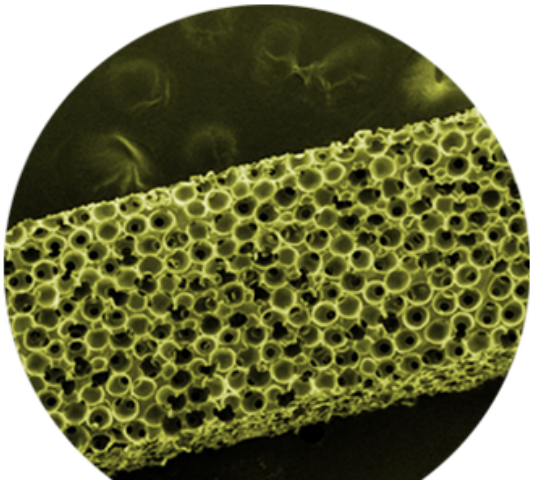
В состав интегрированных датчиков должны войти средства определения количества кислорода в крови, уровня сахара, лактозы, мочевины.

Специалисты Profusa утверждают, что их продукция будет превосходить зарубежные аналоги за счет полной интеграции биодатчиков в ткани человека. Сами датчики будут изготавливаться из «интеллектуального гидрогеля», подобного материалам, из которых изготавливаются контактные линзы. Размеры биодатчиков будут составлять 2–5 мм в длину и от 200 до 500 мкм в диаметре. Размещаться под кожу они будут специально разработанным впрыскивателем [2].



Источник: profusa.com

Рисунок 1. Биодатчик в виде интеллектуального гидрогеля, биологически совместимый с тканями организма, со сроком мониторинга здоровья до двух лет (Примечание: палец показан для сравнения размеров)



Источник: profusa.com

Рисунок 2. Интеллектуальный гидрогель, повторяющий объемную структуру клетки. Гель связан в флуоресцирующей молекулой, испускающей световой сигнал в присутствии одного или нескольких веществ: кислорода, глюкозы, лактозы или других биомаркеров.

1. *Ed Korczynski. Flexible medical device manufacturing developments. Solid State Technology. The Pulse, July 14, 2016* ***2.*** *Chris Newmarker. DARPA Invests $7.5 Million for Implantable Biosensor Tech, July 7, 2016*

Business France: опыт поддержки стартапов

Ключевые слова: стартап, стимулирование разработок, силиконовая долина, международный опыт, Франция, программа поддержки, предпринимательство, цифровая экономика, интернет вещей, медицинская техника, биотехнологии, бизнес-инкубатор.

В современных условиях одной из задач правительственных органов является стимулирование разработок в области высоких технологий. В данной статье будет рассмотрен пример Франции.

Стимулирование разработок в области высоких технологий позволяет вывести национальную экономику на современный уровень. Для этого используют ряд отработанных методик:

- создание научно-промышленных парков с соответствующими пакетами налоговых и иных стимулов (от Кремниевой долины в Калифорнии и научно-промышленного парка Синчу на северо-западе Тайваня до научно-промышленной зоны Пудонг близ Шанхая). В подобных случаях создается кластер научно-исследовательских учреждений различной формы собственности, опытных и серийных производств государственных/частных фирм и совместных предприятий, осуществляющих изготовление инновационной продукции;
- создание зон развития хай-тека на основе перспективных стартапов;
- проведение государственными уполномоченными структурами конкурсных программ, на основе которых перспективным фирмам и/или предпринимателям выдаются гранты на проведение инновационных разработок и в случае успеха дополнительные средства на их коммерциализацию.

В этом заключаются основные используемые подходы, хотя в различных странах могут также существовать и другие методы, в которых могут использоваться вышеперечисленные аспекты и/или добавляться некоторые национальные черты.

Многие города по всему миру, обладающие крупными технологическими кластерами, ведут активную борьбу за привлечение внимания крупных международных корпораций и научно-исследовательских организаций. Их цель – стать следующей «Кремниевой долиной».

В число подобных городов сейчас в первую очередь входят: Шэньчжэнь, Нью-Йорк, Гренобль, Дрезден, Дублин, Остин, Тулуза, Бангалор, Лондон и Мюнхен.

Все эти кластеры занимают примерно одинаковую позицию:

- высокий уровень образования;
- масса молодых «голодных» инженерных талантов;
- известные технические университеты и национальные научно-исследо-

вательские лаборатории (программы НИОКР), расположенные поблизости;
- наличие инфраструктуры широкополосных систем связи/передачи данных;
- существование сети крупных и малых фирм, поддерживающих данную экосистему.

