

Современные дисплеи для электронных устройств



Сивицкая Елена

Руководитель
Направления «Дисплеи»



Пушкарев Олег

Инженер
Направления «Дисплеи»



Содержание:

- Обзор технологий и производителей дисплейных решений
- Критерии выбора - тип матрицы, разрешение, интерфейсы, питание и много другое
- Обзор дисплеев по типам:
 - LCD-дисплеи: пассивные сегментные, стандартные символьные и графические
 - OLED-дисплеи: энергоэффективность и высокая контрастность
 - TFT-панели: цветные решения для требовательных приложений
 - E-Ink панели: сверхнизкое энергопотребление
- Практические примеры интеграции в промышленные и потребительские устройства
- Доступность и склад

Рекомендованные поставщики

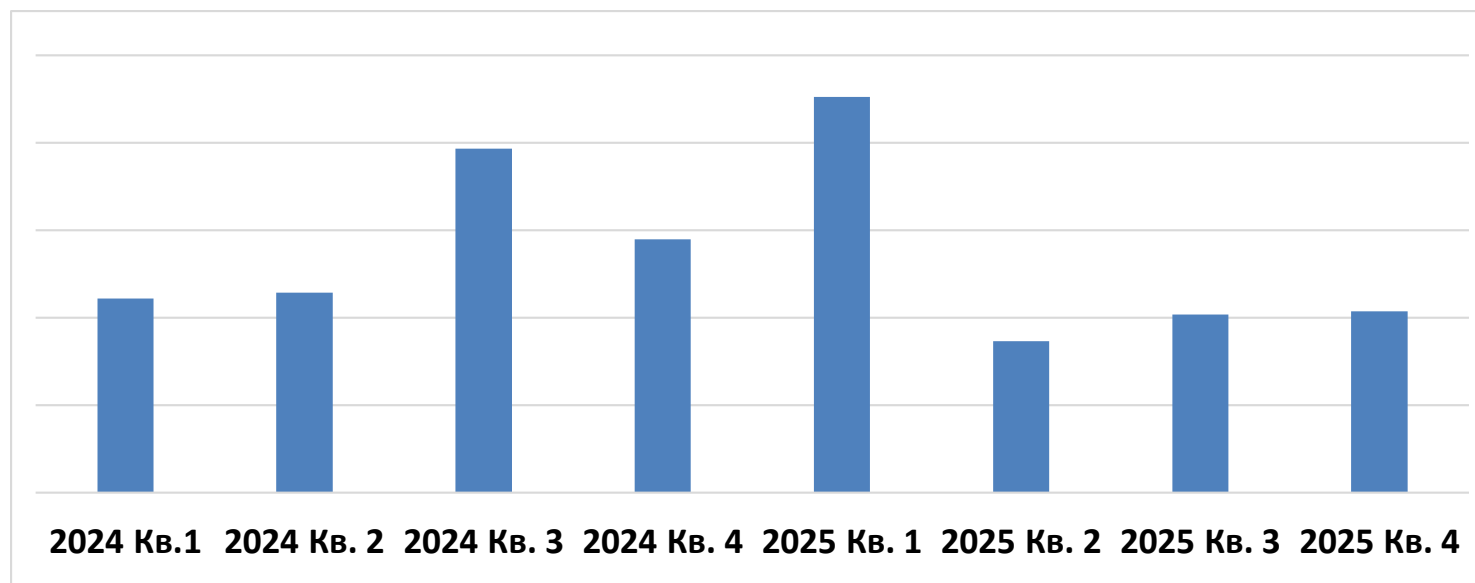
	Eshine	Blaze	Yes Optoelectronics (ANSHAN)	HTDisplay	Winstar	Genyu	Jirun	Sinda	Oswell	DWIN	Simair	Synocrystal	Kingtech	Golden Vision
LCD Стандартные (2x16,128x64)	★	★	★	★	★	★		★	★	★	★	★	★	★
Заказные LCD (стекло)	★	★	★	★	★	★			★		★	★		★
OLED	★	★			★		★	★				★		★
TFT (цветные)	★	★	★	★	★	★		★		★	★	★	★	★
SMART / HMI (Uart, CAN,...)					★					★		★		★
E-ink (электронная бумага)	★		★									★	★	
Сенсорные панели			★							★			★	★

Доступность дисплеев Winstar:

В сентябре 2024 года Winstar объявил о прекращении поставок в РФ. Прямые поставки остановлены.

- Поиск надёжных поставщиков Winstar в Китае
- Поиск альтернативных производителей

Динамика спроса на Winstar:



Сегодня:

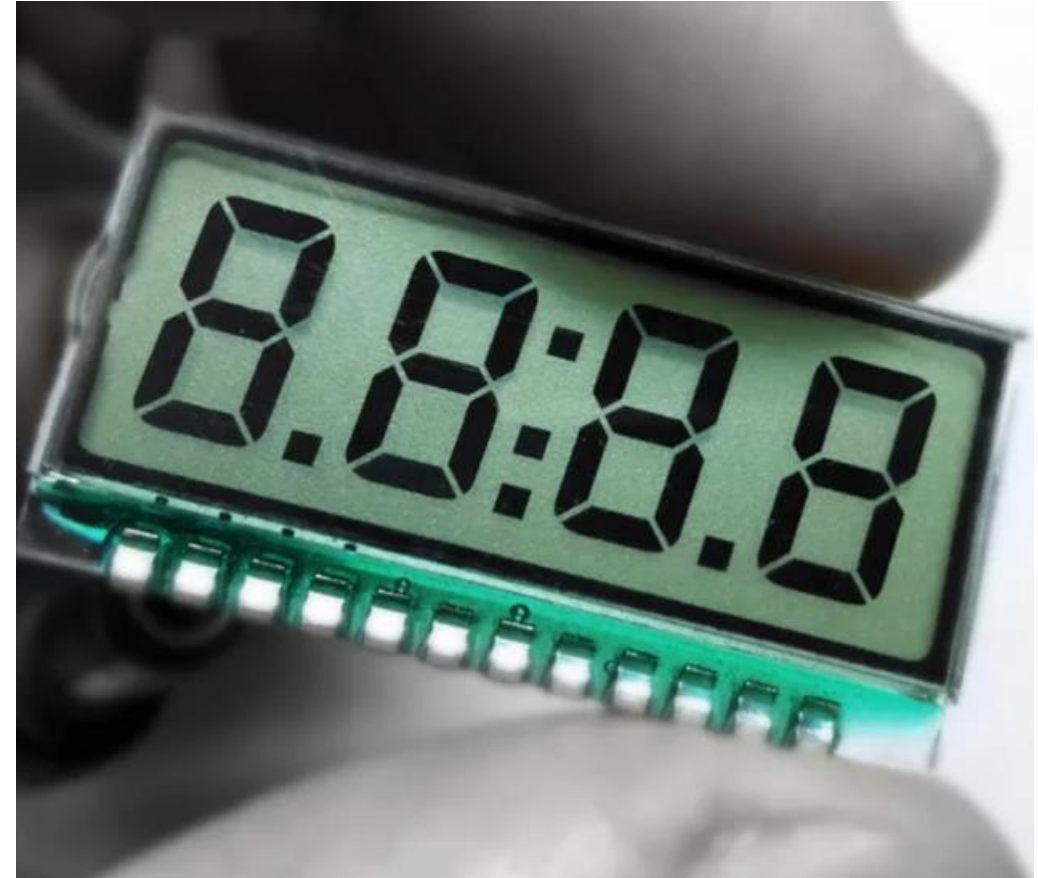
Winstar по прежнему доступен к заказу: 3 надёжных канала поставки с информационной и технической поддержкой

На складе Компэл: 165 наименований; > 70 000шт.

Пассивные сегментные LCD-дисплеи

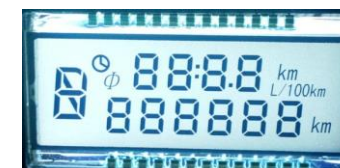
Дисплеи без электроники на борту – пассивное «стекло»

- Самый бюджетный вариант
- Минимальное потребление (мкА)
- Требуют внешней специализированной микросхемы драйвера или микроконтроллера со встроенным драйвером
- Только два основных цвета (темные сегменты на светлом фоне)
- В большинстве случаев - заказные
- Подсветка – это отдельный блок

