

Способ адаптации к приборам ночного видения ЖК-модуля со светодиодным узлом подсвета.

ООО «Фотооптик», Россия, Обнинск, filters@photooptic.ru

В настоящей работе на примере ЖК-модуля «РЕКАМ» (диаг. 8") показана принципиальная возможность адаптации к ПНВ жидкокристаллических дисплеев путем размещения в них дополнительного ИК-светофильтра толщиной 30-50 мкм. Такая модернизация не требует изменений в конструкции корпуса ЖК-модуля. Разборка модуля на составные части – *корпус, светодиодную линейку, светоклин, блок пленок 3М и ЖК матрицу*, установка дополнительного светофильтра ИК-адаптера и сборка модуля с дополнительным светофильтром не представляет особой сложности и требует только аккуратности и чистого помещения.

Цель работы: определить оптимальный способ размещения NV светофильтра ИК-адаптера на гибкой подложке внутри ЖК-модулей со светодиодным узлом подсвета для адаптации к приборам ночного видения (ПНВ).

В качестве объекта исследований был выбран ЖК-модуль «РЕКАМ» (диаг. 8").

Работа включает в себя выбор способа расположения ИК-адаптера внутри ЖК-модуля, измерение коэффициента адаптации (K_a), а также NVIS radiance (NRb) и координат цветности в соответствии со стандартом MIL-STD-3009.

Измерения спектров излучения ЖК-модуля (Рис. 1) проводились в режиме красного и белого цветов на спектрорадиометре MAS-40.

По измеренным спектрам излучения исходного (неадаптированного) ЖК-модуля были рассчитаны значения K_a , NRb и координаты цветности u' v' . Результаты представлены в Табл. 1.

Таблица 1.

Светотехнические параметры неадаптированного ЖК-модуля «РЕКАМ».

Состав ЖК модуля: *светоклин - блок пленок 3М - ЖК матрица*.

Состав ЖК модуля	Режим цвета	K_a	NRb		Координаты цветности		
			Значение	Соответствие MIL-STD-3009	u'	v'	Соответствие MIL-STD-3009
<i>Светоклин – блок пленок 3М - ЖК матрица</i>	белый	11,65 %	7,30E-09	—	0,192	0,442	—
<i>Светоклин - блок пленок 3М - ЖК матрица</i>	красный	43,95 %	2,79E-08	—	0,389	0,520	—

Видно, что исходный ЖК модуль имеет параметры NRb и координаты цветности u' v' не соответствующие требованиям MIL-STD-3009.

В качестве светофильтра ИК-адаптера был выбран светофильтр SP647W28/SP830W28 ($\lambda_{0,3} = 641$ нм) на подложке из прозрачной пластиковой пленки толщиной 30 мкм).

Было рассмотрено два варианта размещения NV светофильтра - гибкого ИК-адаптера в ЖК-модуле «РЕКАМ».

Вариант № 1. ЖК-модуль дополнен ИК адаптером и собран в последовательности: *светоклин – блок пленок 3М – гибкий ИК-адаптер – ЖК матрица*.

По измеренным спектрам излучения ЖК-модуля в составе *светоклин – блок пленок 3М – гибкий ИК-адаптер – ЖК матрица* рассчитаны значения K_a , N_{rb} и координат цветности $u' v'$. Результаты представлены в Табл. 2.

Таблица 2.

Светотехнические параметры адаптированного ЖК-модуля «РЕКАМ».

Состав ЖК-модуля: *светоклин – блок пленок 3М – гибкий ИК адаптер – ЖК матрица*.

Состав ЖК модуля	Режим цвета	K_a	N_{rb}		Координаты цветности		
			Значение	Соответствие MIL-STD-3009	u'	v'	Соответствие MIL-STD-3009
<i>Светоклин - блок пленок 3М - ИК адаптер - ЖК матрица</i>	белый	1,23 %	7,64E-10	+	0,201	0,466	+
<i>Светоклин - блок пленок 3М - ИК адаптер - ЖК матрица</i>	красный	3,47 %	2,31E-09	+	0,396	0,525	+

При таком варианте сборки модуля все светотехнические параметры соответствуют стандарту MIL-STD-3009 при наблюдении под углами $\pm 30^\circ$ к нормали. При наблюдении под большими углами $50-60^\circ$ к нормали в режиме красного свечения происходит искажение красного цвета, фактически красный цвет превращается в черный.