Рассматриваемая страна в связи с развитием собственной цифровой экономики[11] активно превращается из «Прекрасной Франции» в «страну стартапов». Этот процесс выражается в создании современной базы предпринимательства за счет слияния усилий государственных и частных инвесторов, направленных на развитие сектора высоких технологий. Подобные стартапы получили известность в качестве бренда «Французские технологии» (La French Tech) и плотно опекаются одним из правительственных ведомств – «Деловой Францией» (Business France).

Одной из ведущих тенденций становится быстрый рост числа французских стартапов на различных международных выставках. Так, на зимней выставке потребительской электроники (Consumer Electronics Show в Лас-Вегасе, январь 2016 г.) было представлено 130 французских стартапов, при этом из всего числа представленных стартапов каждый третий оказался французским. Однако из-за того, что поездку в Лас-Вегас большинству французских стартапов оплатило правительство Франции, продемонстрированный «рай свободного рынка» может отражать реальность не совсем точно. Но капиталистическая чистота здесь не главное: совместимость намерений правительства и промышленности по стимулированию предпринимательства в сфере цифровой экономики является силой, с которой нужно считаться.

Руководство Франции поставило задачу по координации усилий для продвижения высокотехнологичных стартапов в национальном масштабе, включая такие направления, как «Интернет вещей» (IoT[6]), медицинская техника и биотехнологии.

Центры инновационных стартапов Франции

Тем не менее, несмотря на наступление кажущейся перенасыщенности Франции стартапами, на сегодня только считанные единицы из них достигли так называемого статуса «единорога», т.е. стартапа, оцениваемого более чем в 1 млрд долл.

Надо отметить, что подход Франции к стартапам отличается от опыта других стран, в частности тем, что особое внимание уделяется вплетению нового предпринимательского импульса в ткань старой традиционной экономики. По сути, его цель – создание «Новой промышленной Франции». Требуется крупная программа обучения, которая поможет старой экономике перейти на рельсы цифровой экономики.

Франция пока не обладает собственными Google или Facebook, но в каждом промышленном секторе ее экономики, от нефтехимии и сельского хозяйства до транспорта и авиакосмоса, присутствуют ключевые транснациональные корпорации.

При этом гораздо важнее, что Business France видит растущие возможности не только в содействии французским стартапам, но также и в привлечении высокотехнологичных предпринимателей из других стран мира. Это производится с целью обмена опытом со стороны различных предпринимателей, возможности их подключения к расположенным во Франции транснациональным корпорациям, а также содействия стартапам (как французским, так и иностранным) в деле скорейшего превращения в глобальных игроков.

Например, во Франции недавно начата реализация программы «Французский технологический билет» (French Tech Ticket). Она разработана для иностранных предпринимателей, желающих создать стартап в Париже, и предлагает победителям соответствующего конкурса стипендию (12,5 тыс. евро на каждого основателя), ускоренную процедуру получения вида на жительство, менторство[12], техническую поддержку и бесплатные офисные площади в центре Парижа, в одном из ведущих инкубаторов[13].

Из 1,4 тыс. заявок, поданных в декабре 2015 г. на конкурс French Tech Ticket, было выбрано 50 победителей, которые уже создали свои стартапы в Париже. Этот город сегодня являет собой впечатляющую сеть инкубаторов, мощностей для проектирования и производства, ориентированных на поддержку стартапов. Технологии, продукция и услуги французских стартапов используются в различных областях. Далее приводятся примеры технологий/продукции, разработанных стартапами (французскими и нефранцузскими), действующими на территории Франции.

QARNOT COMPUTING

Обогрев дома с использованием серверов как источников тепла.

Один из победителей конкурса несколько лет назад работал в банковской сфере на высокопроизводительных компьютерах, используемых для анализа рисков. Наблюдая за работой машин, перемалывающих большие объемы информации, он пришел к идее использования высокопроизводительных серверов в качестве источника обогрева офисов и жилых помещений. Созданный им стартап Qarnot спроектировал интеллектуальный подключаемый цифровой блок, объединяющий электронагреватель и высокопроизводительный сервер-вычислитель.