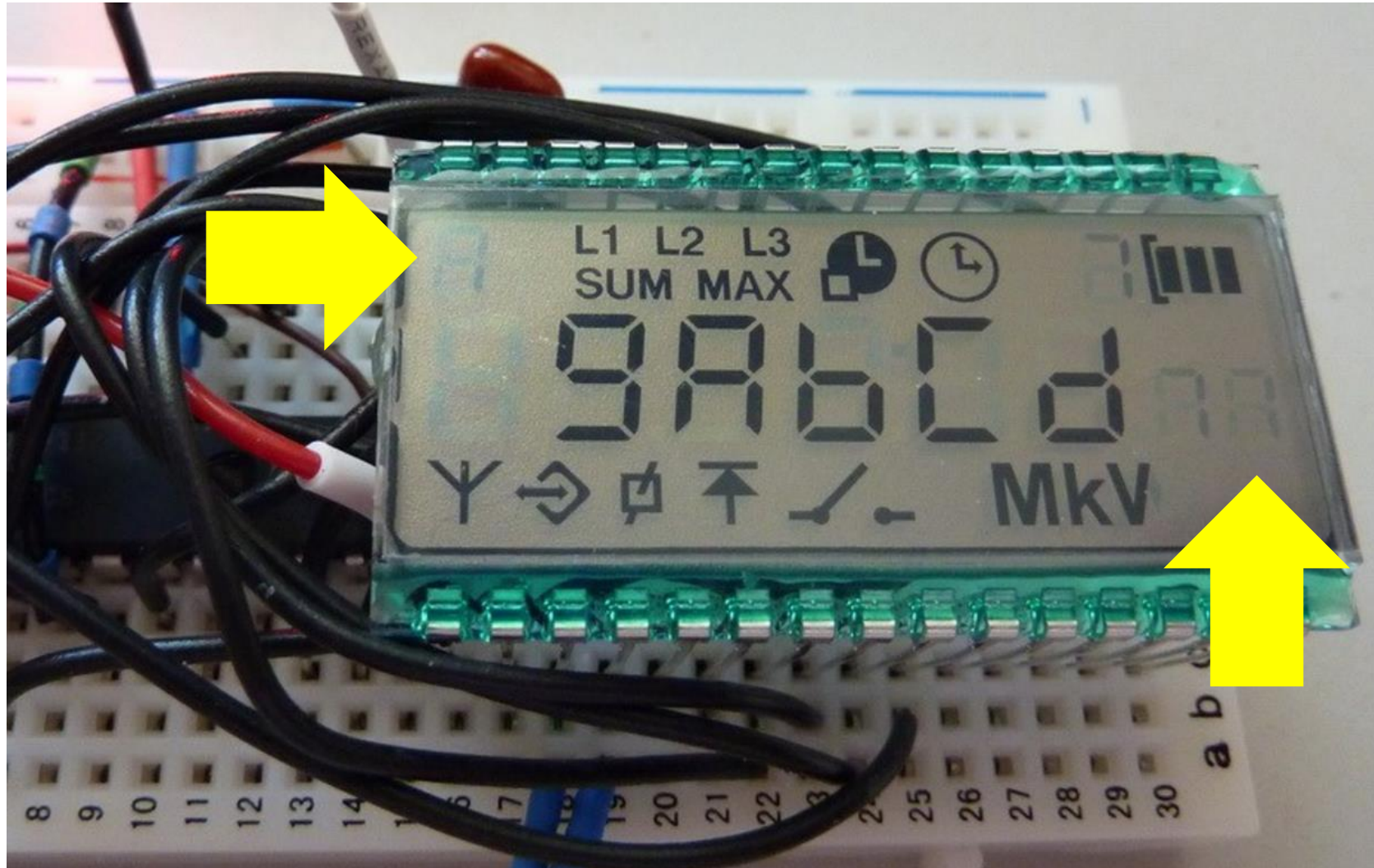


Пассивные LCD-дисплеи: недостатки и особенности

- **Контрастность:** Низкая. Черный здесь никогда не будет истинно черным, а белый — чистым. Изображение всегда выглядит немного «грязным» или серым.
- **Зависимость от температуры:** На холоде такие дисплеи начинают заметно «тормозить», а изображение становится блеклым (требуется температурная компенсация напряжения контраста). На жаре изображение может полностью потемнеть («заплыть»).
- **Визуальная инертность:** Из-за медленного отклика (до 200-300 мс) они плохо подходят для быстро изменяющегося изображения
- **Углы обзора:** Достаточно узкие. При отклонении головы наблюдателя от оптимального угла обзора контрастность быстро снижается (сегменты «пропадают»).
- **Перекрестные помехи:** Из-за отсутствия транзисторов у каждого пикселя, сигнал от одной активной строки может «подсвечивать» соседние пиксели. Это выглядит как паразитные тени или полосы на экране, особенно заметные при просмотре под углом.

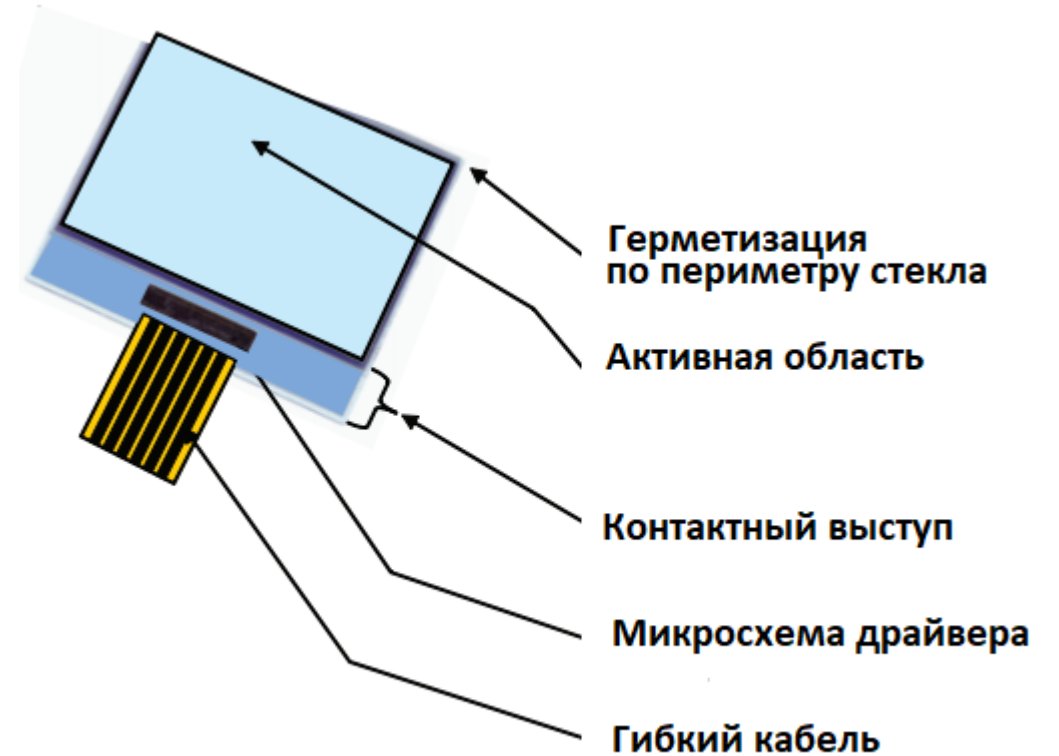


Пример подсвечивания соседних сегментов



LCD - Дисплеи COG (Chip-On-Glass)

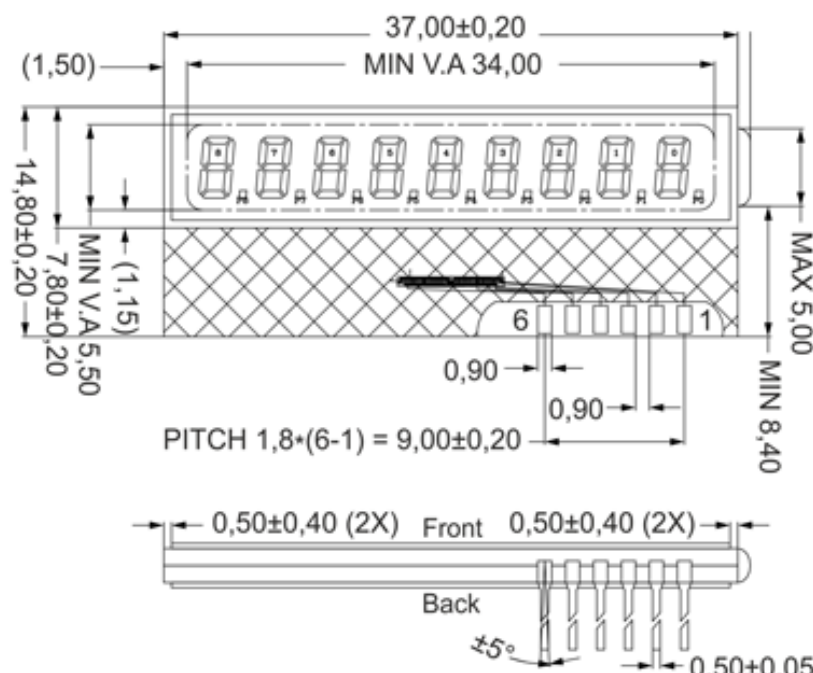
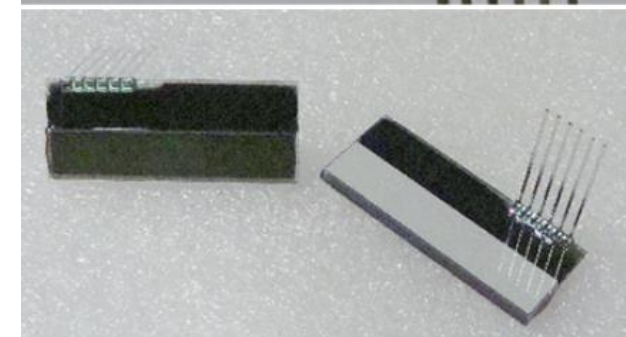
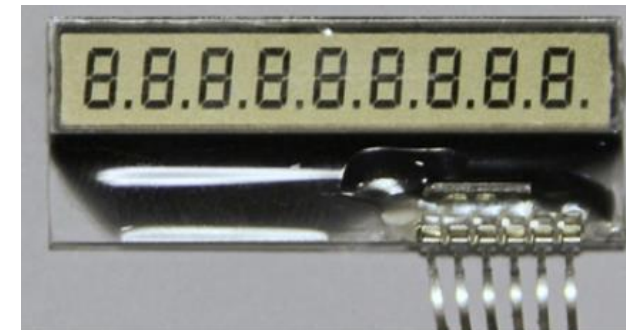
- COG = Микросхема драйвера на стекле
- Сегментные или графические
- Стандартные и заказные позиции
- Подсветка - разного цвета
- Потребление единицы – десятки мкА
- Малое число выводов
- Подключение – жесткие выводы или шлейф



Малопотребляющий дисплей L-KLS9-TN-3714-80-6P



- Аналог TIC33
- Темные сегменты на светлом фоне
- Угол обзора: 12 часов
- Метод управления: статический
- Рабочее напряжение: 3,0 В (тип.)
- Встроенный драйвер: ML1001-2U
- Рабочая температура: -20...70°C
- Размеры: 37,8x14,8x2,85 мм

