

# АВТОМОБИЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

В.Васильев

## ОБРАБОТКИ И ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

**Сегодня в автомобильном бизнесе очень быстро растет спрос на информационные технологии, обеспечивающие повышение эффективности и безопасности работы автотранспорта, а также защиту окружающей среды. Разработка интеллектуальных транспортных систем, которой в развитых странах уделяют серьезное внимание, требует совершенно новой концепции взаимодействия автомобиля и дорожной инфраструктуры. Различные подходы к решению этой проблемы были предметом рассмотрения ряда международных симпозиумов последних двух лет.**

### ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

В Японии на разработку интеллектуальной транспортной системы (ИТС) направлена государственная программа “Автомобильная информационно-коммуникационная система”, которая развивает так называемую автомобильную информационную систему будущего с использованием ПК для ИТС\*. Основные компоненты системы – это развитая дорожная инфраструктура с возможностью получения информации, ее обработки и поставки потенциальным потребителям и встроенный в автомобиль ИТС-терминал (или ИТС-платформа), включающий в себя навигационную, управляющую и коммуникационную подсистемы. Схематичное построение ИТС-платформы приведено на рис.1.

В первую очередь, интерес представляет работа навигационной системы, выполняющей четыре основные функции: указывать текущее положение автомобиля, осуществлять поиск оптимального маршрута и ведение по нему, показывать места, представляющие интерес для водителя (гостиница, ресторан, заправка и т.д.). Информация с датчиков автомобиля и спутниковой антенны обрабатывается в ПК (с DOS или Windows) и отображается в виде конкретных карт на дисплее приборной доски. Здесь следует отметить, что с 1995 г. в Японии действует система “Вид с высоты птичьего полета”, поставляющая картографическую информацию.

На рис.2 показано, как происходит взаимодействие ИТС автомобиля и дорожной инфраструктуры. При этом водитель может пользоваться также и телефонными услугами, включая электронную почту и Интернет. Названия, функции и цены служб информационного обеспечения на дорогах Японии, работающих по сотовой связи, приведены в табл.1. Как видно из таблицы, наиболее дорогая служба – интеллектуальная система ведения автомобиля по дороге.

В будущем функции ИТС расширятся и охватят практически все аспекты уличного движения, даже пешеходного: новые навигационные системы; система сбора электронной оплаты; помощь безопасному вождению; оптимизация управления дорожным движением; повышение эффективности управления дорогами; поддержка общественного транспорта; повышение эффективности работы коммерческого автотранспорта; повышение безопасности пешеходного движения; поддержка работы автомобилей скорой помощи.

При традиционной реализации систем управления автомобилем и его информационных систем, когда программы и электронные устройства каждого блока работают независимо в течение всего срока службы автомобиля, объем программного обеспечения может превысить критический уровень. Электронные же устройства (ПК, дисплей и т.п.) при типичном для развитых стран сроке службы автомобиля 7–9 лет через 3–4 года неизбежно достигнут морального износа. Чтобы всего этого избежать, необходимо сделать архитектуру ИТС автомобиля открытой. В результате появится возможность использовать программы, заложенные в дорожной информационной инфраструктуре, а также заменять информационно-электронные блоки автомобиля. Можно сказать, что открытый стандарт означает сочетание интересов автомобилестроителей и потребителей в течение всего срока эксплуатации машины.

Такой подход к автомобилю как к системе, открытой для последующей модернизации, был продемонстрирован на примерах концептуальных решений Dodge ESX-2 и Jeep Commander на автошоу в Детройте соответственно в 1998 и 1999 годах. В варианте Dodge ESX-2 функции управления и коммуникаций выполняет дешевый “ракушечный” ПК, умещающийся на ладони, который вставляют в специальный выступ (карман) на панели инструментов, как стакан в подстаканник. ИК-приемопередатчик, располагаемый в кармане за компьютером, служит коммуникационным интерфейсом между ПК и электронными системами автомобиля. Сотовый модем осуществляет беспроводное мобильное соединение с Интернетом в большинстве урбанизированных регионов. Традиционный способ встраивания ПК и дисплея в приборную панель был отклонен из-за того, что он ограничивает возможность замены вычислительного устройства в ходе развития микропроцессорной технологии или при изменении требований потребителя.