Новый интеллектуальный нагреватель, получивший название Q.rad, вырабатывает 500 Вт мягкого тепла от вычислительного источника в 600 GFlops[14]. Установка бесшумна (0 дБ), не обладает углеродным следом[15] и не требует расходов за отопление.

Начиная с 2014 г., с помощью систем Q.rad бесплатно отапливается несколько сотен домовладений. Q.rad спроектирован для обработки больших массивов

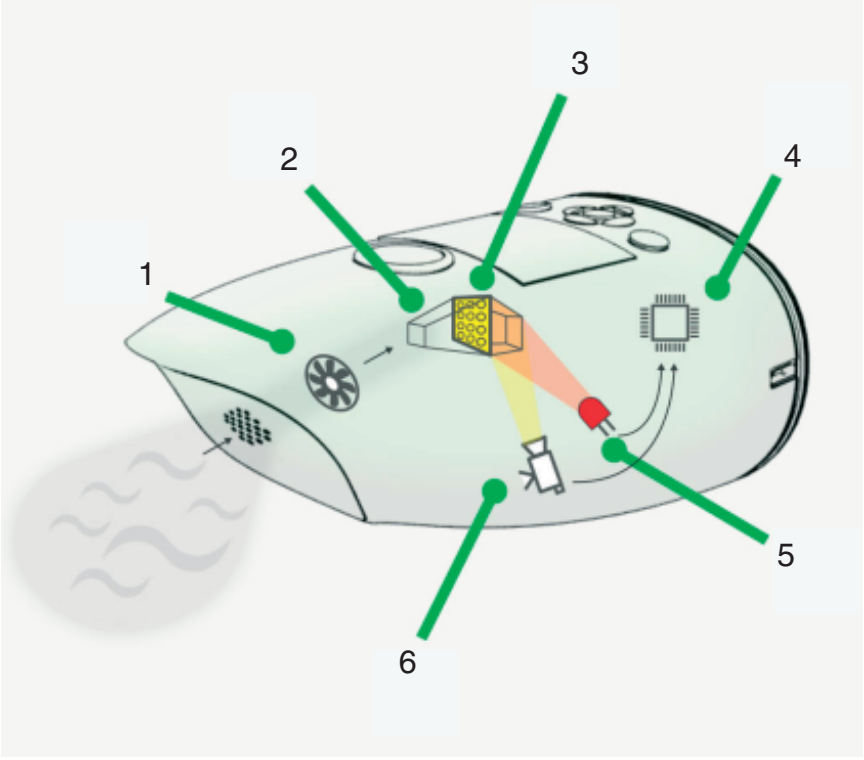
информации в интересах крупных банков, 3D-анимационных студий и научно-исследовательских лабораторий. Обработанные данные пересылаются через Интернет от Q.rad к потребителю данных. Старшие модели аппаратного обеспечения обработки данных Q.rad будут обновляться каждые 3–5 лет. Интенсивность отказов систем Q.rad значительно ниже, чем у любого стандартного сервера, так как в них отсутствуют движущиеся части. Фирма Qarnot также разработала систему Q.ware, предназначенную для перераспределения нагрузки в случае отказа Q.rad.

Специальный встроенный счетчик измеряет потребление электроэнергии при генерировании данной системой тепла в процессе производства вычислений, а соответствующие издержки автоматически компенсируются. Q.rad является подключенным к интернету цифровым обогревателем, что подразумевает возможность пользователя контролировать температуру либо при помощи встроенного термостата, либо через смартфон.

По данным Qarnot Computing, один цифровой нагреватель Q.rad может обогревать комнату площадью 14–28 м^2. Это вполне приемлемо для подключаемых платформ интеллектуальных зданий за счет встраиваемых датчиков и интерфейсов Q.rad.

ARYBALLE TECHNOLOGIES

Распознавание запахов является последней областью, которую предстоит освоить датчикам. В условиях нарастания террористической и наркотической угроз это более чем актуальная задача.



Источник: aryballe-technologies.com

Рисунок 1. Блок-схема работы электронного носа Aryballe: 1 – вентилятор привлекает молекулы, переносящие запахи; 2 – молекулы вводятся в камеру; 3 – молекулы взаимодействуют с химическими датчиками; 4 – СИД-лампа освещает призму; 5 – МОП-камера записывает преобразование оптического сигнала; 6 – результаты передаются в базу данных для анализа

Газовые датчики и другие промышленные «электронные нюхачи» уже заслужили хорошую репутацию и имеют неплохие перспективы развития. Однако представители фирмы Aryballe Technology полагают, что сумели разработать инновационный электронный нос, чья сфера использования намного шире, чем у предшественников, причем в самых разных отраслях промышленности и не только.

