

## КУДА НЕСЕТСЯ МИРОВОЙ РЫНОК ПЛОСКОПАНЕЛЬНЫХ ДИСПЛЕЕВ? И ГДЕ ОН ОСТАНОВИТСЯ?

Дисплейные компоненты и устройства, в которых они используются, остаются одними из основных изделий современной электроники. Особое место среди них занимают плоскопанельные дисплеи (ППД), значение которых в нашем информационно-насыщенном мире непрерывно растет. Эти дисплеи, выполняемые по самым разнообразным технологиям (плазменные и различные жидкокристаллические панели, дисплеи на базе органических светодиодов, или OLED), позволили уменьшить массу, габариты и энергопотребление традиционных телевизоров и видеодисплеев на основе ЭЛТ и улучшить их характеристики. Но не только. Появление ППД послужило стимулом для развития портативных электронных систем (компьютеров, средств связи, бытовой аппаратуры). Производство ППД в мире быстро развивается, и области их применения непрерывно расширяются. Рассмотрим современное состояние рынка этих столь перспективных изделий, используя данные аналитической компании DisplaySearch и Международного дисплейного общества (Society for Information Displays, SID).

Доходы от продаж ППД размером от 2 см до 2 м и более в 2006 году выросли на 14% по сравнению с предыдущим годом, достигнув 85,5 млрд. долл. Число поставленных ППД увеличилось на 6%, достигнув 3,4 млрд. штук. Их суммарная площадь (43,5 млн. м<sup>2</sup>) позволяет покрыть плоскими дисплеями 5802 футбольных поля. Ожидается, что в 2007 году доходы от продаж ППД составят 92,7 млрд. долл., а в 2008-м – 102 млрд. долл., т.е. темпы роста отрасли снизятся до 6%. Струк-

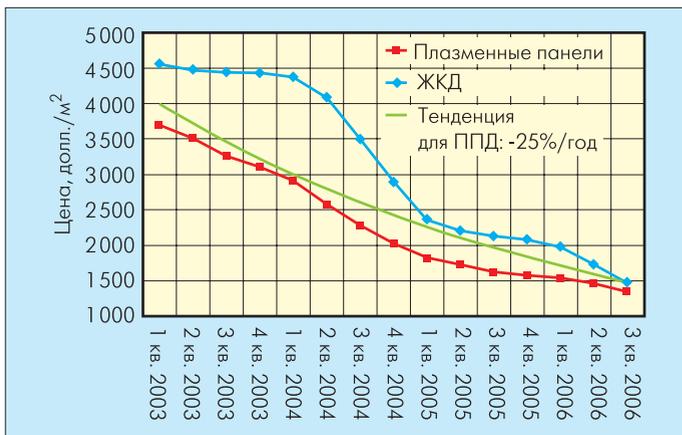
тура рынка ППД за последние три года и ее тенденции показаны в табл.1 и 2.

Основной двигатель роста потребления ППД – рынок телевизоров, объем продаж которых за 2006 год увеличился по сравнению с предыдущим годом на 67% и составил 30,5 млрд. долл. Объем производства плоскопанельных телевизоров в 2006 году был равен 33% от общего объема выпущенных телевизоров, а их доля по площади экрана – 48%. При этом доходы от их продаж составили 87% всего рынка телевизоров. В 2006 году доля ППД для телевизоров достигла 36% от общего объема продаж таких панелей против 14% в 2004-м и 24% в 2005-м.

Одна из основных причин такого роста – непрерывное снижение цен на ППД. За период 2003–2006 годы ежегодные темпы снижения средней цены квадратного метра ППД для телевизоров составили 25% (рис.1). Цена плоскопанельных устройств для ЖКД- и плазменных телевизоров за первый квартал 2007 года снизилась на 22 и 33% и составила 936 и 1562 долл., соответственно. Поскольку эта тенденция сохраняется, в ближайшем будущем можно ожидать замедления темпов роста доходов от продажи плоскопанельных телевизоров. Так, если за 2003–2006 годы среднегодовые темпы прироста доходов в сложных процентах (CAGR) от продаж панелей с диагональю 30" (75 см) и больше составили 103%, то по данным DisplaySearch, в последующие два года (2006–2008) они снизятся в пять раз до 21%.

