

ПЕРСПЕКТИВЫ

Задельные технологии.

Перспективы развития печатной электроники

Текст: **Алексей Ефремов**
Антон Нисан

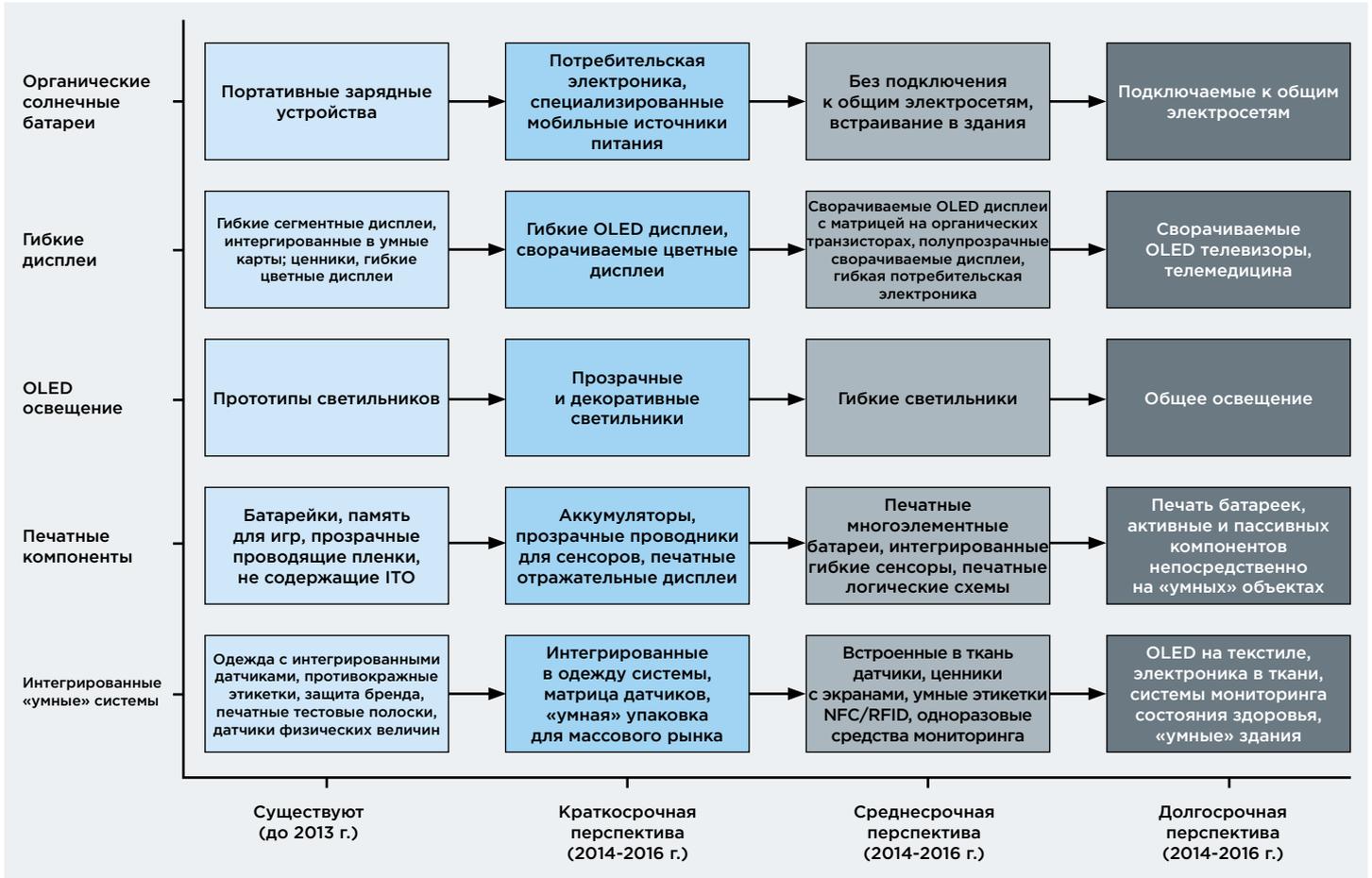
Взаимодействуя с предприятиями радиоэлектронного комплекса России, проводя аудиты производства и участвуя в проектах реконструкции и технического перевооружения предприятий радиоэлектронной промышленности, мы регулярно сталкиваемся с ситуацией, когда в производство внедряются не самые современные и передовые технологии. При этом очевидно, что технические характеристики выпускаемых изделий радиоэлектроники, конкурентоспособность выпускаемой продукции и, в том числе, возможность создания перспективных образцов вооружений зависят от того, какие радиоэлектронные технологии будут применяться в скором будущем. Именно поэтому встает вопрос разработки отечественных задельных технологий производства радиоэлектронной аппаратуры, которые будут определять перспективы развития конечных изделий в краткосрочной (3-5 лет) и среднесрочной (5-10 лет) перспективе **рис 1, 2**.