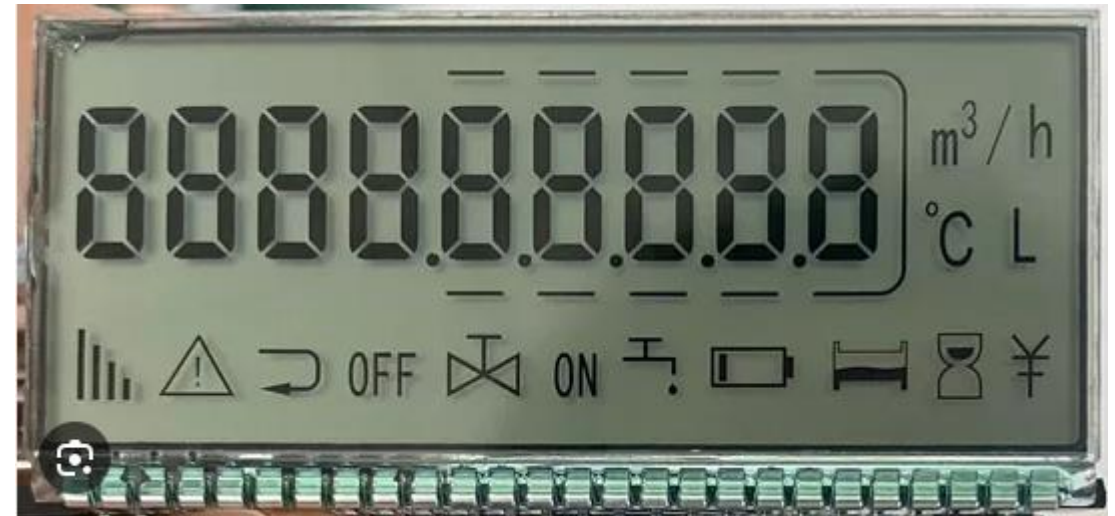
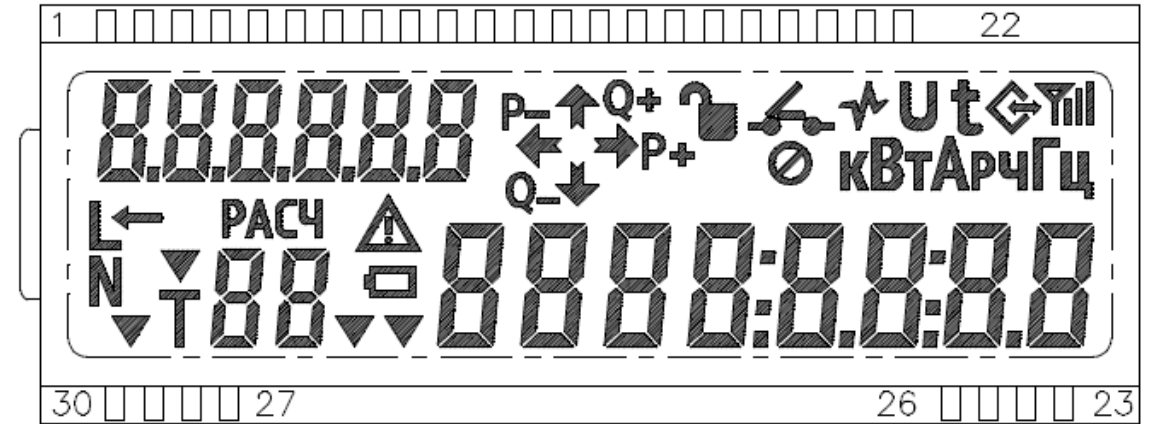


```
/*
 * Инициализация линий ввода-вывода для обслуживания LCD дисплея TIC33
 */
void TIC33_Init (void)
{
  // P1DIR |= LCLK_PIN; // Инициализация линии LCLK
  P2DIR |= ( DIN_PIN | LOAD_PIN | DCLK_PIN ); // 0x07 Порт 2: 0,1,2 на выход

  TIC33_LOAD_Lo // LOAD = 0
  TIC33_DCLK_Lo // DCLK = 0
  TIC33_DIN_Hi // DIN = 1
}
```

Заказной вариант LCD - процедура взаимодействия

- **Исходные данные**
 - размер и расположение символов
 - требуемый температурный диапазон
 - тип выводов
 - пожелания по мультиплексированию
- **Получение предложения по цене**
Принятие решения о заказе образцов
- **Согласование чертежа**
Заказчик подписывает предложенный производителем чертеж (документацию)
- **Плата за подготовку производства**
Примерно \$400-\$3500 (с драйвером)
Включает 1-5 образцов
- **Изготовление образцов и доставка**
Обычно в пределах 30-50 дней
- **Тестирование образцов заказчиком**
Принятие решения о заказе партии

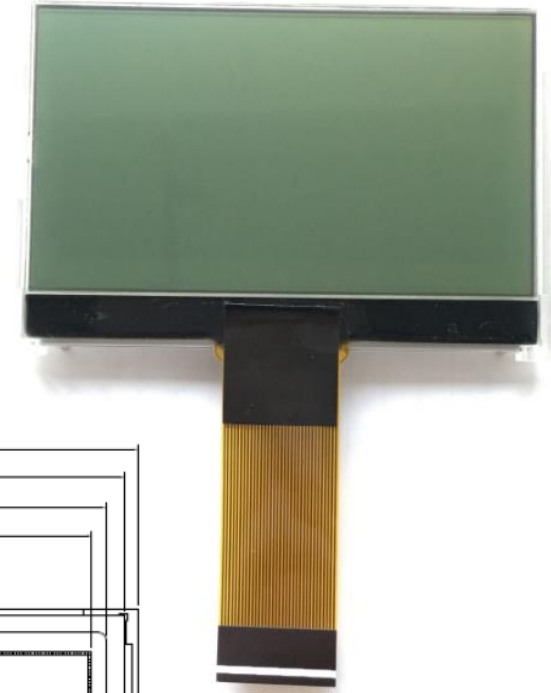
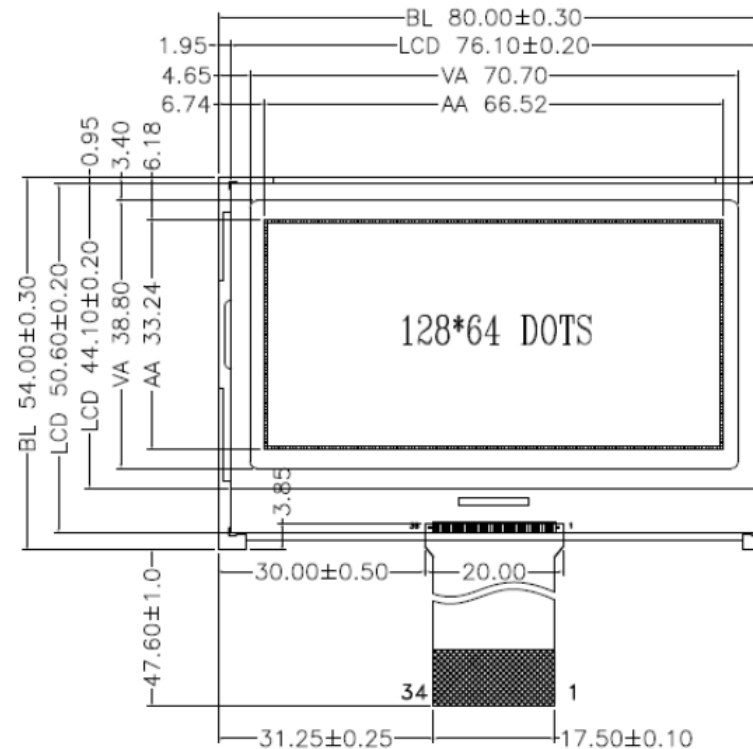


Заказной COG-дисплей



BGG12864-44-LW-FPTWD-1.0

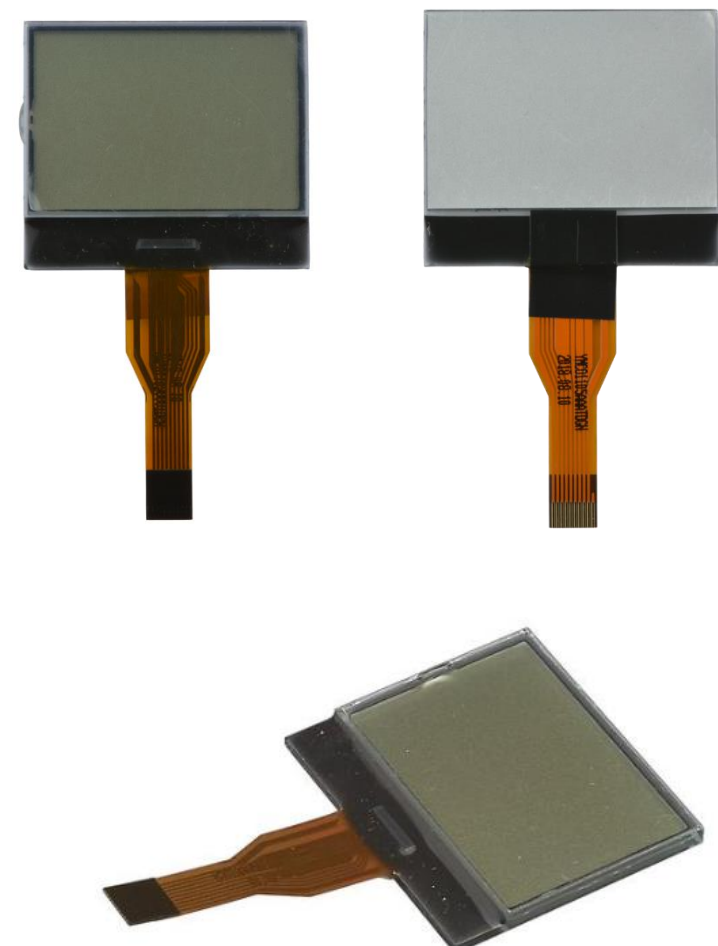
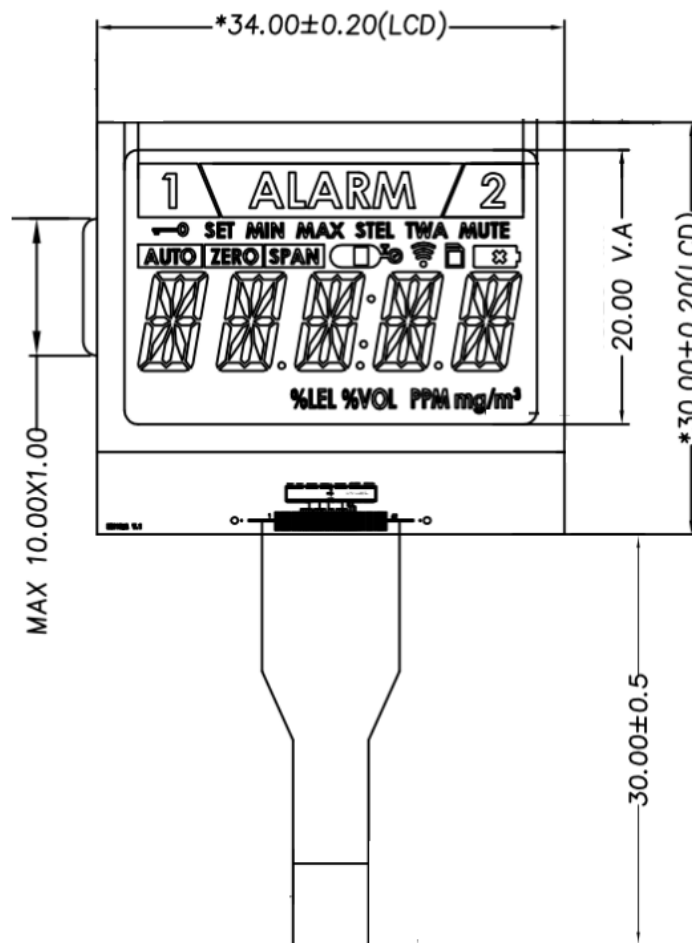
- Тип матрицы FSTN / Positive (Transflective)
- Темные точки на светлом фоне
- Разрешение 128×64, угол обзора: 6:00
- Зона индикации 66.52 × 33.24 мм
- Подсветка LED, White, $I_f = 80\text{mA}$, $V_f = 3.2 \pm 0.1\text{V}$
- Интерфейс – 8 бит, параллельный 6800 / 8080
- Драйвер ST7565V-G
- Шлейф – 34 вывода
- Температура $-20^\circ\text{C} \dots +70^\circ\text{C}$



Заказной дисплей COG

YMCO1105AAATDGN

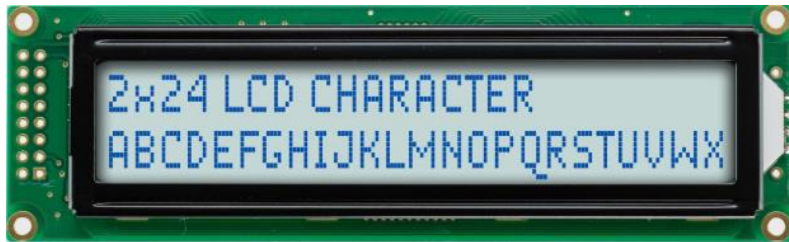
- Сегментный + иконки
- Управление статическое
- Драйвер UC1677/3-SPI
- Потребление 70 мкА
- Напряжение 2.7...5,5 В
- Температура -40...50°C
- Размеры 34 x 30 x 2,85 мм



**Классические дисплеи
COB – chip on board
(Плата, рамка, экран)**

Стандартные дисплеи

- Более 40 лет на рынке
- Символьные и графические
 - 2x8, 2x16, 4x20, 2x20, 1x16, 4x40...
 - 128x32, 128x64, 160x32, 320x240...
- Кириллица в символьных (не всегда)
- Технологии TN, STN, FSTN, VATN
- Питание 5 В (3.3В)
- Требуют отрицательного напряжения (не всегда)
- Разные контроллеры (аналоги HD44780 по набору команд)
- Легкая замена (часто совпадают размеры, расположение выводов, нумерация линий)



Что скрывается за обозначением типа матрицы?