В середине 2006 года поставки телевизионных ЖК-панелей с размером по диагонали 40" (102 см) и выше впервые превысили поставки плазменных панелей аналогичного размера (рис.2). В целом с апреля 2006 года по март 2007-го поставки плазменных панелей сократились на 4%, несмотря на рост их производства на 51%. Это объясняется тем, что производители ожидали, что спрос на плазменные панели в первом квартале 2006 года составит 2,7 млн. шт., тогда как он был равен всего 2,3 млн. штук. Тем не менее, темпы прироста продаж плазменных панелей большого размера (более 50", или 100 см) для ТВЧ (с разрешением 1920×1050 пикселей) велики. Доля продаж панелей этого размера уже достигла почти одной трети общего объема продаж плазменных панелей, а их поставки за первый квартал 2007 года выросли

В.Беляев, д.т.н.



**Рис. 1. Изменение средней цены квадратного метра ППД (сплошная линия), ЖКД (синяя линия) и плазменных панелей (красная линия) в 2003–2006 годы**

более чем в шесть раз (на 545%) и составили 169 тыс. шт. В результате их доля в общем объеме поставок плазменных панелей достигла 7,3%.

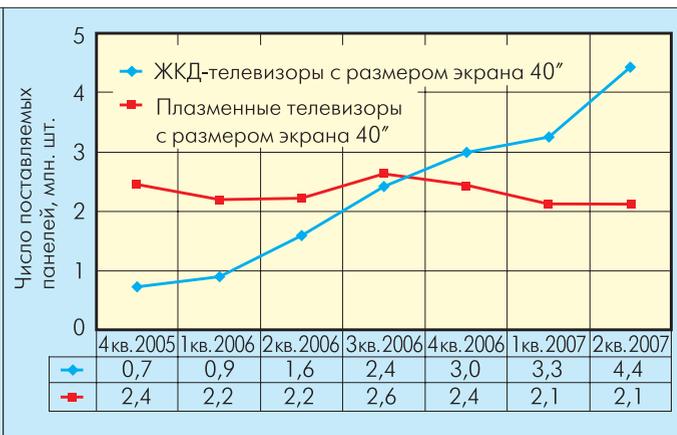
Основные поставщики ЖК-телевизоров – компании Samsung, Sony и Sharp, телевизоров с плазменным экраном – Panasonic, LGЕ и Samsung (табл.3 и 4).

Если же говорить о сегодняшнем дне, то к началу 2007 года годовой прирост продаж телевизионных ЖК-панелей увеличился на 10%, а плазменных панелей упал на 27%. Доходы от продаж ЭЛТ для телевизоров составили в этот период 6,2% от всего рынка устройств отображения. По оценкам, эта доля должна уменьшиться к 2010 году до 2%.

Второй по значимости сегмент рынка ППД – **МОНИТОРЫ**. И здесь также наблюдается превосходство ППД над ЭЛТ. В первом квартале 2007 года ежегодный прирост продаж ЖК-мониторов составил 26% по количеству и 3% по доходам. Для мониторов в основном выпускаются панели с диагональю 15 и 17" (38 и 43 см), тогда как доля мониторов с меньшими размерами экрана уменьшается (табл.5). Кроме того, происходит замена мониторов с узким (4:3) форматом широкоформатными (16:9) мониторами, в том числе и с форматом Wide (1860x1050 пикселей). В среднем доля широкоформатных мониторов на мировом рынке составляет 27,5%, но особенно велика она в Китае и в Северной Америке (37,2 и 34,1% в первом квартале 2007 года, соответственно). Отстают Европа и, как это ни странно, Япония (15,4%). Основные поставщики ЖК-мониторов компании Dell, Samsung, Hewlett-Packard (табл.6).

## РЫНОК ЖКД

Во втором квартале 2007 года мировые поставки больших (с диагональю более 10", или 25 см) панелей для активно-матричных ЖКД с тонкопленочными полевыми транзисторами (ТПТ) возросли на 28% и достигли 79,3 млн. шт. Смешанная (blended) цена одной панели упала на 21% против 9% в 2005-м. С учетом изменения среднего размера панели смешанная цена за 1 м² к первому кварталу 2007 года снизилась на 32% (-8% в первом квартале 2006-го).