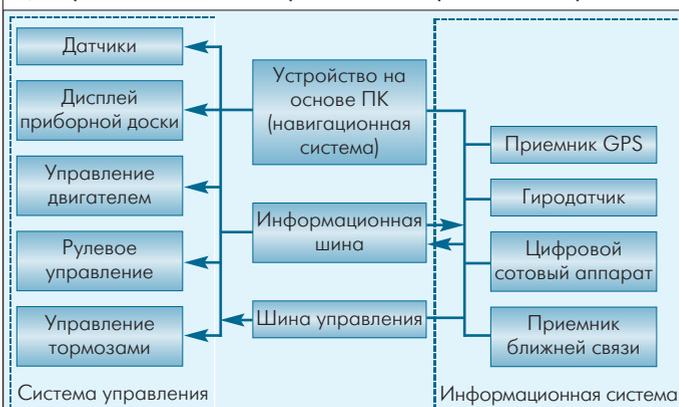
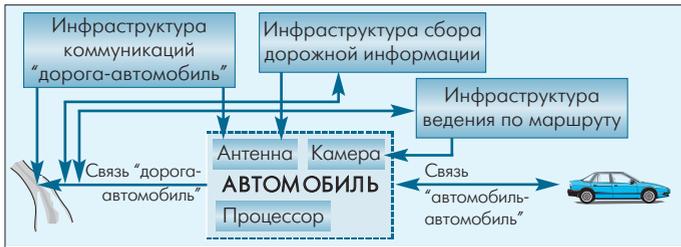


Рис.1. Архитектура платформы ИТС

\*См. также: ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 1999, №3, с.42–44



**Рис.2. Взаимодействие ИТС автомобиля с дорожной инфраструктурой и другим транспортом**

Для отображения информации в варианте Dodge ESX-2 применен дешевый пассивно управляемый ЖК-дисплей размером 17 см по диагонали, с разрешением 640x240 пикселей и возможностью воспроизведения до 256 различных цветов. Работу с опциями можно вести через сенсорный мембранный экран, хотя у ПК есть и клавиатура. В исходное меню входят функции: аудио, климат, параметры автомобиля и управление ими через ИК-порт, погода, Интернет, домашняя электронная сеть, состояние дорожного движения, телефонная связь. Недостатки такого дисплея – трудность считывания при высоком уровне внешней освещенности и узкий угол обзора.

При создании инфотронного автомобиля следующего поколения Jeep Commander конструкторы скорректировали подход Dodge ESX-2. Они сохранили концепцию малогабаритного процессора, но дисплей интегрировали в центр приборной доски над радиоприемником. Качество отображения используемого активно управляемого ЖК-дисплея намного выше, так как он обеспечивает полноцветное изображение большего размера (18 см по диагонали) и разрешения (852x480 пикселей) с большей яркостью и расширенным диапазоном угла обзора. Более мощный компьютер позволяет пользоваться более удобным, чем сенсорное, голосовым управлением. Число опций по сравнению с ESX-2 даже уменьшено: телефон, безопасность, Интернет, навигация, мобильный офис, автомобильная сеть, однако доступ в Интернет позволяет получать информацию о погоде, дорожном движении и по другим вопросам. При этом включение аудиоаппаратуры происходит с помощью обычной кнопки. Наиболее полезная для водителя информация в Интернете – о дорожном движении в реальном времени, ремонтных мастерских, заправочных станциях и ценах в них, о ресторанах, их меню и даже возможности зарезервировать в них место – может поставляться в урбанизированных районах США бесплатно.

Информационная система автомобиля, аналогичная приведенным зарубежным, разработана и в российской компании “Концепт Инжиниринг” (Москва). На графическом пассивно управляемом ЖК-дисплее в одном или двух окнах выводится информация по девяти основным функциям: часы (с переходом на летнее и зимнее время) и календарь; регулировка контраста дисплея; калькулятор; спутниковая навигация; двусторонний обмен информацией по сотовому каналу; пейджинговая связь; прием радиоданных стандарта RDS EON о дорожной обстановке; контроль безопасности парковки с звуковым и визуальным предупреждением; климат-контроль в салоне с автоматическим и ручным управлением.

На рис.3 приведена схема расположения компонентов отечественной ИТС и основных электронных узлов автомобиля.

Недостатки отечественной системы – ручное управление функциями и низкий контраст дисплея на супертвист-эффекте, хотя, следует признать, при необходимости систему легко модернизировать.

## АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДИСПЛЕИ

Вопрос построения дисплея, совместимого с современными ПК и удовлетворяющего повышенным требованиям к эксплуатации на борту автомобиля, имеет первостепенное значение. В общих чертах автомобильный дисплей вместе с процессором должны обладать качеством военных систем и ценой гражданских. Конкретные требуемые технические, эргономические и эксплуатационные параметры автомобильных дисплеев приведены в табл.2, где также показано, в какой степени эти параметры обеспечены основными перспективными технологиями: жидкокристаллической (ЖК), тонкопленочной электролюминесцентной (ТПЭЛ), полевой эмиссионной (ПЭ) и органической люминесцентной светодиодной (ОргСД).

Как видно из табл.2, все рассматриваемые технологии подходят для автомобильного применения, однако и все они обладают серьезными недостатками. Поскольку мировой уровень изготовления ЖК-дисплеев достиг массового производства, приборы этого типа имеют низкую стоимость. Однако их срок службы пока ограничен старением люминесцентной подсветки. Главный же недостаток ЖК-дисплеев – температурное изменение параметров и необходимость подогрева для начала работы при низких температурах. Хотя ТПЭЛ-дисплеи хорошо работают в заданном диапазоне температур, необходимость использования высоковольтных драйверов приводит к высокому энергопотреблению и низкой надежности. В сочетании с малым объемом производства данного вида дисплеев это создает высокую их стоимость. ПЭ-дисплеи имеют наилучшие цветовые характеристики и хорошо работают при любых температурах, включая и низкие. Основной их недостаток – необходимость применения высоких напряжений (до 6 кВ), что ухудшает их электромагнитную совместимость, требует использования режима повышенной яркости при высоком уровне освещения и, соответственно, сокращает срок службы. Формирование инфраструктуры производства и рынка для ПЭ-дисплеев находится на начальной стадии. Одной из самых перспективных технологий для автомобильного применения считается органическая светодиодная. Дисплеи, созданные по этой технологии, наряду со всеми преимуществами обычных излучательных дисплеев (яркостью, контрастом, углом обзора, температурной стабильностью параметров) имеют и дополнительные достоинства, объясняемые особенностями материалов: низкие рабочие напряжения и малую стоимость. И это несмотря на низкий уровень их производства. Для дисплеев на СД предстоит еще решить задачи, связанные со старением, влагостойкостью, острым изображением.

Различные фирмы мира предлагают для всех перечисленных технологий решения, которые позволяют если не ликвидировать полностью названные недостатки, то значительно снизить их влияние на потребительские свойства изделий. Так, фирма Three-Five Systems (США) разработала ЖК-дисплей высокой яркости, в котором одна из

**Таблица 1. Службы информационного обеспечения**

Служба	Функции и обеспечиваемая информация	Вступительный взнос, долл.	Годовой взнос, долл.
Интеллектуальная система ведения дорожного движения	Оптимальный маршрут до места назначения Новости, прогноз погоды Информация о перекрестках	50	360
Операции по оплате	Пробки, построение в рядах, дорожный контроль Парковки, заправки, рестораны Новости, прогноз погоды	25	60
Межнавигационная система	Установление пункта назначения и курса Связь с Интернетом Парковки, заправки, рестораны	25 (с июня 1999 г. бесплатно)	60 (с июня 1999 г. бесплатно)
Компас-связь	Парковки, заправки, рестораны Новости, прогноз погоды Ответы операторам	35	300
Мобильная связь	Отели, рестораны, кино, новости, ТВ	Бесплатно	Бесплатно

Таблица 2. Параметры автомобильных дисплеев

Параметр дисплея	Требуемое значение	Достижимые значения			
		ЖК	ТПЭЛ	ПЭ	ОргСД
Электромагнитная совместимость	См.табл.3. Полное соответствие – 100%	70%	40%	50%	90%
Стандарт разрешения	640x480 цветных пикселей (VGA)	>VGA	>VGA	>VGA	>VGA
Яркость, кд/м <sup>2</sup>	400	350	200	300	300
Минимальный контраст при солнечном освещении (30000 лк)	20:1	15:1	17:1	5:1	17:1
Минимальный контраст при обычном освещении	300:1	150:1	>300:1	>300:1	>300:1
Управление цветом	Стандарт SPMT 170-1994 6 бит на подпиксел	Хуже >6 бит	Хуже >6 бит	Хуже >6 бит	Хуже >6 бит
Диапазон угла обзора, °	160	120	160	160	160
Быстродействие	Частота кадров во всем температурном интервале 30 Гц	Нет для < -10°C	Да	Да	Да
Длительность остаточного изображения	Максимум 5 с после 2 ч	Да	Да	Нет	Нет
Подсветка	Желательно без подсветки	Нужна	Не нужна	Не нужна	Не нужна
Диапазон рабочих температур, °С	-40...+85	-30...+65	-40...+85	-40...+85	-40...+85
Температурная стабильность параметров в диапазоне -40...+85°C	80% от значения при 25°C	40%	>80%	>80%	<80%
Время работы по уровню 50% яркости, ч	10 000	<10 000	>10 000	<10 000	<10 000
Тип производства	Массовое	Да	Нет	Нет	Нет
Стоимость дисплейного модуля, долл./см <sup>2</sup>	От 0,8 до 1,5	В 1,5 раза выше	В 2,5 раза выше	В 2,5 раза выше	В 1,2 раза выше