1. TN (Twisted Nematic)

Самая старая и дешевая технология.

- Особенности:** Угол поворота кристаллов — 90° .
- Плюсы:** Низкая цена, быстрое время отклика.
- Минусы:** Очень узкие углы обзора (если смотреть сбоку, изображение пропадает или инвертируется) и низкая контрастность.

2. HTN (High Twisted Nematic)

Улучшенная версия TN.

- Особенности:** Угол поворота кристаллов увеличен до 110° .
- Плюсы:** Чуть более широкие углы обзора и лучшая контрастность против обычных TN при сохранении низкой цены.

3. STN (Super Twisted Nematic)

Золотой стандарт для символьных дисплеев типа 1602.

- Особенности:** Угол поворота кристаллов от 180° до 270° .
- Плюсы:** Хорошая контрастность и широкие углы обзора.
- Варианты:** Бывает **Yellow-Green** (желто-зеленый фон, черные символы) и **Blue** (синий фон, белые символы).

4. FSTN (Film-compensated Super Twisted Nematic)

STN с дополнительным компенсирующим слоем пленки.

- Особенности:** Пленка убирает характерный желтоватый или синеватый оттенок STN.
- Плюсы:** Настоящее черно-белое изображение, очень высокая контрастность и отличные углы обзора.
- Где встречается:** Профессиональное медицинское оборудование, дорогие промышленные контроллеры.

5. FFSTN (Double Film FSTN)

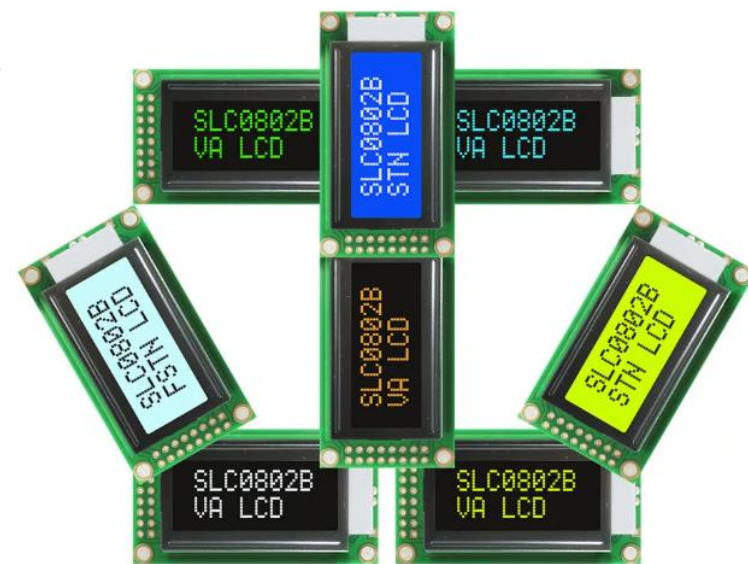
Дальнейшее развитие FSTN с двумя слоями пленки.

- Особенности:** Обеспечивает максимально глубокий черный цвет фона и идеальные углы обзора. Считается вершиной монохромных пассивных дисплеев.

6. VATN / BTN (Vertical Alignment Twisted Nematic)

Технология с вертикальным выравниванием кристаллов.

- Особенности:** Кристаллы стоят перпендикулярно подложке.
- Плюсы:** «Ультра-черный» фон и очень яркие светящиеся символы. Выглядит почти как OLED, но стоит дешевле и не выгорает



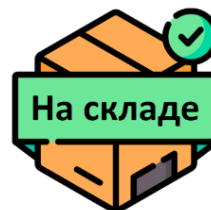
Цветовая гамма



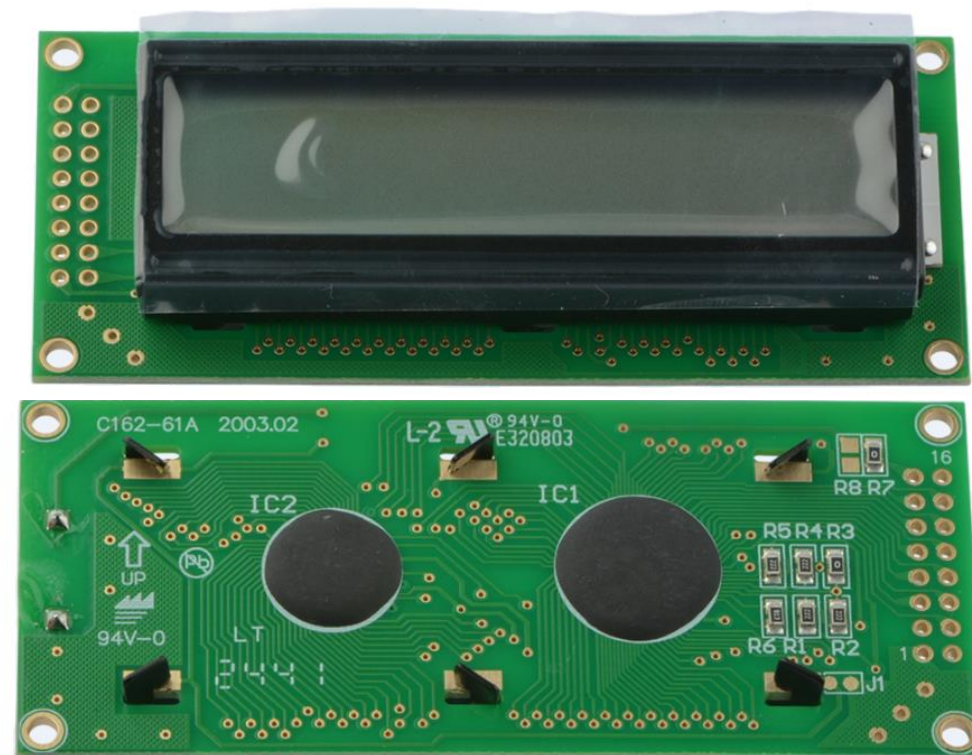
LED BACKLIGHT & LCD COLOR MATCHING LIST

	STN POSITIVE YELLOW/GREEN	STN POSITIVE GRAY	STN NEGATIVE BLUE	FSTN POSITIVE	FSTN NEGATIVE	TN POSITIVE GRAY	TN NEGATIVE BLACK
Y/G LED							
	YYH	YGH	YMI	YFH	YTI	YBH	YNI
RED LED							
	RYH	RGH, NOT RECOMMEND	RMI	RFH	RTI	RBH	RNI
BLUE LED							
	PYH	PGH	PMI, NOT RECOMMEND	PFH	PTI	PBH	PNH
WHITE LED							
	TYH	TGH	TMI	TFH	TTI	TBH	TNI
GREEN LED							
	GYH	GGH	GMI	GFH	GTI	GBH	GNI
AMBER LED							
	AYH	AGH	AMI	AFH	ATI	ABH	ANI
WITHOUT BACKLIG HT							
	NYG	NGG	NMI, NOT RECOMMEND	NFG	NTI, NOT RECOMMEND	NBG	NNI, NOT RECOMMEND

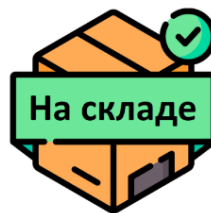
Пример 1: YMC162-409AAAGDCL



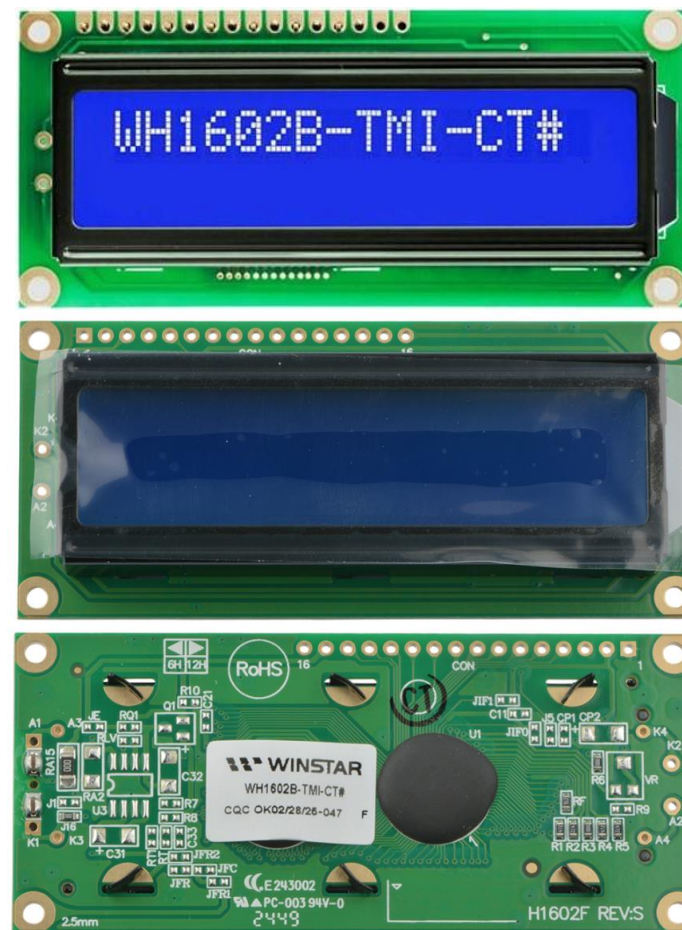
- Технология STN (*Positive, Gray*);
- Организация 16x2;
- Интерфейс 4-bit or 8-bit Parallel;
- Микросхема драйвера **ST7066U-OT**;
- Поддержка кириллицы
- Питание 4,5...5,5 В;
- Размеры 85,0x36,0x14,5 мм;
- Температура -20...+70°C.