Вариант № 2. ЖК-модуль дополнен ИК адаптером и собран в последовательности: *светоклин – гибкий ИК адаптер – блок пленок 3М – ЖК матрица*.

Рис. 2 и 3 иллюстрируют этапы разборки модуля на составные части и размещения внутри него гибкого светофильтра ИК-адаптера. На Рис.4 – вид включенного адаптированного по Варианту № 2 ЖК-модуля «РЕКАМ».

По измеренным спектрам излучения ЖК-модуля в составе *светоклин – гибкий ИК-адаптер – блок пленок 3М – ЖК матрица* рассчитаны значения K_a , N_{rb} и координат цветности $u' v'$. Результаты представлены в Табл. 3.

Светотехнические параметры адаптированного ЖК-модуля «РЕКАМ».
 Состав ЖК модуля: *светоклин – гибкий ИК адаптер – блок пленок МЗ– ЖК матрица.*

Состав ЖК модуля	Режим цвета	Ка	Nrb		Координаты цветности		
			Значение	Соответствие MIL-STD-3009	u'	v'	Соответствие MIL-STD-3009
<i>Светоклин - ИК адаптер – блок пленок МЗ - ЖК матрица</i>	белый	3,39 %	1,92E-09	+	0,178	0,477	+
<i>Светоклин - ИК адаптер – блок пленок МЗ - ЖК матрица</i>	красный	13,96 %	8,06E-09	+	0,395	0,528	+

В этом варианте сборки модуля все светотехнические параметры также соответствуют стандарту MIL-STD-3009, хотя значения их несколько выше, чем для Варианта № 1. В то же время угловые цветовые зависимости отсутствуют, (цвет в режиме красного свечения не темнеет при наблюдении под углами).

Таким образом, сборка по Варианту № 2 является предпочтительной.

Выводы

1. Показана возможность адаптации ЖК-модулей к ПНВ с помощью размещенного внутри модуля дополнительного пластикового светофильтра ИК адаптера толщиной 30 мкм, не требующая изменения конструкции корпуса.

2. Рассмотрено два способа размещения светофильтра ИК-адаптера в ЖК-модуле. Выбрано оптимальное по светотехническим характеристикам расположение ИК-адаптера, обеспечивающее сохранение цвета при больших углах наблюдения в режиме красного свечения. Последовательность рекомендуемой сборки ЖК-модуля с дополнительным фильтром: *светоклин – светофильтр ИК-адаптер – блок пленок МЗ – ЖК матрица.*