Задача распознавания и количественного определения переносящих запахи молекул сложна. Для ее решения Aryballe Technologies объединяет различные технологии в целях непосредственного анализа и количественного определения летучих органических соединений (VOCs), определяющих запахи и вкусы. Принцип работы электронного носа Aryballe сочетает в себе биохимию обоняния и молекулярный датчик обнаружения на фотонной основе.

Aryballe разработала прибор визуализации газов на основе призмы поверхностного плазмонного резонанса (SPR). Когда биохимические молекулы проходят через камеру электронного носа, они связываются с различными одорантными соединениями. Нос напрямую подключен к базе данных, благодаря чему биодатчики получают возможность идентифицировать сотни различных запахов. По утверждению разработчиков, база данных будет со временем саморасширяться.

Принципиальная блок-схема работы электронного носа показана на рисунке 1.

Разработчики утверждают, что обладают запатентованным сочетанием химических рецепторов, осуществляющих совместную работу по идентификации «наиболее широкого, насколько возможно, спектра запахов».

Aryballe предлагает как портативные, так и стационарные версии своей продукции. Она может быть использована для решения природоохранных задач, в пищевой промышленности при определении градаций «вкус-аромат», в потребительской электронике и здравоохранении. Aryballe также осуществляет совместные разработки с рядом фармацевтических компаний с целью создания медицинских приборов, предназначенных для пациентов, утративших чувство обоняния.

CHALLENGING SOLUTIONS

Платформа робототехнической мобильности на открытых исходниках[16].

Стартап Challenging Solutions был основан одним из бывших специалистов НАСА и профессором Калифорнийского университета (Сан-Франциско). Цель фирмы – создание «платформы робототехнической мобильности на открытых исходниках». Гибкая конструкция может позволить разработчикам создать приборы помощи «тяжелым» пациентам: например, людям с травмами спинного мозга. Разрабатываемые конструкции, по аналогу экзоскелетов, позволят пациентам не только сидеть или стоять, но даже танцевать.

Платформа создается как совместимая с различным аппаратным и программным обеспечением для того, чтобы как можно больший круг медицинского персонала, знакомого с аналогичными и предшествующими разработками, мог бы работать с ней. Первоначальная цель разработки – создание средства профилактики и реабилитации – в ходе работ была расширена. Разработки Challenging Solutions ориентированы в первую очередь на робототехнику. Для придания платформе наибольшей мобильности она реализована на открытых исходниках, что существенно расширяет возможности пользователей, в том числе в плане непосредственных связей через соответствующие интерфейсы.

Почему американцы создали свой стартап в Европе? Их цель – выход на европейский рынок до того, как в США

будут утрясены формальности относительно допуска на рынок нового медицинского прибора в соответствии с действующим законодательством.

AKOUSTIC ARTS

Рисунок 2. Схема действия ультразвуковой системы

Направленный динамик «только для тебя».

Стартап Akoustic Arts, базирующийся в Париже, выпустил серию направленных динамиков. Идея разработки в том, что по выделенному каналу пользователь получает аудиоконтент вне зависимости от числа окружающих людей и прочей обстановки. Созданный прибор является своего рода развитием электронных экскурсоводов, но в отличие от них обладает повышенной мобильностью, более обширной базой данных и возможностью подключения к интернету.

Динамик «А» создает направленный звуковой луч, который воспринимается только пользователем в определенной зоне: никто кроме пользователя не может получить данный сигнал, и таким образом обеспечивается полная защита переговоров (рис. 2).

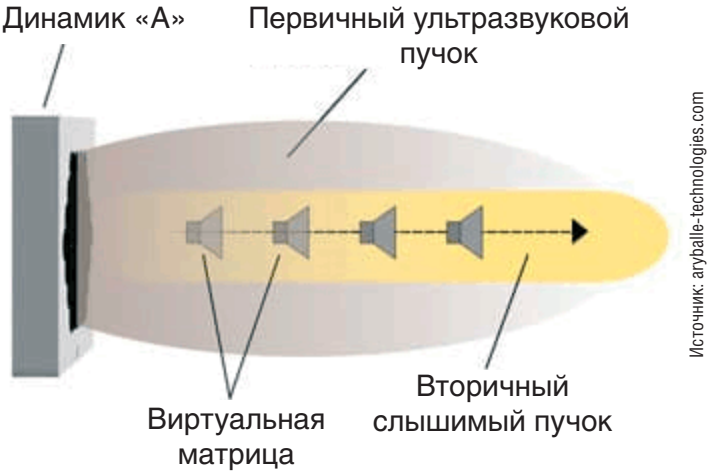


Рисунок 3. Динамик «А» на ультразвуке со сфокусированным пучком прямой подачи информации