Пример 2: WH1602B-TMI-CT#



- Негативный, белый на синем
- Организация 16x2;
- Интерфейс 4-bit or 8-bit Parallel;
- Микросхема драйвера **ST7066U-OT**;
- Поддержка кириллицы
- Питание 3...5 В;
- Размеры 80 x 36 x 13 мм;
- Температура -20...+70°C.

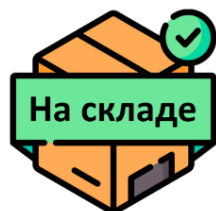


Пример 3: EC2004E2-FSW-FBW

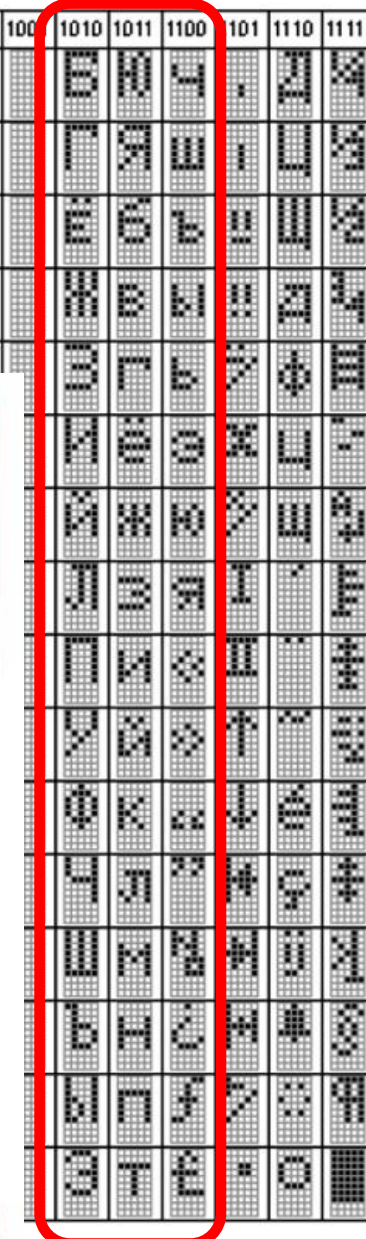
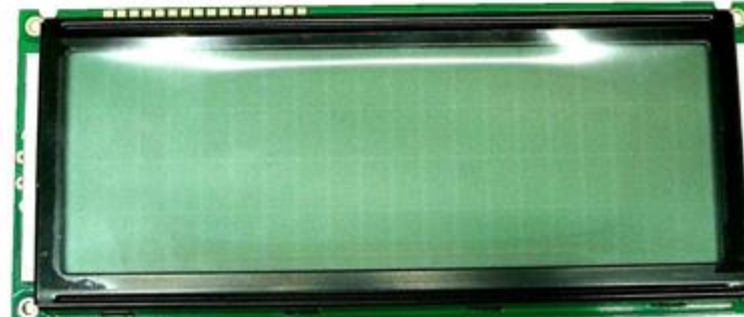


厦门市易阳光电子有限公司

- технология FSTN (*Transflective/Positive*);
- организация 20x4;
- направление просмотра составляет 6 часов;
- интерфейс 4-bit or 8-bit Parallel;
- микросхема драйвера **ST7066U-OT**;
- питание 4,5...5,5 В;
- размеры 146×62,5×14,5 мм;
- температура -30...+70°C.



b7-b4 b3-b0	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
0000	CG RAM (1)			0	0	P	'	P			Б	В	Ч	.	2	4
0001	(2)		!	1	A	Q	a	a			Г	Я	ш	.	Ц	3
0010	(3)		"	2	B	R	b	r			Е	б	ь	и	Ш	5
0011	(4)		#	3	C	S	c	s			Ж	В	М	и	а	4
0100	(5)		\$	4	D	T	d	t			Э	П	ь	э	о	ш
0101	(6)		%	5	E	U	e	u			И	о	о	ж	ц	7
0110	(7)		&	6	F	V	f	v			Й	ж	ю	э	ш	8
0111	(8)		'	7	G	W	g	w			Л	э	я	и	'	9
1000	(9)		(8	H	X	h	x			П	и	о	и	и	0
1001	(A))	9	I	Y	i	y			У	о	о	т	у	1
1010	(B)		*	A	J	Z	j	z			Ф	к	ы	л	о	1
1011	(C)		+	B	K	3	k	3			Ч	я	"	4	о	2
1100	(D)		=	C	L	4	l	4			Ш	и	2	ж	о	3
1101	(E)		-	D	M	5	m	5			В	н	2	ж	о	4
1110	(F)		_	E	N	6	n	6			Ы	п	у	э	о	5
1111	(G)		~	F	O	7	o	7			Э	т	е	.	о	6



OLED-дисплеи



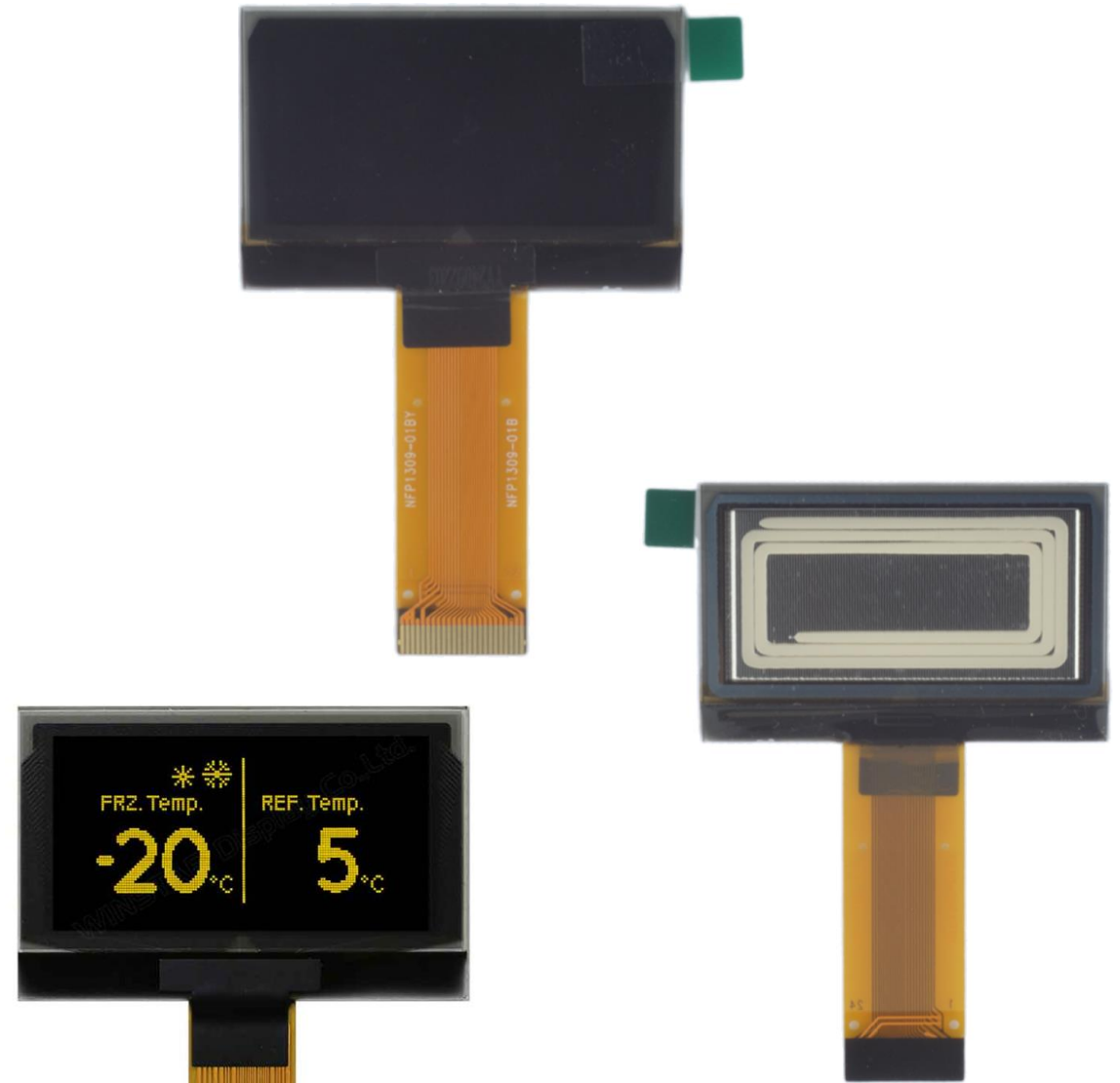
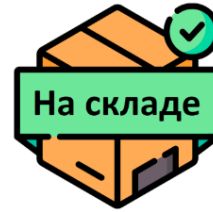
OLED дисплеи

- Идеальная читаемость:
 - высокий контраст
 - максимальные углы обзора
 - «Черный» значит черный
- Температурный диапазон $-40...+85^{\circ}\text{C}$.
- Не нужна подсветка
- Низкое энергопотребление
- Тонкая конструкция и миниатюрные размеры
- Круглые варианты
- Интерфейсы: параллельные и последовательные
- Небольшие диагонали (до 4) дюймов
- Требуется DC/DC для напряжения матрицы
- Деградация пикселей при статичном изображении



OLED дисплей EO12864C2-YCD

- Графический 128 x 64
- Исполнение COG
- Диагональ: 2,42 дюйма
- Контроллер SSD1309
- Цвет пикселей: желтый
- Питание логики: 1,65...3,3 В
- Напряжение матрицы: 12...13 В
- Интерфейс: 8-bit 68xx/80xx, 4-wire SPI, I2C
- Температура: -40...70°C
- Размеры: 60,5×37×1,8 мм
- Тип шлейфа: NFP1309-05, 24 pins