Одной из таких бурно развивающихся задельных технологий является печатная электроника. Хотя уже сейчас создаются перспективные образцы конечных изделий, созданных по технологиям печатной электроники, массовое внедрение этой технологии в промышленность ожидается через 5-7 лет, будет ли Россия готова к внедрению?

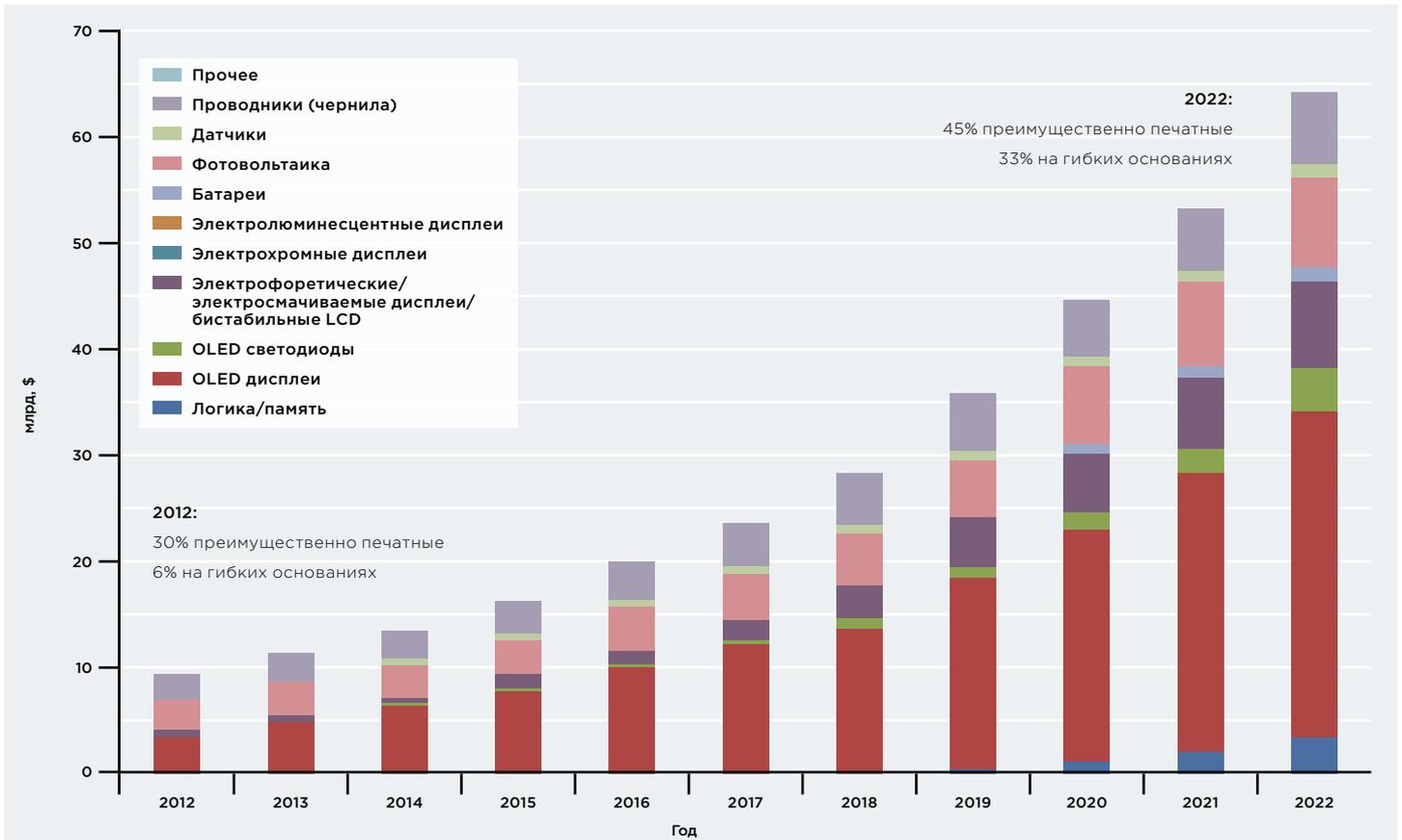
К задельным технологиям предъявляются следующие требования:

- наличие существенных преимуществ задельной технологии над классическими технологиями;
- универсальность, т.е. возможность изготовления широкого спектра изделий;
- наличие рынков сбыта продукции.

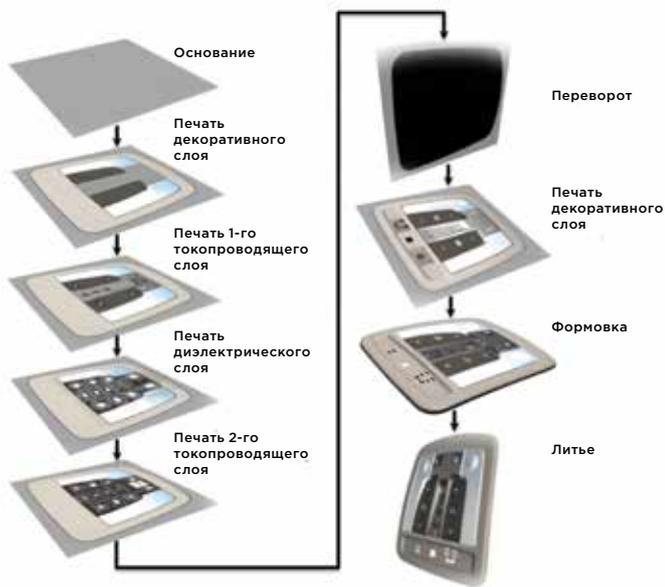
Рассмотрим несколько примеров, иллюстрирующих возможности реализации печатной электроники как задельной технологии. Конечные продукты, рассмотренные в этих примерах, уже начинают серийно выпускаться либо планируется их коммерциализация в краткосрочной перспективе.



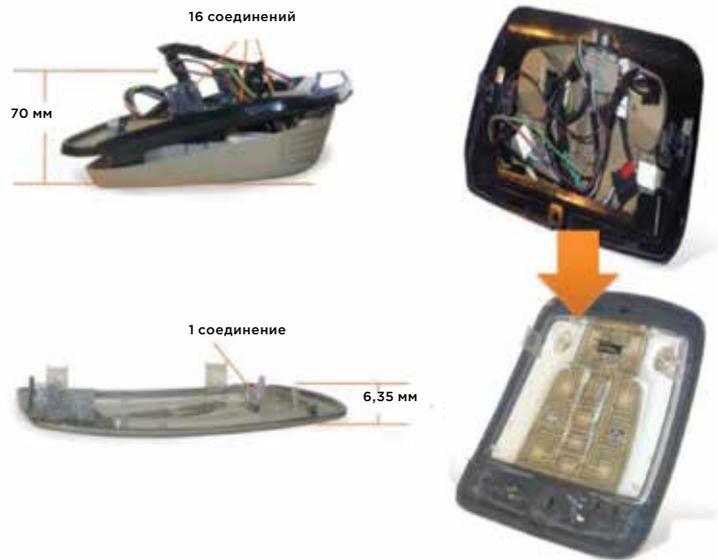
1 Прогноз доступности на рынке органической и печатной электроники. Источник: OE-A



2 Прогноз рынка органической и печатной электроники. Источник: IDTechEx



3 Интеграция печатной электроники в корпус на примере потолочной панели управления автомобиля Ford Fusion. Схема процесса изготовления. Источник: T-Ink



4 Потолочная панель управления автомобиля Ford Fusion, выполненная по классической (сверху) и задельной (снизу) технологиям. Источник: T-Ink