**Рис. 2. Динамика поставок панелей для ЖК- и плазменных телевизоров размером 40" (100 м) и больше**

**Таблица 1. Структура рынка ППД по областям применения в 2007 году и прогноз на 2010 год**

Применение	Объем продаж, млрд. долл.		Доля на рынке, %		Прирост за 2007–2010 годы, %
	2007	2010	2007	2010	
Телевизоры с ЖК-экраном	44,6	110,3	19,8	36,3	147
Настольные мониторы	58,9	63,6	26,1	20,9	8
Сотовые телефоны	39,1	35,1	17,3	11,6	-10
Ноутбуки	27,6	33,1	12,2	10,9	20
Телевизоры с плазменным экраном	16,8	18,2	7,4	6,0	8
Другие	38,7	43,7	17,2	14,3	13
Всего	225,8	304,0	100,0	100,0	35

**Таблица 2. Структура рынка ППД по технологиям в 2007 году и прогноз на 2010 год**

Технология	Объем продаж, млрд. долл.		Доля на рынке, %		Прирост за 2007–2010 годы, %
	2007	2010	2007	2010	
ЖКД с ТПТ (TFT LCD)	184,6	267,2	81,8	87,9	45
Плазменные панели (PDP)	18,1	19,1	8,0	6,3	5
Пассивно-матричные ЖКД	17,5	10,7	7,7	3,5	-39
Другие	5,5	7,0	2,5	2,3	27
Всего ППД	225,8	304,0	100,0	100,0	35

**Таблица 3. Основные поставщики ЖК-телевизоров на рынок\***

Компания	Доля на рынке, %	Годовой прирост, %
Samsung	17,4	92
Sony	17,1	74
Sharp	13,8	66
Philips	9,3	20
LGE	7,6	84
Другие	34,8	35
Всего	100,0	54

\*Здесь и далее данные приведены по состоянию на первый квартал 2007 года

**Таблица 4. Основные поставщики плазменных телевизоров на рынок**

Компания	Доля на рынке, %	Годовой прирост, %
Panasonic	28,9	84
LGE	18,5	42
Samsung	17,6	72
Hitachi	8,4	44
Pioneer	6,9	27
Другие	19,7	-14
Всего	100,0	37

**Таблица 5. Структура рынка ЖК-мониторов по размеру/разрешению**

Размер/Разрешение	Доля на рынке, %	Прирост за квартал, %
17" SXGA	40,7	-14
19" SXGA	23,3	-7
19" Wide	16,3	23
15" XGA	5,8	-38
22" Wide	4,3	105
20" Wide	4,2	42
Другие	5,4	29

**Таблица 6. Основные поставщики ЖК-мониторов**

Место	Производитель	Доля, %	Прирост за квартал, %
1	Dell	15,2	-7
2	Samsung	14,2	3
3	Hewlett-Packard	10,3	-10
4	LGE	8,7	4
5	Acer	8,5	-6
6	ViewSonic	5,3	3
	Другие	37,8	-5
	Всего	100,0	-4

**Таблица 7. Основные поставщики больших панелей для ТПТ ЖКД**

Поставщик	Доля доходов в общем объеме в стоимостном выражении, %	Годовой прирост доходов, %	Доля по объему продаж в количественном выражении, %
Samsung Electronics	23,4	5	20,6
LG.Philips LCD	21,1	10	23,0
AU Optronics	17,8	-9	19,4
Основные три поставщика	62,3	2	63,0
Основные пять поставщиков	81,0	0	
Всего	100,0	1	100,0

**Таблица 8. Структура рынка ЖКД по технологиям, используемым для расширения угла обзора**

Технология	Доля в объеме продаж, %	Годовой прирост, %
TN+WVF	41,9	39
VA	31,3	51
TN	14,2	39
IPS/FFS	12,6	87
Всего	110,0	47

Наибольшим спросом для ЖК-телевизоров в первом квартале 2007 года пользовались 32"-панели (80-см) с разрешением 1366×768 пикселей (36,2% поставок), а также 26- (65-см) и 37"- (92-см) ЖКД (12,6 и 8,4%, соответственно). Основные их поставщики – LG.Philips LCD, Samsung и AU Optronics (табл.7).