Подключение OLED COG

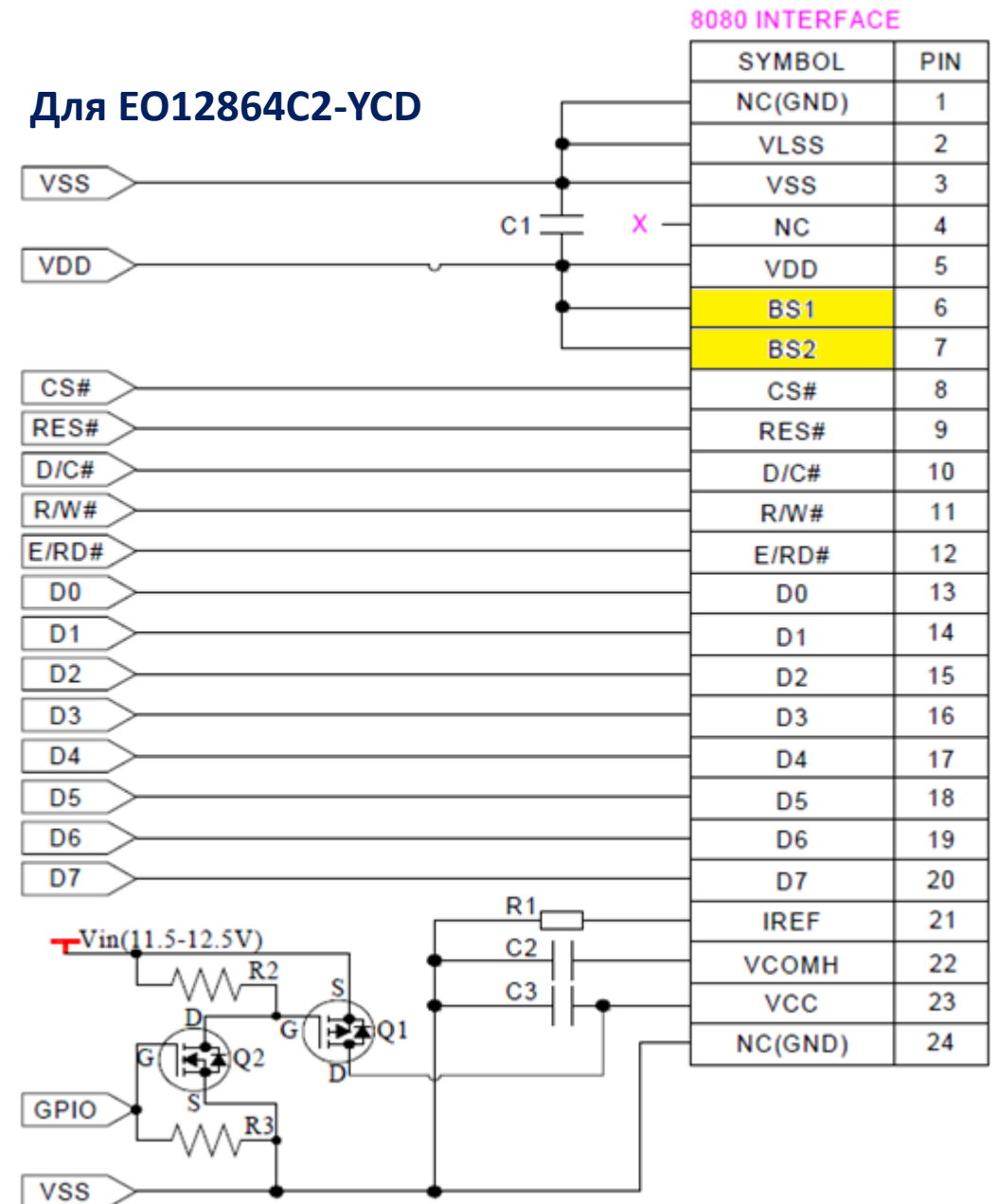
- Некоторые драйверы имеют DC/DC-преобразователь (повышающий конвертер) для питания OLED-панели, из низкого напряжения питания логики, что позволяет использовать дисплей от одного источника питания.
- Встроенный преобразователь упрощает схему
- Может быть включен программно

Контроллер	Встроенный DC/DC	Типичное применение
SSD1309	Нет	Дисплеи 1.54", 2.42"
SSD1306	Есть	Дисплеи 0.91", 0.96"
CH1116	Есть	Совместим по пинам с SSD1309

Выбор интерфейса

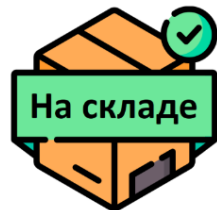
	BS1	BS2
I2C	1	0
4-wire Serial	0	0
8-bit 68XX Parallel	0	1
8-bit 80XX Parallel	1	1

Для EO12864C2-YCD



Малогабаритные OLED

- Размеры 0.91, 0.96, 1.54
 - Бюджетные
 - Белые, зеленые, синие, оранжевые
 - Очень похожи у разных производителей
- (Осторожно! Питание и земля могут не совпадать)
- Минимальное число линий подключения
 - Интерфейсы I2C или SPI
 - Драйверы SSD1306, SSD1309, SSD1315 ...
 - Доступные библиотеки
- (ищите по наименованию микросхемы драйвера)



GY091BD01-B GENYU

GY12864-01 GENYU

GY12864-109-KSBG4P096 GENYU

GY12864-12-KPWG24P154-A GENYU

GY12864-301-KSBG4P096 GENYU

GY12864-90S_blue_4IIC GENYU

GY12864-90S_white_4IIC GENYU

GY12864-91S_blue_7SPI GENYU

GY12864-91S_white_7SPI GENYU

GY12864-99-KSWG4P096 GENYU

SER0.91-B SIMAIR

SER0.91-D SIMAIR

SER0.96-A SIMAIR

SER0.96-B SIMAIR

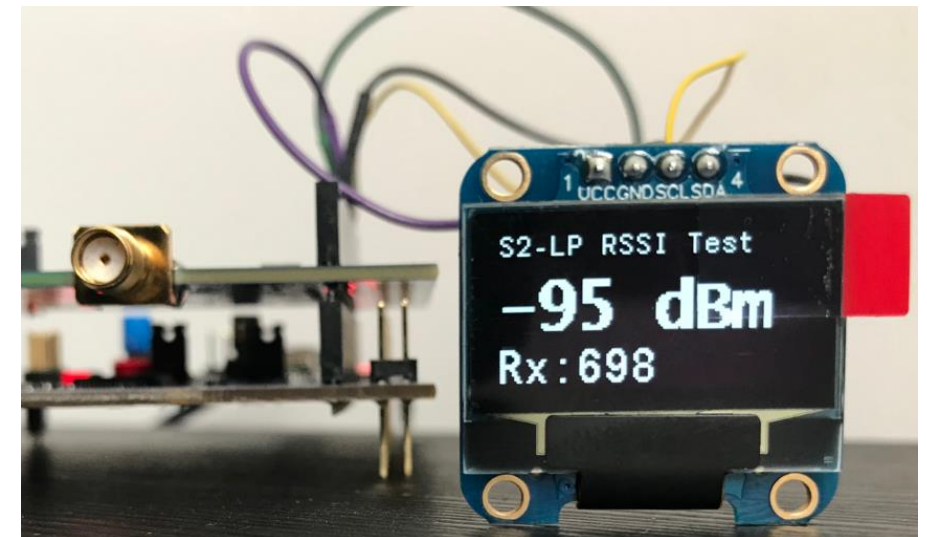
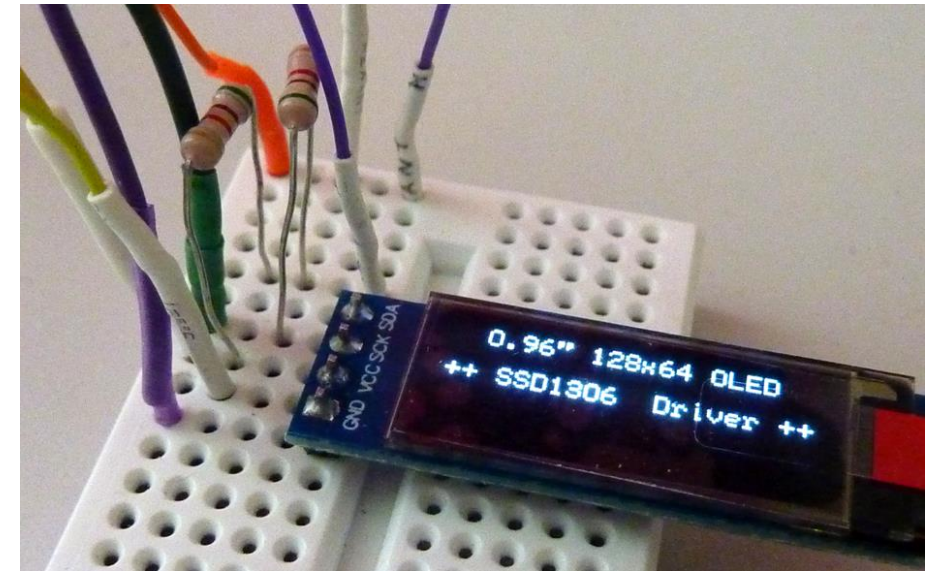
SER0.96-K SIMAIR

SER1.3-A SIMAIR

SER1.3-B SIMAIR

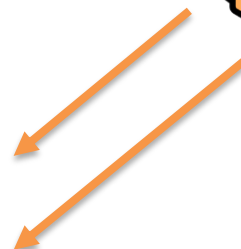
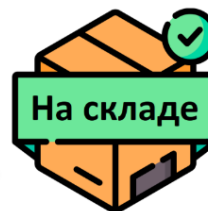
SER1.54-D SIMAIR

SER1.54-C SIMAIR



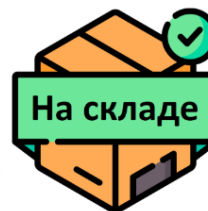
Малогабаритные OLED Winstar

- Драйвер - SSD1306
- Интерфейс I2C
- Питание 3 – 3.3 В
- WEA012864DWPP3N00003 – белый 128 x 64
- WEA012832FSPP3N00000 – голубой 128 x 32
- WEA012832FLPP3N00000 – желтый 128 x 32
- WEA012832FWPP3N00000 – белый 128 x 32



Малогабаритные OLED Winstar

- Драйвер - SSD1306
- Интерфейс I2C
- Питание 3 – 3.3 В
- WEA012864DWPP3N00003 – белый 128 x 64
- WEA012832FSPP3N00000 – голубой 128 x 32
- WEA012832FLPP3N00000 – желтый 128 x 32
- WEA012832FWPP3N00000 – белый 128 x 32



PIN	SYMBOL
1	VCC
2	GND
3	SCL
4	SDA



PIN	SYMBOL
1	GND
2	VIN
3	SCL
4	SDA



TFT-панели



TFT – особенности

- **Широчайший выбор размеров** – от 0.96 до 30+ дюймов

- **Типы матриц (TN, IPS, VA, ...)**

TN: Самые простые и дешевые. Быстрый отклик, но плохие углы обзора и слабая цветопередача

IPS: Отличная цветопередача и широкие углы обзора (178°). Идеальны для работы с графикой

VA: Промежуточный вариант. Глубокий черный цвет и высокая контрастность, но время отклика выше, чем у TN