Защищенность передачи информации обеспечивается за счет ультразвука (рис. 3), так как он характеризуется более короткой волной по сравнению со слышимыми человеком звуками. Соответственно, сфокусированный УЗ-пучок будет доступен только абоненту с соответствующим оборудованием. Чистый эффект от данной разработки можно сравнить с ситуацией прослушивания в наушниках, только здесь наушники не нужны.

ENERGY SQUARE

Безиндукционная беспроводная зарядка.

Energy Square – французский стартап, обладающий патентованной технологией беспроводной зарядки. В настоящее время подобные устройства активно выходят на рынок, но практически все они используют принцип индукции.

Однако Energy Square предлагает другое решение: непосредственный контакт между наклеивающимся стикером и заряжающей поверхностью. То есть не используются ни индукция, ни электромагнитные волны. Две составляющих новой технологии – тонкий наклеиваемый стикер (прикрепляемый на заднюю поверхность мобильника) и поверхность заряжения. Квадратный электрод, заключенный в изолирующий материал, подключается к сети. Таким образом, достаточно положить мобильник стикером на заряжающую поверхность и ждать окончания зарядки.

Каковы преимущества данной технологии?

Во-первых, зарядка начинается при осуществлении физического контакта, то есть отсекаются промежуточные энергопотери.

Во-вторых, на заряжающую поверхность можно разместить несколько мобильных приборов, которые будут заряжаться с одинаковой скоростью: это более эффективно, чем использование стандартных зарядок.

В-третьих, решение Energy Square совместимо с существующими моделями смартфонов и планшетных ПК, так как перед продажей на каждый прибор наклеивается специальный стикер.

Со временем эти элементы могут быть интегрированы в чехол смартфона или собственно в смартфон. Ввиду того, что разработка основана на открытых стандартах, доступ к ней не ограничен.

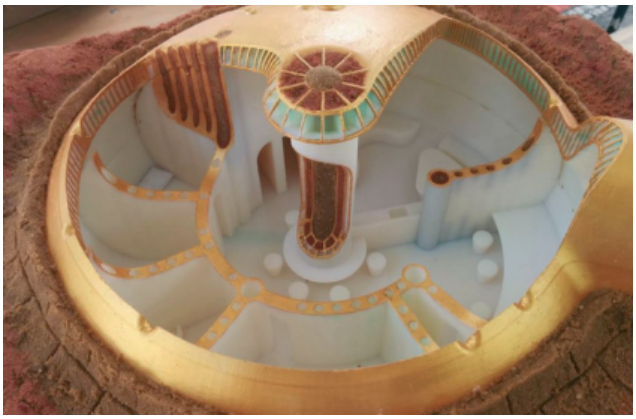
TRIDOM

Доступное жилье при помощи 3D-принтера.

Стартап Tridom из Израиля уже получила в 2014 г. грант НАСА по разработке заглубленного научно-исследовательского и жилого комплекса на Марсе, формируемого методами 3D-печати (рис. 4).

По оценкам руководства Tridom, к 2030 г. более 600 млн семей на Земле будут нуждаться в приемлемой среде обитания, что в условиях нашей планеты реализовать достаточно проблематично при современных технологиях строительства жилья. Tridom разработала робототехнические средства, которые теоретически будут способны сооружать жилые помещения, в том числе для обитания во внеземных условиях, легче и дешевле.

Разработанная технология позволяет при использовании существующих инструментальных средств САПР не только осуществлять послойное наращивание, но и вводить металлическую разводку в определенные слои. Данная технология позволяет создавать малоэтажные (не более 10 этажей) здания. По сравнению с современными методами строительства потребление материалов должно сократиться на 60%, а также предполагается снижение численности необходимых работников. Один день эксплуатации но-



Источник: aryballe-technologies.com

Рисунок 4. Модель Tridom марсианской среды обитания

вой роботизированной системы эквивалентен труду 180 строителей.