Визуальные характеристики ЖКД определяются их контрастом и углами обзора. Для ЖКД на основе твист-эффекта наиболее стандартным способом улучшения угловых характеристик ЖКД остается применение компенсирующих пленок, расширяющих угол обзора (Wide View Films, WVF). Однако наиболее быстрыми темпами растет производство ЖКД с планарным или периферическим переключением (In-Plane Switching, IPS или Fringe-Field Switching, FFS) электрооптического отклика (табл.8). В скором времени ожидается, что лидирующее положение на рынке займут ЖКД с вертикальной ориентацией (Vertical Alignment, VA).

В первом квартале 2007 года наибольший объем отгрузок компании Samsung приходился на долю ЖКД с VA, LG.Philips LCD – на долю IPS ЖКД, а AU Optronics – ЖКД с TN+WVF.

Второй по объему продаж сегмент рынка ППД – дисплеи малого и среднего размера (меньше 10", или 25 см по диагонали). К этому типу относятся дисплеи для следующих устройств:

- сотовых телефонов, обычные и вспомогательные размером 1,3–3,0" (3,2–7,5 см);
- карманных компьютеров (PDA) и телефонов с PDA размером 3,0–5,0" (7,5–12,5 см);
- портативных навигаторов размером 3,0–7,0" (7,5–24,5 см);
- цифровых видеокамер размером 1,5–3,0" (3,7–7,5 см);
- цифровых фоторамок (небольших мониторов, выполняющих только функцию воспроизведения цифровых фотографий в различной последовательности и с различным разрешением) размером 5,7–10,2" (14,2–25,5 см);
- автомобильных панелей размером 2,5–10,2" (6,25–25,5 см);
- портативных DVD-плееров размером 5,0–10,9" (12,5–27,2 см);
- промышленного оборудования размером 3,0–10,4" (7,5–26 см);
- полноценных компьютеров в мини-формате (Ultra Mobile PC, UMPC) размером 5,0–7,0" (12,5–18,5 см).

Почти все виды дисплеев этого класса стремительно дешевеют. Наиболее дорогие – дисплеи для приборных досок автомобилей, PDA- и DVD-плееров (табл.9). Чрезвычайно дешевые дисплеи на основе твист-эффекта за год подешевели почти вдвое. Удивительно то, что появившиеся совсем недавно электрофоретические дисплеи, для которых еще нет данных об изменении их цены за год, оказались намного дешевле не только активно-матричных, но и пассивно-матричных ЖКД (табл.10).

Цены на автомобильные мониторы почти не изменились, несмотря на рост продаж популярных моделей с размером 8" и 9" (20 и 22,8 см соответственно). На динамике цен для иг-



ровых автоматов сказываются сезонные факторы. Например, в первом квартале 2007 года возрос спрос на большие ЖКД для игровых автоматов Пачинко (Pachinko) – смесь обычного игрового автомата и пинбола, и цены на эти дисплеи в этот период выросли на 4%.

Чтобы снизить цены на дисплеи малых и средних размеров и повысить свою конкурентоспособность, производители планируют следующие разработки:

- микросхем задающих устройств с увеличенным числом выводов (256 вместо 192);
- микросхем задающих устройств с пониженным уровнем напряжения адресации, что позволит увеличить число выводов до 384;
- задающих устройств, собираемых на однослойной, а не на многослойной, печатной плате с переключателями на основе герметизированных в корпус полевых транзисторов;
- специализированных микросхем ASIC-типа, содержащих контроллер, средства связи и память;
- замену алюминиевого шасси на стальное или на шасси из гальванизированного железа и уменьшение его толщины;
- увеличение световой эффективности дисплеев до менее 3 лм/Вт, что должно привести к уменьшению опорного напряжения и снижению стоимости питания и всех управляющих микросхем;
- уменьшение толщины стекла с 2,8 до 1,8 мм;
- сокращение применения серебра за счет совершенствования производственных процессов и замены материала электродов.

Эти разработки должны привести к следующему:

- уменьшению толщины дисплеев малого и среднего размера за счет использования травленного/полированного стекла и новых типов поляризаторов;
- уменьшению толщины и стоимости при интеграции с сенсорным экраном;
- расширению угла обзора в результате использования режимов планарного переключения или многодоменной вертикальной ориентации (IPS и MVA, соответственно) – впервые для такого типа ЖКД;
- увеличению контраста и яркости до уровня, отвечающего требованиям переносных телевизоров и навигаторов;
- снижению цен на светодиодную подсветку при увеличении насыщенности цвета и меньшем загрязнении окружающей среды;
- расширению ассортимента промышленных дисплеев со светодиодной подсветкой и более широкими углами обзора;
- увеличению пространственного разрешения и снижению энергопотребления за счет использования новых технологий (например, с "неправильным" расположением цветных субпикселей – PenTile).