- **Интерфейсы**

RGB (Parallel): Используется в простых микроконтроллерных системах

LVDS: Стандарт для ноутбуков и мониторов, позволяет передавать данные на большие расстояния

MIPI DSI: Современный стандарт для смартфонов и компьютеров

eDP (Embedded Display Port): Самый современный интерфейс для экранов высокого разрешения

SPI / I2C: Для самых маленьких TFT-экранов (носимая электроника)

- **Ориентация**

Вертикальная, Горизонтальная, Bar-type (вытянутые)

- **Сенсорная панель (Touch Panel)**

Резистивные (RTP): Реагируют на нажатие любым предметом (стилус, перчатка). Дешевые, но менее прозрачные

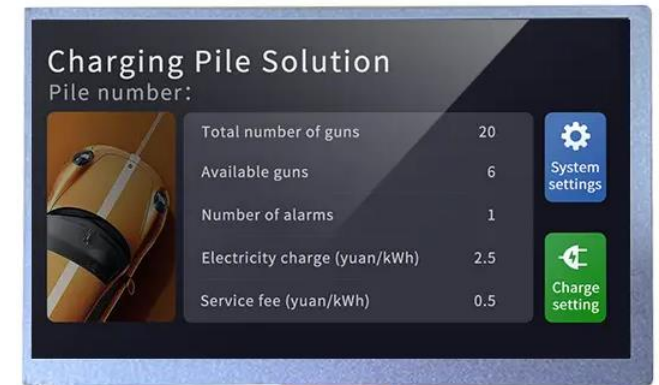
Емкостные (СТР): Реагируют только на палец (как в смартфонах). Поддерживают мультитач и очень долговечны

- **Варианты исполнения по яркости и температуре**

Стандартные: Для использования внутри помещений

Повышенная яркость (High Brightness): (от 1000 кд/м²) для работы на улице

Промышленные (Industrial): Расширенный температурный диапазон (например, от -30°C до +80°C).



TFT дисплейные модули GoldenMorning

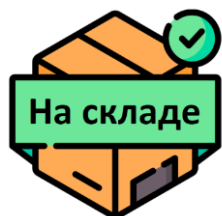
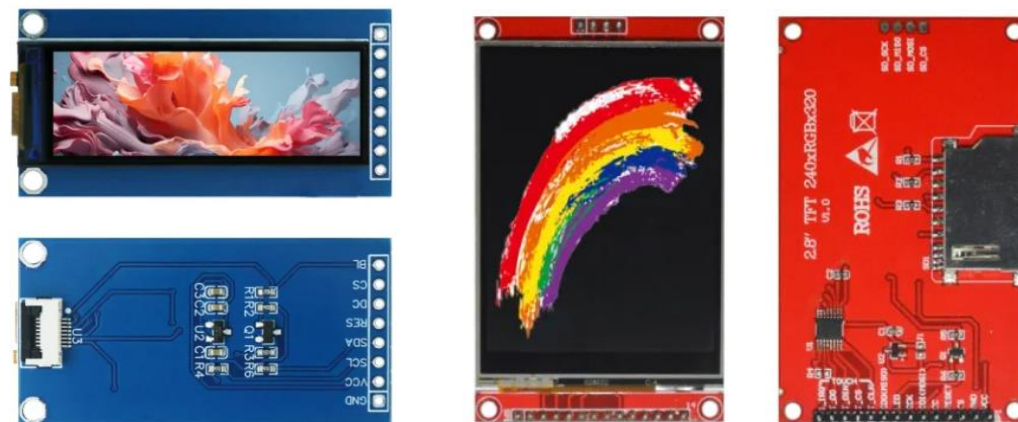


- Диагональ 0.71 – 3.5 дюйма
- Драйвер ST7735, ST7789V, ST77916, GC9A01, ILI9341
- Последовательный интерфейс
- Питание 3...5 В
- Температура -20°C-70°C



Преимущества

- Много вариантов (более 30 моделей)
- Простое подключение, готовые библиотеки



Коды для заказа*:

T240V7-C10-25/2.4TFT.10PIN

GMT154-01P/1.54TFT.12PIN

T240V7-C10-25/2.4TFT.10PIN

* Ожидаются ближе к концу марта, 2026г.

Запуск TFT-дисплея с драйвером ST7789 на Ардуино

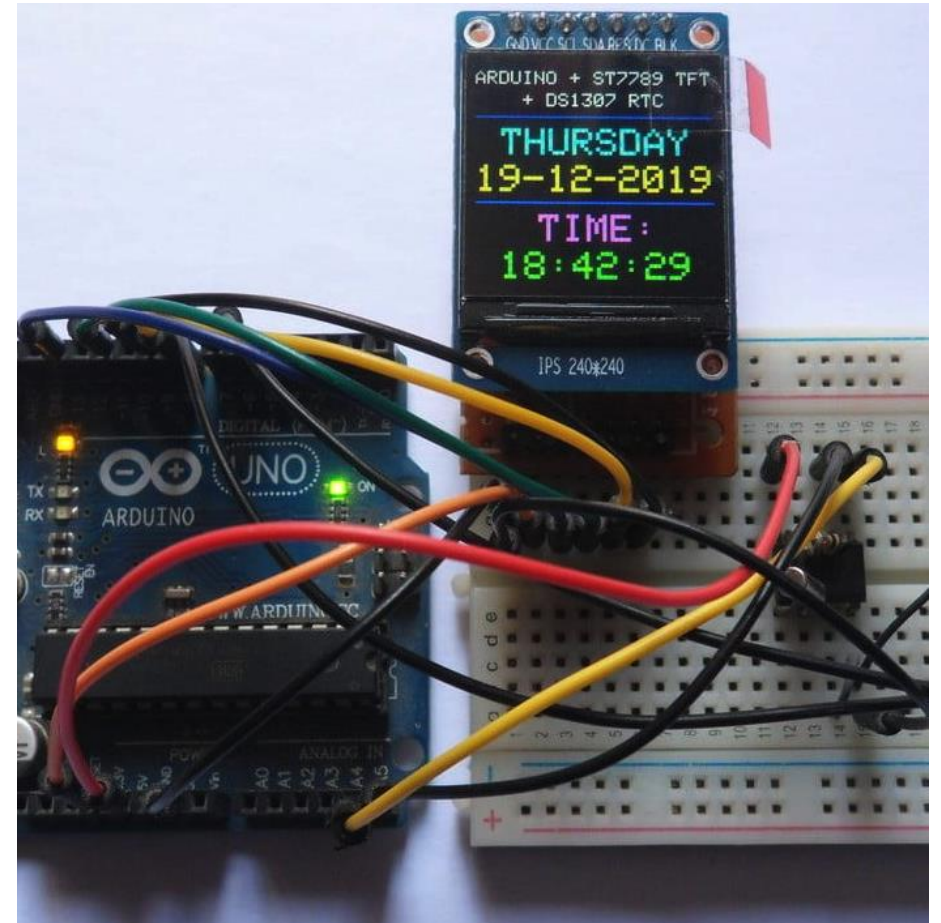
```
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_ST7789.h>
#include <SPI.h>
```

```
#define TFT_CS 10
#define TFT_RST 8
#define TFT_DC 9
```

```
Adafruit_ST7789 tft = Adafruit_ST7789(TFT_CS, TFT_DC, TFT_RST);
```

```
void setup() {
  tft.init(240, 240);
  tft.setRotation(1);
  tft.fillScreen(ST77XX_BLACK);
  tft.setTextColor(ST77XX_WHITE);
  tft.setTextSize(2);
  tft.setCursor(50, 120);
  tft.println("Hello World!");
}
```

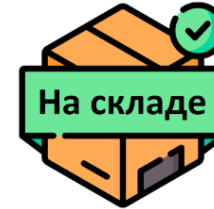
```
void loop() {
  // Ничего здесь делать не надо
}
```



TFT для экстремальных температур

WF43A2TWAEDNN0#

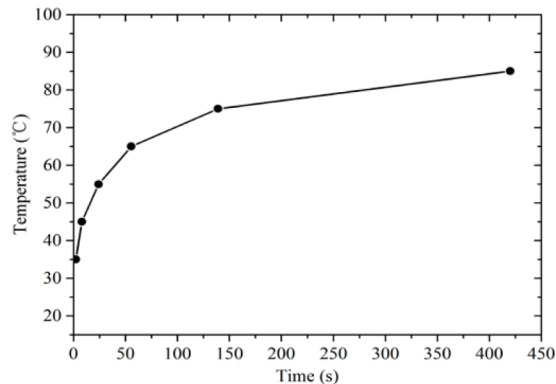
- Матрица IPS
- Диагональ 4,3-дюйма
- Разрешение 480×272 пикселей
- Яркость 600 кд/м²
- Контраст 800:1
- Углы обзора 160°
- FPC-шлейф 40 контактов
- Микросхема драйвера SC7283
- Интерфейс RGB Parallel
- Рабочая температура -40...+80°C



Системы подогрева дисплеев (от -60°C)

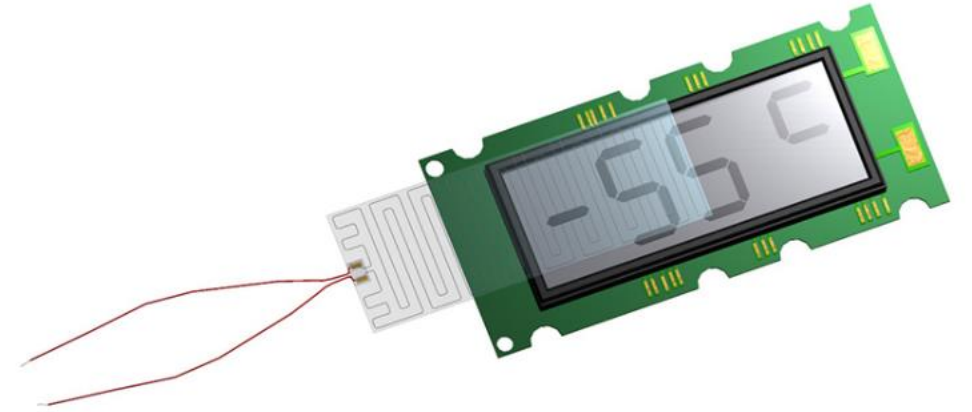
KINGTECH

- Нагреватели на основе оксида индия-олова (ITO)
- Пропускают $>80\text{...}92\%$ видимого света
- Можно расположить за дисплеем – между подсветкой и панелью
- Потребление: ~ 300 мВт на квадратный дюйм
- Нагреватель может поднять температуру ЖК-панели с -30°C до рабочего диапазона ($-5\text{...}+10^{\circ}\text{C}$) за 10–30 секунд.