подложек одновременно и пропускает, и отражает свет. При низком уровне внешнего освещения свет, излучаемый светодиодом подсветки, распространяется по световодной подложке и затем проходит через синтезируемые символы. При высоком уровне освещенности дисплей работает в отражательном режиме. Благодаря устройству подложек ЖК-дисплей с 2x10 отображаемыми символами имеет только четыре светодиода в модуле подсветки и потребляет всего 0,26 Вт, в то время как светодиодный дисплей с 2x7 знаками и 18 светодиодами в каждом знаке потребляет 1,11 Вт. Аналогичный вакуумно-люминесцентный дисплей потребляет 0,4 Вт. Правда, надо признать, что в целом энергопотребление дисплея чрезвычайно мало по сравнению с общим потреблением ПК и коммуникаций. Как показали испытания, за восемь часов работы приемопередатчик потребляет 9193, контроллер 17617, дисплей 25, а подсветка 19 Дж.

Фирмой West Advanced Display Technologies (Канада) разработаны твердотельные ТПЭЛ-дисплеи с высокой устойчивостью к внешним воздействиям. Без дополнительного подогрева ТПЭЛ-дисплей начинает светиться при -40°C, мгновенно достигая рабочих оптических характеристик. Твердотельные дисплеи работают свыше 1000 ч при температуре 65°C, влажности 95% и успешно проходят 12-часовые испытательные циклы на тепловой удар при резком изменении температуры и влажности (соответственно от -40 до +65°C и от 0 до 100%). Срок службы полноцветного ТПЭЛ-дисплея по уровню 0,5 от исходной яркости составляет более 20 000 ч, а монохромного – более 70 000 ч.

Компания Candescant Technologies (США) предлагает тонкую электронно-лучевую трубку (ЭЛТ), в которой сочетаются традиционные достоинства обычных ЭЛТ (цвет, надежность, яркость, угол обзора) и плоскочелюстных ПЭ-дисплеев (малый поперечный размер). Предлагаемый модуль, состоящий не из одного, как в обычной ЭЛТ, а из матрицы катодов, каждый из которых представляет собой более 5000 микроизлучателей диаметром около 150 нм, имеет толщину всего 3,5 мм. Управляющее напряжение позволяет использовать обычные для трубок люминофоры. Такая плоская ЭЛТ обеспечивает надежное отображение информации в диапазоне от -40 до +85°C при скачке темпера-

тур более 20°C/мин, имеет угол обзора до 170°, контраст свыше 6:1 при дневном и свыше 100:1 при ночном свете. Диапазон температур хранения от -55 до +100°C.

Много перспективных разработок предложено для органических излучательных дисплеев. Стоит упомянуть устройство, созданное корпорациями Universal Display (США) и Luxell Technologies (Канада), со светящимися символами на прозрачном фоне. Подложки могут быть из гибкого полимерного материала, что позволяет размещать дисплей на лобовом стекле. Достижения в области создания поликремниевых тонкопленочных транзисторов для ЖК-дисплеев успешно использованы в разработке дисплея на органических СД университета Lehigh (США).