На рынке дисплеев малого и среднего размера безусловные лидеры по объему производства в количественном вы-

ражении (~269 млн. шт. в первом квартале 2007 года) и полученным доходам (почти 2,5 млрд. долл. за тот же период) – дисплеи для сотовых телефонов (табл.11). При этом стоит отметить, что компании Samsung и Sharp – не только крупные поставщики ППД для сотовых телефонов, но и самих телефонов (табл.12). Однако если доля Samsung на рынке сотовых

**Таблица 9. Средние цены дисплеев малого и среднего размера для различных приложений**

Приложение	Цена, долл.	Годовой прирост, %
Сотовые телефоны	9,21	-15
Карманные компьютеры (PDA )	28,32	-18
Автомобильные мониторы	67,12	-5
Цифровые фотоаппараты	9,03	-32
Видеокамеры	11,77	-25
Портативные DVD-плееры	22,78	-34
MP3-плееры	9,65	–
Игровые автоматы	16,19	-27
Многофункциональные принтеры	13,81	-45
Дополнительные дисплеи сотовых телефонов	3,39	22
Электронные видеоискатели	3,95	-24
Для приборных досок автомобилей	3,36	1
Домашняя развлекательная техника	0,52	-57
Офисное оборудование	1,81	-56
Другие пассивно-матричные ЖКД	5,46	-42
Другие	43,59	5
Всего	8,83	-20



**Таблица 10. Средние цены дисплеев малого и среднего размера, изготовленных по различным технологиям**

Технология	Цена, долл.	Годовой прирост, %
Твист-эффект (TN )	0,25	-47
Монохромные супертвист (MSTN)	2,80	9
Цветные супертвист (CSTN)	5,07	-25
ЖКД с ТПТ из аморфного кремния (a-Si TFT LCD)	14,83	-17
ЖКД с ТПТ из низкотемпературного поликремния (LTPS TFT LCD)	13,85	-19
Пассивно-матричные органические светодиоды (PMOLED)	5,97	-11
OLED с ТПТ из низкотемпературного поликремния (LTPS TFT OLED)	23,80	-54
Электрофоретические дисплеи (EPD)	1,50	
Всего	8,83	-20

**Таблица 11. Основные поставщики ППД для сотовых телефонов**

Место	Поставщик	Объем поставок, млн. шт.	Доля на рынке, %	Поквартальный прирост, %	Годовой прирост, %
1	Sharp	39,4	14,6	8	47
2	Samsung SDI	38,2	14,2	-27	-17
3	Epson Imaging Devices	30,2	11,2	-11	-18
4	Wintek	25,8	9,6	-24	15
5	ТРО	21,0	7,8	-2	
	Другие	114,3	42,5	5	-6
	Всего	268,8	100,0	-10	-2

телефонов стабильна, а на рынке дисплеев для них уменьшается, то для Sharp характерны высокие темпы роста.

На рынке дисплеев для сотовых телефонов активно-матричные дисплеи почти вытеснили пассивно-матричные – 79% против 21% (табл.13). При этом наблюдается тенденция к замене матриц тонкопленочных транзисторов, изготовленных на аморфном кремнии, матрицами из низкотемпературного поликремния (Low-Temperature Polysilicon, LTPS). Огромными темпами (100% в год) в секторе рынка панелей для сотовых телефонов растут продажи дисплеев на базе органических светодиодов. Но говорить об их преобладании на рынке пока не приходится.

Лидер по закупкам четырех основных типов дисплеев – монохромных на супертвист-эффекте (MSTN), цветных на супертвист-эффекте (CSTN), активно-матричных на аморфном кремнии (a-Si) и LTPS – компания Nokia, а по закупкам дисплеев на базе органических светодиодов – Samsung. Единственный тип сотового телефона с электрофоретическим дисплеем модели MOTORPHONE выпускает компания Motorola.