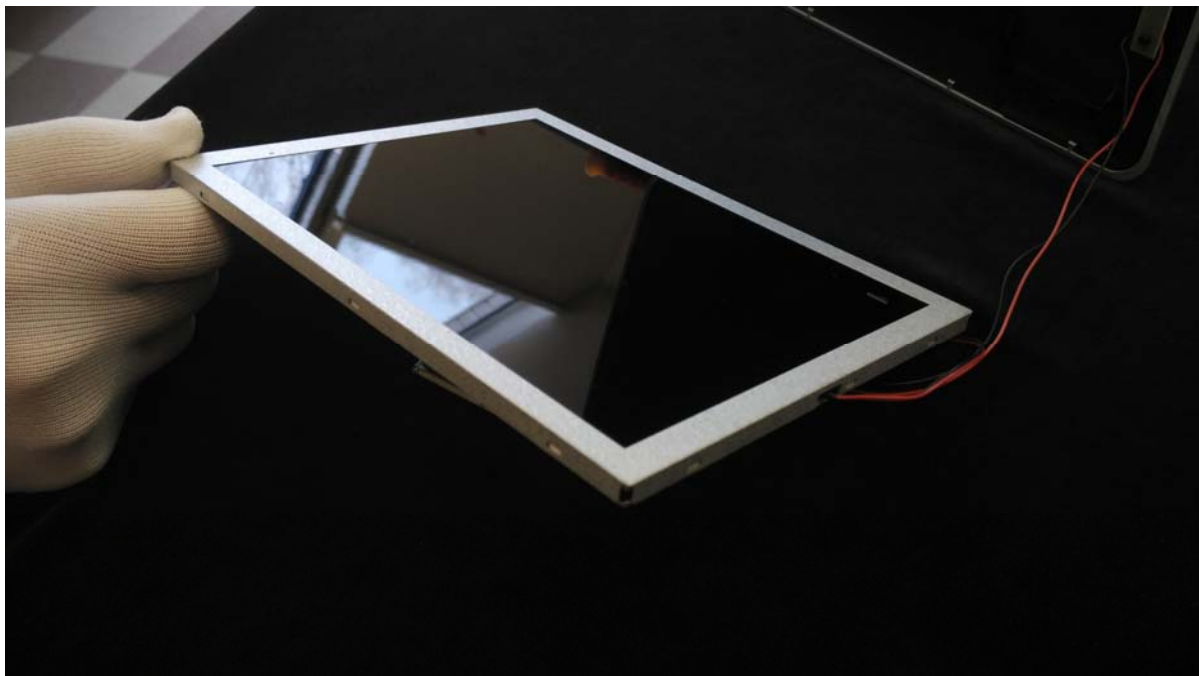


Рис. 1 ЖК-модуль «РЕКАМ».