Интеграция печатной электроники с корпусными изделиями

Технологии печатной электроники разрабатываются не только в качестве самостоятельного направления. Активно развивается тема создания гибридных изделий, когда гибкие элементы печатной электроники интегрируются с жестким пластиковым основанием или корпусом. Печатные технологии позволяют выполнить электрические межсоединения, выключатели, резистивные и другие элементы непосредственно на корпусах. Такие технологии уже активно внедряются в промышленность, и в качестве одного из примеров мы расскажем о технологии производства элементов приборной и потолочных панелей для автомобилей Форд. На рис 3 представлена схема одного из возможных процессов создания гибридного изделия. На пленке печатаются проводящие и диэлектрические слои для формирования схемы и кнопочных выключателей, а также декоративные слои для придания необходимого внешнего вида. После этого пленка формируется, причем рисунок может удлиняться на 500% без нарушения целостности. Затем пленка помещается в литьевую форму и производится отливка пластмассового корпуса.

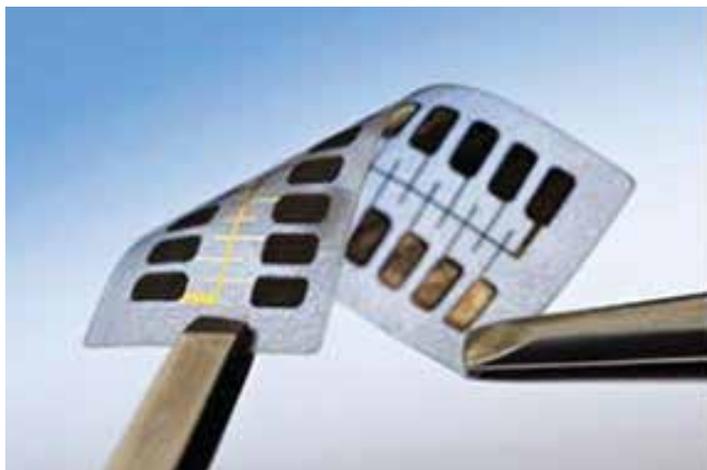
Преимущества, обеспечиваемые интеграцией печатной электроники с корпусными изделиями рис 4:

- печать всех элементов с внутренней стороны;
- увеличение надежности: отказ от использования механических переключателей, уменьшение числа соединений;
- уменьшение стоимости;
- простор для конструирования: возможность использования поверхностей сложной формы;
- уменьшение массы и размеров изделия: в рассматриваемом примере рис 4 высота уменьшена более чем в 10 раз.

Печатная память и ее применения

Еще одним из наиболее успешных примеров коммерциализации печатной электроники служит печатная память рис 5 и изделия на ее основе. Например, этикетки для защиты от подделок, при поднесении которых к считывателю передается содержание памяти этикетки и на основании этого определяется подлинность товара рис 6, «умная» упаковка, отслеживающая температуру во время хранения и транспортировки скоропортящихся товаров рис 7. Востребованность исключительно сложно подделываемых и недорогих этикеток для защиты бренда во многом обусловлена тем, что, по оценкам экспертов, ежегодные суммарные потери компаний из-за подделок составляют 600 млрд долларов США.

Компанией Thinfilm, ведущим разработчиком технологии печати памяти, только за последние 10 месяцев было заключено четыре крупных договора на поставку большого объема изделий на основе памяти, включая игровые карточки, этикетки для защиты бренда, устройства идентификации T1 и T2.



5 Серийно выпускаемая печатная перезаписываемая память объемом 20 бит. Стоимость 5 центов. Источник: Thinfilm



6 «Умная» этикетка для защиты бренда. Источник: Thinfilm



7 Прототип «умной» упаковки, отслеживающей температуру скоропортящегося товара во время транспортировки и хранения. Источник: Thinfilm

Т 1

Сделки. Источник: Thinfilm

ИЗДЕЛИЕ	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ	КЛИЕНТ	ГОДОВОЙ ОБЪЕМ ПРОДАЖ КЛИЕНТА, МЛРД \$
Память	Игры (например, игровые карточки)	Hasbro	4,3
	Защита бренда	Не разглашается (крупный производитель потребительских товаров)	>10
Интегрированные системы (могут содержать память, экран, датчики, элемент питания)	Этикетки с датчиками	Vemis (мировой лидер в производстве гибкой упаковки, 78 заводов по всему миру)	3,5 (200 млрд упаковок)
	Устройства идентификации / «умные» этикетки	Не разглашается (крупный производитель дорогих этикеток)	>10

Печатная электроника в медицине

Технологии печатной электроники могут использоваться в медицине для массового производства одноразовых средств диагностики. Например, тестовые полоски для глюкометров, которыми пользуются больные сахарным диабетом для самостоятельного измерения уровня глюкозы в крови, по одной из технологий изготавливаются трафаретной печатью **рис 8**.