**Расположение дисплея в автомобиле.** Где расположен

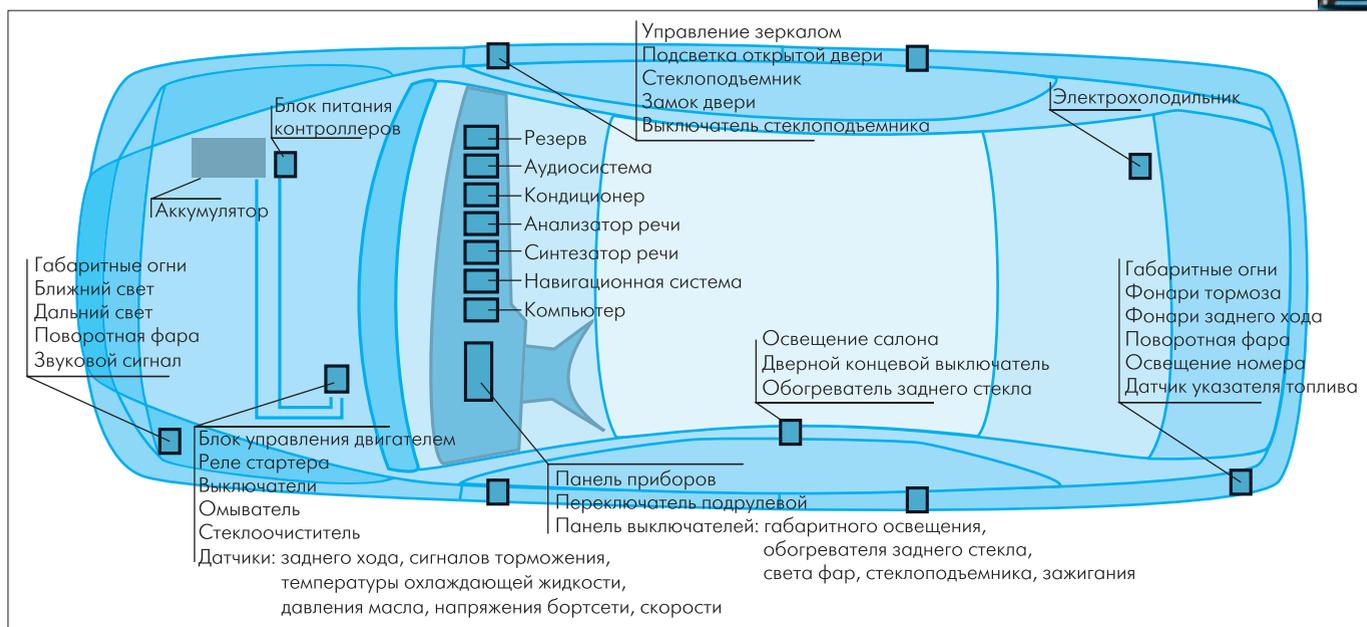
дисплей или формируемое им изображение относительно головы водителя, имеет большое значение, и в разработках рассматривают три основные конфигурации: ниже, выше и перед головой, в том числе наשלменные. Дисплеи первого типа хорошо известны. Они обычно расположены на приборной панели или, как отмечалось выше, вместе с процессором в специальном кармане. В последних разработках автомобилей предусмотрена возможность поворота дисплея, если у него неудовлетворительные угловые характеристики.

Средства отображения, формирующие изображение перед лицом водителя, состоят из устройства формирования яркого изображения, проекционной системы и лобового стекла в качестве экрана. В совместной разработке General Motors, Delco Electronics (США) и Futaba (Япония) 1997 года устройством формирования изображения служит матричный вакуумно-люминесцентный дисплей (ВЛД) с активным управлением. КМОП-подложка площадью 2,9x1,4 мм содержит 80x40 катодолуминесцентных пикселей, что позволяет отображать скорость автомобиля, расстояние и направление до пунктов, встречающихся по пути, и другую информацию приборной доски. Полный размер дисплейного модуля 6,4x2,8 см, благодаря чему ВЛД легко интегрировать в машину. Данный ВЛД имеет очень высокую яркость (32 500 кд/м<sup>2</sup>). С помощью проекционной системы, состоящей из ряда зеркал, изображение увеличивается и проецируется на лобовое стекло так, что водитель видит изображение на расстоянии 2,5 м перед собой (рис.4). В ночное время водитель может ослабить яркость изображения в 100-1000 раз.

Проекционная система, позволяющая формировать изображение с большим разрешением (до 1920x1080 пикселей) независимо от

Таблица 3. Допустимые пределы электромагнитного излучения

Диапазон частот, МГц	Амплитуда, дБ/м	
	Узкополосное	Широкополосное
0,4–75,167	28	41
20–75,167	15	28
75,167–119,132	15	38
119,132–375	15	28
375–1000	25–34,5	38–47,8



**Рис.3. Схема расположения в автомобиле компонентов ИТС и основных электронных узлов**

температуры и влажности, предложена фирмой Silicon Light Machines (США). Лучи света от лазерных светодиодов направляются на управляемую дифракционную решетку, которая способна за время 20 нс пустить световой пучок в определенном направлении с дифракционной эффективностью до 81%. Диапазон изменения контраста изображения достигает 1000. Сканирующее устройство создает двумерное изображение с частотой кадров до 100 Гц. Дифракционная решетка выдерживает чрезвычайно высокую плотность светового потока – до 5 кВт/см<sup>2</sup>, что позволяет использовать эту систему при большой дневной освещенности.