MOONTAINLAB

Сохранение емкости аккумуляторной батареи.

По мере использования смартфона емкость его аккумуляторной батареи может снижаться, что приводит к необходимости более частых подзарядок. Стартап Moontainlab, созданный на основе одной из исследовательских программ CEA-Leti[17], предложил новый продукт MoonPlug (рис. 5), предотвращающий деградацию литий-ионных батарей смартфонов. Обычно после года использования смартфона IPhone 6 длительность службы сокращается с 15 до 12,5 ч.

MoonPlug разработан с целью управления током за счет использования алгоритма оптимизации зарядки, предотвращающего воздействие повышенных температур на аккумулятор. Предназначение MoonPlug – работа с классическими зарядками, внешними аккумуляторами, автомобильными аккумуляторами и аккумуляторами лэптопов. В средство MoonPlug интегрированы микроконтроллер, схемотехника Bluetooth и стабилизатор тока.

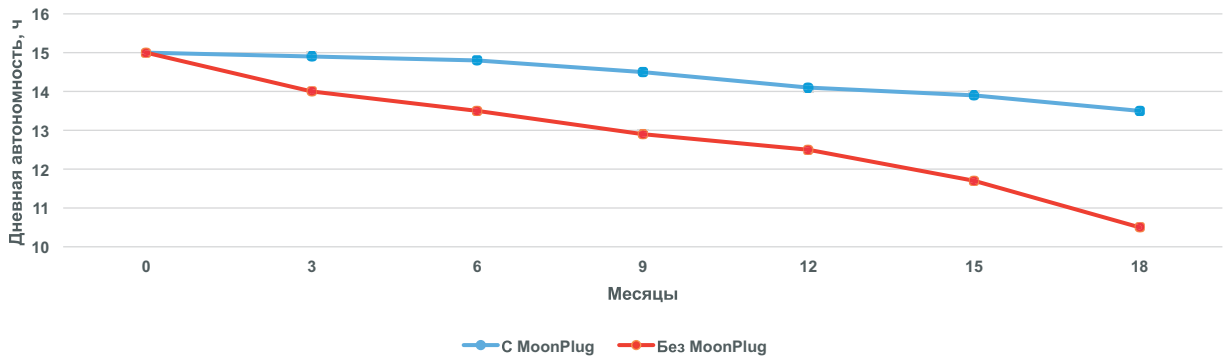


Рисунок 5. Опытные данные падения заряда перезаряжаемых батарей.

Предполагается, что изделие MoonPlug будет выпущено на рынок до конца текущего года по цене от 40 до 50 евро.

1. *Junko Yoshida. 7 Ways to Skin French Tech. EE Times, May 31, 2016* ***2.*** *http://aryballe-technologies.com/* ***3.*** *http://akoustic-arts.com/* ***4.*** *http://www.energysquare.co/#/home* ***5.*** *http://qarnot.com/qrad*

ГЛОССАРИЙ

[1] **Foundry** – кремниевый завод, занимающийся производством ИС по спецификациям заказчика с предоставлением клиенту широкого спектра услуг по использованию инструментальных средств фирм-союзников из числа поставщиков САПР для проектирования собственных ИС с использованием базы библиотек стандартных элементов различных fabless и IDM фирм (по контрактам foundry с последними), платформ и сложнофункциональных блоков (на тех же условиях). Кремниевые заводы могут заниматься разработкой новейших технологических процессов, но они, как правило, не занимаются созданием собственных конструкций ИС.

[2] **IDM (Integrated Device Manufacturers)** – интегрированные изготовители приборов; традиционные полупроводниковые фирмы полного цикла (разработка, проектирование, производство и маркетинг ИС).

[3] **FABricationLESS** – тип организации полупроводникового бизнеса, когда фирма занимается разработкой, проектированием и маркетингом ИС, изготовление которых осуществляется на мощностях кремниевых заводов или свободных мощностях традиционных фирм (IDM).