**ДИСПЛЕИ НА БАЗЕ ОРГАНИЧЕСКИХ СВЕТОДИОДОВ (OLED)**

В первом квартале 2007 года, согласно данным компании DisplaySearch, поставки OLED в количественном выра-



жении составили 19,1 млн. шт. (прирост за период с первого квартала 2006 года – 71%), в стоимостном выражении – 121 млн. долл. (прирост – 121%). Следует отметить рост доходов, несмотря на незначительное уменьшение средней цены дисплеев этого типа (9% за год). OLED все больше заменяют ЖКД в приложениях, требующих дисплеев малого или среднего размера, – в сотовых телефонах, MP3-плеерах, прибор-

**Таблица 12. Основные поставщики сотовых телефонов**

Место	Производитель	Доля на рынке, %	Поквартальный прирост, %	Годовой прирост, %
1	Nokia	33,0	-14	10
2	Motorola	20,1	-13	-1
3	Samsung	11,9	4	4
4	SonyEricsson	8,5	-13	46
5	LG	6,4	10	-3
6	Sharp	1,8	45	50
	Другие	18,3	0	-7
	Всего	100,0%	-9%	-1%

**Таблица 13. Структура рынка дисплеев для сотовых телефонов по технологиям**

Тип дисплея	Объем продаж, млн. долл.	Доля, %	Годовой прирост, %
Активно-матричные ЖКД с ТПТ на a-Si	1142,4	46,1	-26
Активно-матричные ЖКД с ТПТ на LTPS	808,1	32,6	18
Пассивно-матричные ЖКД CSTN-типа	405,7	16,4	-42
Пассивно-матричные ЖКД MSTN-типа	108,0	4,4	-8
Пассивно-матричные PMOLED	6,9	0,3	106
Электрофоретические дисплеи (EPD)	3,2	0,1	
Активно-матричные OLED с ТПТ на низкотемпературном поликремнии (LTPS TFT)	1,4	0,1	82
Всего	2475,7	100,0	-19

**Таблица 14. Основные области применения дисплеев на базе OLED**

Приложение	Объем поставок, млн. шт.	Доля на рынке, %	Годовой прирост, %
Вспомогательные дисплеи сотовых телефонов	12611	65,9	135
MP3-плееры	4012	21,0	-15
Основные дисплеи сотовых телефонов	986	5,1	119
Приборные доски автомобилей	599	3,1	30
Промышленное оборудование	791	4,1	1482
Другие	140	0,7	71
Всего	19139	100,0	71

**Таблица 15. Основные производители и динамика продаж дисплеев на основе OLED**

Место на рынке	Компания	Объем продаж		Доля на рынке, %	Годовой прирост, %
		В стоимостном выражении, млн. долл.	В количественном выражении, млн. шт.		
1	Pioneer	25,2	5,1	20,8	25
2	Samsung SDI	24,8	3,7	20,4	-24
3	LGE	24,3	3,1	20,0	135
4	RiTdisplay	23,5	5,1	19,4	6
5	TDK	5,9	1,5	4,8	-10
	Другие	17,7	–	14,6	123
	Всего	121,5	–	100	56

ных досках автомобилей (табл.14). На рынке OLED на долю всего пяти поставщиков приходится 85,4% продаж дисплеев этого типа (табл.15). Лидирует на нем тайваньская компания RiTdisplay.

По оценкам компании DisplaySearch, спрос на органические светодиоды и электронную бумагу с 2006 по 2010 год должен ежегодно расти на 77 и 38%, соответственно.

Быстрыми темпами растет производство активно-матричных дисплеев с OLED, хотя их число пока невелико. В первом квартале 2007 года компании Samsung SDI, Kodak, Sony и eMagin поставили всего 335 тыс. таких изделий. Согласно прогнозам компании DisplaySearch, в первом квартале 2008 года объем их производства возрастет до 685 тыс. шт. Дисплеи этого типа находят применение в MP3-плеерах, сотовых телефонах и средствах отображения, воспроизводящих изображение перед глазами наблюдателя (near-eye display). Движущая сила роста производства активно-матричных дисплеев на базе OLED – увеличение их применения во вспомогательных дисплеях сотовых телефонов. Основное изделие в этом секторе рынка – активно-матричные дисплеи (AMOLED) с размером по диагонали 2,4" (6 см) и QVGA-разрешением (320×240 пикселей), поставляемые компанией Samsung SDI производителю телефонов – фирмой Kyocera (Япония).