Разработанная на фирме Cybernet Systems (США) концепция на- шлемного устройства обеспечивает водителя возможностью “видеть и говорить” вместо “указывать и нажимать” при управлении как автомобилем, так и компьютером. При этом на дисплее размером 10х10 мм с разрешением 640х480 или 25х25 мм с разрешением 1280х1024 и полем зрения до 40° отображается большой объем тактической и стратегической информации, включая графическую информацию, планы, карты с символами, тексты. Разработчиками проведены детальные эргономические исследования по положению системы относительно центра тяжести головы, формированию изображения перед зрачком глаза водителя и характеру речи произносимых команд для лучшего ее распознавания. Кроме речевого управления системой в целом, в оправу дисплеев встроены процессоры для управления курсором и свето- и фотодиоды ИК-диапазона, отслеживающие направление взгляда.

С подобной же архитектурой предложена система ночного видения в совместной разработке Pilkington Optronics (Шотландия) и Jaguar Cars (Англия). Дорога освещается специальными фарами, излучающими в ближнем ИК-диапазоне, а наблюдение за дорогой в этой области спектра ведется ПЗС-камерой. После преобразования в

видимый диапазон изображение с помощью ЖК-дисплея проецируется на зеркало, находящееся перед лобовым стеклом.

**Проблемы производства автомобильных дисплеев.** Мировой рынок автомобильных дисплеев в период с 1996 по 2004 гг. составляет:

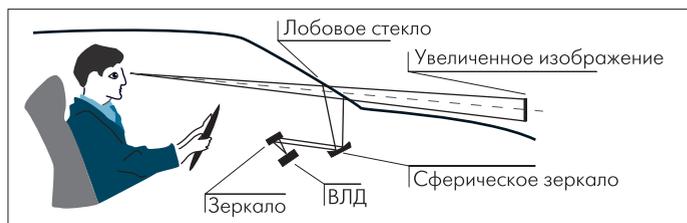
1996.....	1 млн.шт.	2002 (прогноз).....	9 млн.шт.
1999.....	3 млн.шт.	2004 (прогноз).....	12,5 млн.шт.

Чтобы сформировать такой рынок, производственные планы предприятий при начальном объеме выпуска дисплеев в 30–50 тыс.шт. в год должны предусматривать возможность быстрого роста (на порядки) в течение нескольких лет. Удовлетворить быстрорастущие потребности автомобилестроителей можно, прежде всего, используя технологии обработки более крупных подложек. Как видно из табл.4, количество дисплеев с одной подложки и, следовательно, производительность производства и стоимость изделия, зависят от уровня производства.

**Таблица 4. Объем выпуска дисплеев размером 14 см по диагонали**

Параметр	Поколение производства		
	I	II	III
Размер материнской подложки, мм	300х400	400х500	550х650
Исходный объем выпуска подложек в месяц, шт.	5 000	10 000	30 000
Количество дисплеев на подложке, шт.	6	9	25
Нормативный выход годных	0,90	0,95	1,0
Объем выпуска дисплеев в месяц, шт.	27 000	85 500	750 000
Объем выпуска дисплеев в год, шт.	324 000	1 030 000	9 000 000
Относительная стоимость дисплея	1,4	1,2	1

Таким образом, при использовании новых технологий растет процент выхода годных изделий, и появляется возможность оперативно удовлетворять потребности автомобилестроителей, которые уже сегодня требуют поставлять партии не менее 500 тыс. штук в год. Работа с большими подложками, несмотря на более крупные капиталовложения в создание и освоение производства, позволит снизить и цену дисплея.



**Рис.4. Схема формирования изображения на лобовом стекле**

Материалы 5-го (1998) и 6-го (1999) симпозиумов по стратегии технологии плоскочастотных и автомобильных дисплеев (FPD), США; 29-го (1998) и 30-го (1999) симпозиумов Общества информационных дисплеев (SID), США; Международных дисплейных совещаний (IDW) 1998 и 1999 гг., Япония.