[4] **Ecosystem** – сообщество фирм, связанных не только общей программой НИОКР, как консорциум, но и устойчивыми технологическими и производственными связями. По мере укрепления взаимосвязи между проектированием и технологическим процессом на уровне 65-нм и 45-нм цифровых устройств, 90-нм и 65-нм радиоконструкций и устройств смешанной обработки сигнала кремниевые заводы активизируют сотрудничество с разработчиками ИС с целью обеспечения приемлемого выхода годных с пластины и ускорения освоения массово-поточного производства. В экосистеме кремниевые заводы оказывают клиентам больший уровень поддержки, чем вне ее. Экосистемы формируются вокруг специфических DFM (design-for-manufacturability – проектирование с учетом пригодности для массового производства) возможностей (ключевая зона – управление током утечки), включающих взаимоотношения между foundry-фирмами, их стратегическими партнерами, а также поставщиками инструментальных средств САПР.

[5] **SEMI (Semiconductor Equipment and Material International)** – международная организация поставщиков оборудования и материалов для производства полупроводниковых приборов.

[6] **IoT (Internet of Things)** – понятие, относящееся к однозначно опознаваемым объектам (вещам) и их виртуальным представлениям в интернет-подобных структурах; охватывает все подключаемые к интернету приборы и устройства различного назначения.

[7] **Legacy device** – унаследованные приборы; приборы, переставшие удовлетворять потребностям применений, но все еще находящиеся в эксплуатации из-за трудностей их замены.

[8] **FinFET** – полевой МОП-транзистор с двумя изолированными затворами, созданный на КНИ-подложке, у которого затвор расположен на двух, трех или четырех сторонах канала или окружает канал, формируя таким образом структуру двойного затвора. Эти приборы получили название «finfets» из-за того, что форма области истока/стока напоминает спинной плавник рыбы на поверхности кремния. FinFET приборы обладают значительно меньшим временем переключения и большей плотностью тока, чем широко распространенная КМОП-технология с планарными структурами.

Трехмерная структура FinFET создает дополнительные технологические трудности в проведении процессов литографии, осаждения и травления слоев.

[9] **ИС** – интегральные схемы.

[10] **Sub-Saharan Africa** – «субсахарская» Африка – Африка южнее Сахары, группа африканских стран, расположенных к югу от пустыни Сахара, также известна под названиями «Черная Африка» (Black Africa) и «Темная Африка» (Dark Africa).

[11] **Digital economy** – термин, относящийся к экономике, основанной на цифровых компьютерных технологиях. Цифровая экономика иногда также именуется интернет-экономикой или web-экономикой. В настоящее время цифровая экономика все в большей мере переплетается с традиционной экономикой, что затрудняет ее выделение и определение в чистом виде.

[12] **Mentoring** – менторство, способ обучения молодого специалиста (вновь образованной фирмы) или нового сотрудника, при котором он становится напарником более опытного сотрудника (фирмы-партнера) и перенимает полезные навыки, наблюдая за работой профессионала.

[13] **Business incubator** – бизнес-инкубатор, форма поддержки инновационного предпринимательства, когда начинающие бизнесмены/разработчики имеют возможность, работая в одном помещении/используя одну производственную линию, делиться друг с другом информацией, получать распределенный доступ к вычислительным мощностям, ПО, инструментальным средствам САПР и производственным мощностям, а также консультации опытных специалистов.

[14] **GFLOPS** – миллиард операций с плавающей запятой в секунду.

[15] **Carbon footprint** – «углеродный след»; выброс диоксида углерода в атмосферу, связанный с деятельностью отдельного человека или организации: например, в результате поездки на автомобиле, полета на самолете, производства товаров.

[16] **Open source (open source code)** – открытые исходные тексты, открытые исходники – принцип, заключающийся в том, что исходный код разрабатываемой системы должен свободно и бесплатно предоставляться всем желающим ее усовершенствовать. Полученные усовершенствования тоже должны быть доступны всем бесплатно.

[17] **CEA-Leti** – европейский центр исследований в области микроэлектроники, курируемый французским атомным ведомством (Electronics and Information Technology Laboratory of the French Atomic Energy Commission).

ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ «ИННОВАЦИОННАЯ РАДИОЭЛЕКТРОНИКА»

ДЛЯ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ СО ВСЕЙ РОССИИ

ЕЖЕГОДНО С МАРТА ПО СЕНТЯБРЬ

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТОВ

ЦЕННЫЕ ПРИЗЫ

СТАЖИРОВКИ В КОМПАНИЯХ

ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКЕ – ИННОВАЦИОННЫЕ КАДРЫ!

МИНПРОМТОРГ РОССИИ

ИНИИ

inradel.ru

Реклама. Дополнительная информация на сайте inradel.ru и по тел.: 8 (495) 940-65-00 и 8 (495) 940-65-47