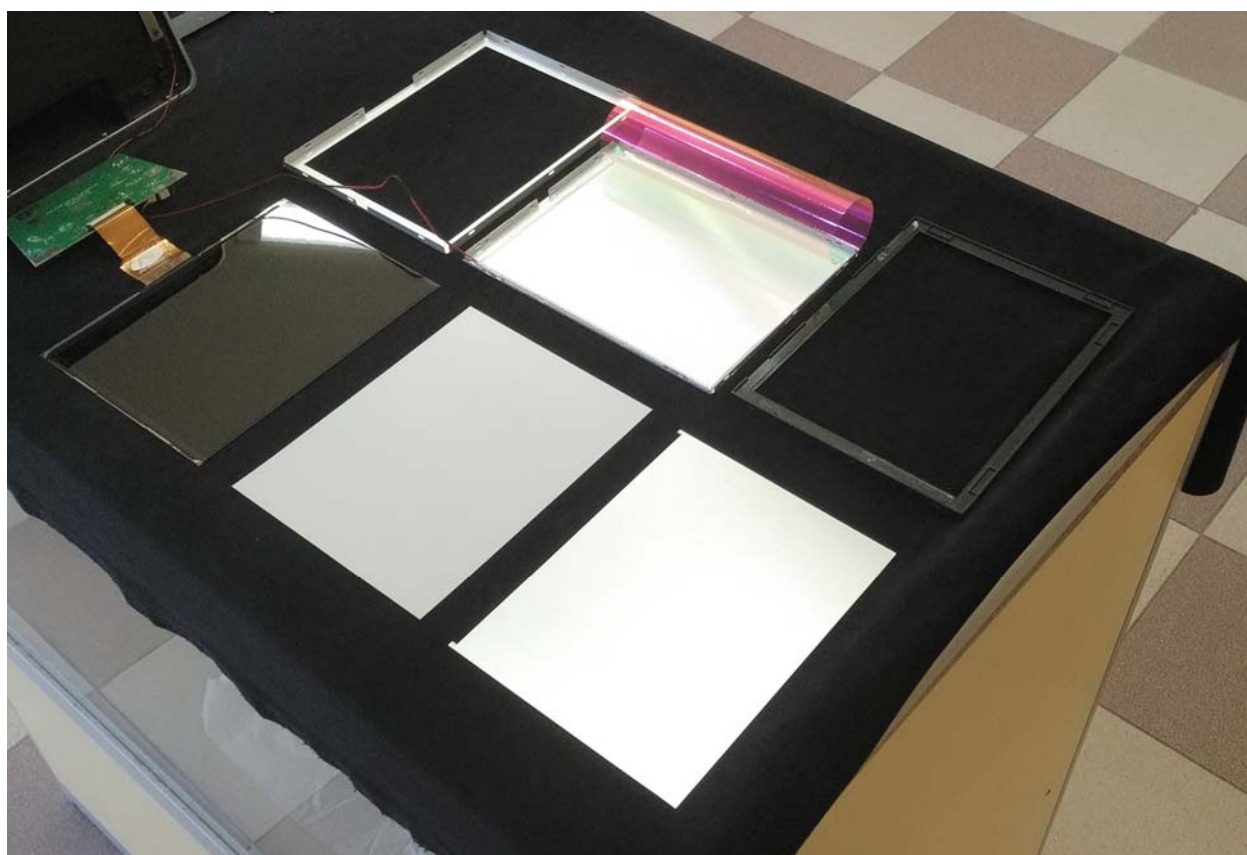


Рис. 2 Разобранный на составные части ЖК-модуль «РЕКАМ».

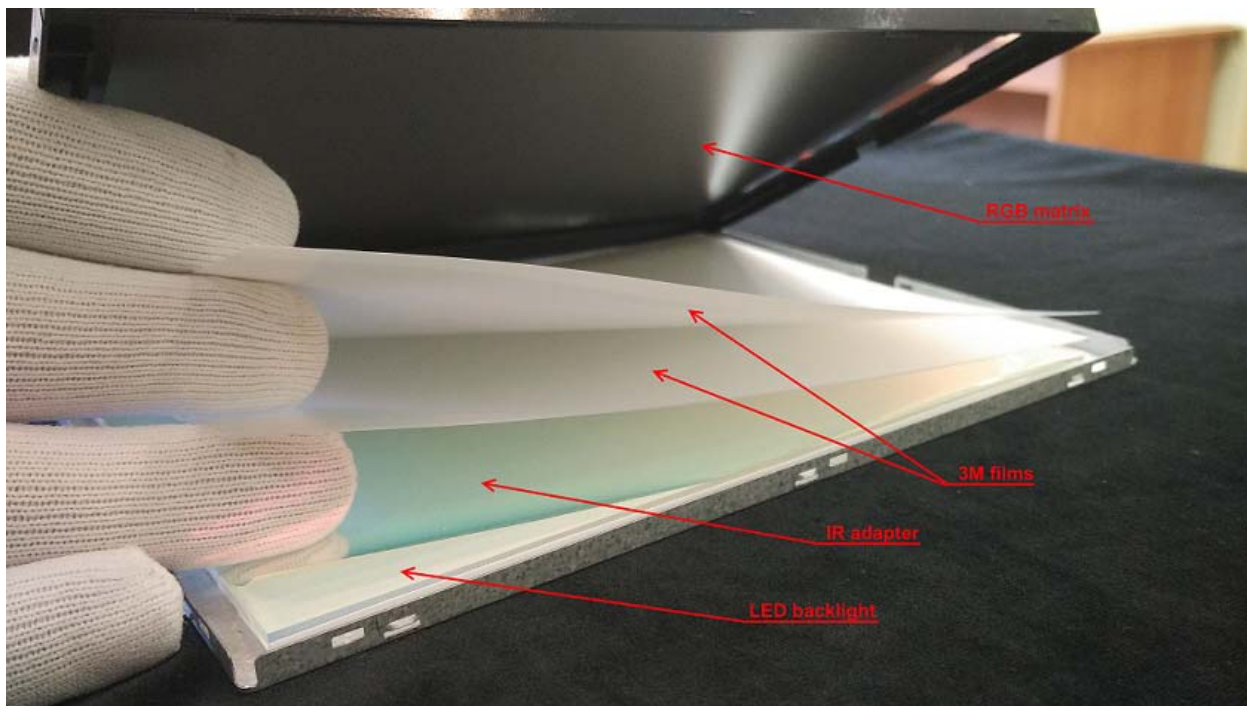


Рис. 3 Установка в ЖК-модуль дополнительного фильтра ИК-адаптера, Вариант №2.



Рис. 4 Адаптированный к ПНВ ЖК-модуль «РЕКАМ».