Более того, в июне на выставке по органической и печатной электронике LOPE-C 2013 был представлен результат европейского проекта SIMS, направленного на разработку миниатюрных автономных систем диагностики, — прототип тестовой карточки для определения уровня холестерина в крови **рис 9**. Тестовая карточка состоит из датчика холестерина, на который помещается образец крови, гибкой органической схемы для обработки сигнала с датчика и управления экраном, электрохромного экрана, батарейки. Элементы формировались методами печати: экран и батарейка — трафаретной, а датчик — трафаретной и струйной, исключение составила органическая схема, которая была изготовлена фотолитографией.



8 Печатные тестовые полоски для глюкометра. Источник: Dr. E. Fu. Application of Inkjet Printing in Printed Electronics

Технологии печатной электроники могут быть также использованы для создания упаковки для таблеток **рис 10**, которая фиксирует и сохраняет время, когда таблетка извлекается из упаковки (работы в этой области ведутся Хольст Центром совместно с компанией Qolpac). Демонстрируются прототипы упаковки, которые не только отслеживают время принятия таблеток, но и сами напоминают об очередном приеме. Необходимость в таких упаковках вызвана тем, что порядка 50% пациентов принимают препараты не в соответствии с назначением врача, что сказывается на эффективности лечения.

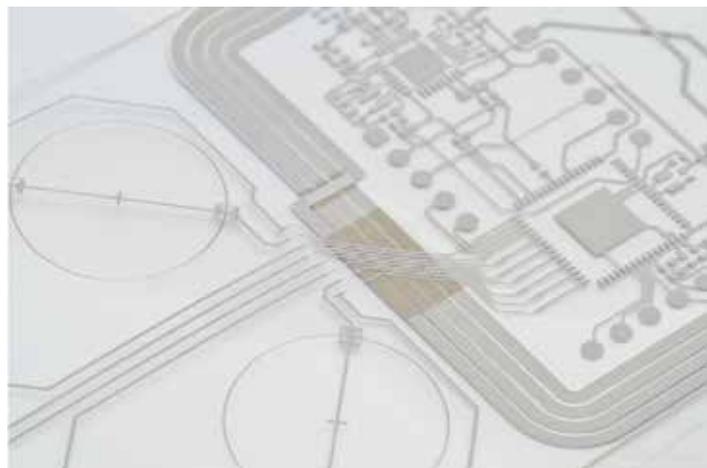
T 2

Параметры линий контрактного производителя, на заводе которого изготавливается печатная память компании ThinFilm. Источник: InkTec

ПАРАМЕТР	ЛИНИЯ		
	1	2	3
Максимальная ширина печати, мм	350	1600	1600
Годовая производительность (при круглосуточной работе), тыс. кв.м	870	10 000	10 000
Длина зоны сушки, м	12	25	25
Методы нанесения:			
глубокая печать	+	+	+
ротационная трафаретная печать	+	-	+
покрытие S-образным ракелем (S-knife coating)	+	+	-



9 Тестовая карточка для определения уровня холестерина в крови



10 Фрагмент прототипа «умной» упаковки для таблеток: слева и внизу ячейки для таблеток. Источник: Marc Koetse, Holst Centre

Исследования в области печатной электроники, пока в ограниченном объеме, ведутся и в России, например, разрабатываются токопроводящие, диэлектрические, светоизлучающие и другие чернила и пасты, проводятся работы по оптимизации нанесения различных функциональных материалов разными методами печати на широкий спектр оснований, разрабатываются технологии изготовления солнечных элементов и дисплеев. Для того, чтобы Россия была готова к своевременному внедрению технологий печатной электроники, эти исследования должны быть существенно расширены, ориентированы на конечные применения и проводиться в сотрудничестве с ведущими мировыми исследовательскими центрами. 