Применение

- Банкоматы
- Киоски самообслуживания
- Информационные щиты
- Заправочные станции



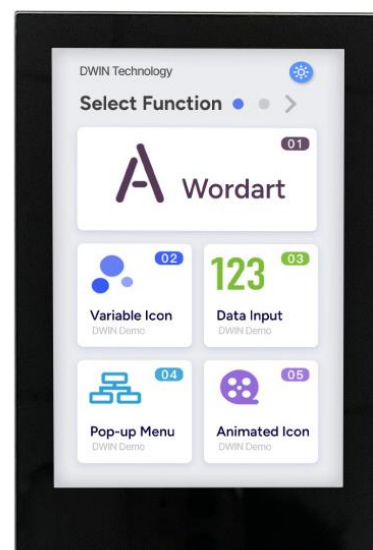
Smart (HMI) дисплеи

Smart Display компании DWIN



DMG48320F035_01W

- 3,5-дюймовый IPS-TFT-LCD дисплей с разрешением 320*480 пикселей и широким углом обзора
- Интеллектуальный ЖК-дисплей с поддержкой STP/RTP/без TP
- COF (чип на гибком шлейфе FPC)
- 50 pin (IO, UART, CAN, AD и PWM)
- На базе MCU T5L0, работает под управлением системы DGUS II (2D-ускоритель)



Debugging adapter board:
HDL662S

2.54mm pitch On-chip SPI

USB interface: for easy PC simulation and debugging.

50Pin interface:

- 22 IOs, 3 UARTs, 1 CAN, 5 ADs, 2 PWMs.
- The 4-way AD value is passed to the OS core in real time via UART3, with a sampling rate of up to 16KSPS per channel.
- Real-time control of 2-way PWM via UART3, with update speed as fast as 32μs/time.

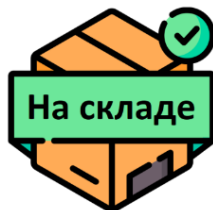
SD card interface

Buzzer interface



Smart Display компании JIRUN

- Контроллер GT30L32S4W
- Поддержка кириллицы
- Интерфейс SPI/UART/RS-232
- Диагонали 2...5.5 дюймов
- Цвета синий, белый, зеленый, желтый
- Разрешение 256x64 / 128x64 / 128x32
- Питание 3,3 / 5 В

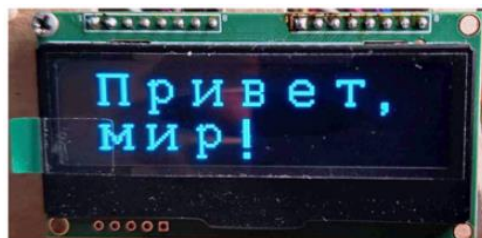
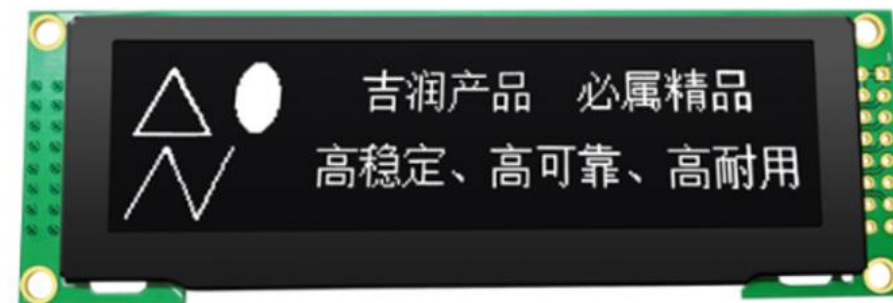


Коды для заказа:

[JR25664-1A SPI Green 3.3V](#) ; [JR25664-1A UART Green 5V](#)

[JR12832-1A SPI Blue 3.3V](#) ; [JR12864-2A UART White 5V](#)

[JR12864-2A SPI Yellow 3.3V](#) ; [JR25664-2A White](#) ; [JR25664-2A Green](#)

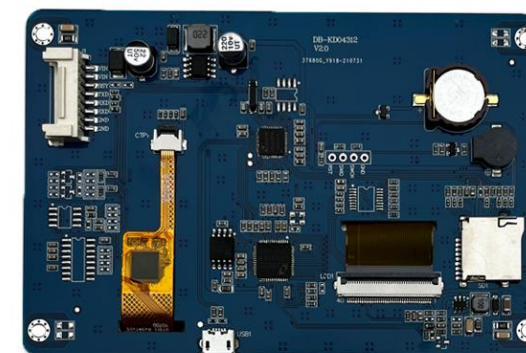


Smart Display компании SynoCrystal



SCS043001-V01

- Дисплей 4.3 дюйма, 250cd/m²
- Разрешение 480x272, емкостная TP
- Интерфейс – Uart
- Питание 4.5 – 36 В, 140 мА (@12В)
- Размеры 105 x 67 x 8 мм



SCS040001-V01

- Дисплей 4.0 дюйма, IPS
- Разрешение 480x480, емкостная TP
- Интерфейс RS-485
- Питание 110-240 В AC
- Размер 86 x 86 x 35 мм



- ✓ UART-связь с любым микроконтроллером (STM32, Arduino, ESP32, Raspberry Pi)
- ✓ Графический редактор на ПК — создание интерфейса методом перетаскивания
- ✓ Встроенный движок Lua для пользовательской логики и поведения

E-Ink-дисплеи

E-Ink – электронная бумага

- **Низкое энергопотребление:** Энергия тратится только на смену изображения. Если картинка статична, устройство почти не потребляет ток.
- Комфорт для глаз: **Экраны не мерцают** и не имеют внутренней подсветки, направленной в глаза (в отличие от LCD или OLED), поэтому глаза устают значительно меньше.
- **Отличная видимость на солнце:** Чем ярче внешний свет, тем четче изображение на E-Ink. Экран не «бликует» и не выцветает.
- Углы обзора: Картинка видна практически под любым углом, как на бумажной странице. Медленное обновление: Из-за физического движения частиц экран обновляется долго, что делает технологию **непригодной для видео или динамичных игр**.
- Цветопередача: Большинство экранов — **монохромные** (градации серого). Цветные решения существуют, но их цвета менее насыщенные по сравнению с обычными планшетами.
- Ограниченное число производителей
- Сложнее в разработке (зависит от типа контроллера)



Преимущество E-Ink при солнечном свете

Внутри помещения

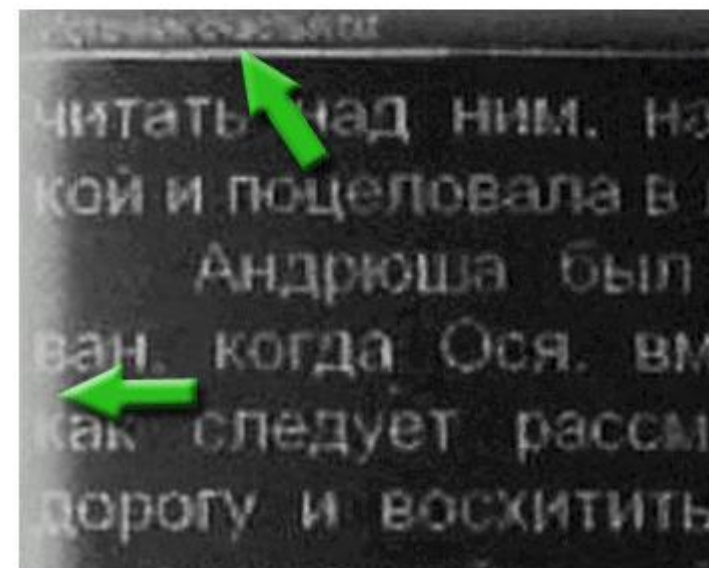
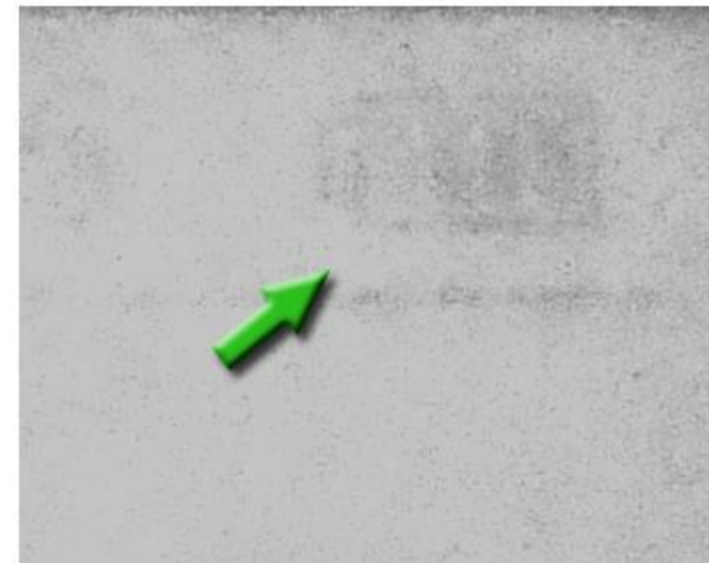


Прямой солнечный свет



E-Ink – время жизни

- Сохранность изображения без перезаписи: от 6 месяцев до 2 лет
- Календарный срок службы (Service Life): 5 лет типовой. Есть примеры, когда дисплеи успешно работают более 10 лет (с 2014 года и дольше)
- Ресурс обновлений (количество циклов): от 1 до 10 миллионов
Что это значит на практике: Если вы будете обновлять экран каждые 10 секунд круглосуточно, его хватит примерно на 3 года. Если обновлять раз в минуту — на 19 лет
- Как проявляется износ: со временем частицы пигмента начинают «залипать». Снижается контрастность, белый цвет становится сероватым, а черный — менее глубоким
- Усиливается эффект «гостинга» (остаточных следов от предыдущего кадра)



E-Ink – инженерные вопросы

- Разработка схем и ПО для E-Ink отличается от LCD или OLED
- Не для экстремальных температур.
Лучшие промышленные от -20°C...-25° до +65°C...+70°C
- Несколько напряжений питания (15В, иногда до 22В).
Последовательность импульсов разной полярности и длительности — waveform
- Более сложный код управления
 - Требуется коррекция waveform при изменении температуры
 - Частичное обновление без полной очистки
 - Периодически делать полную перезапись
 - Для качественного отображения (особенно с градациями серого) нужно хранить в памяти большие буферы кадров и таблицы waveform



E-Ink – инженерные вопросы

- Разработка схем и ПО для E-Ink отличается от LCD или OLED
- Не для экстремальных температур.
Лучшие промышленные от -20°C ... -25° до $+65^{\circ}\text{C}$... $+70^{\circ}\text{C}$
- Несколько напряжений питания (15В, иногда до 22В).

Последовательность импульсов разной полярности и waveform

- Более сложный код управления

— Требуется коррекция waveform

— Частичное обновление

— Период

— (особенно с градациями серого)

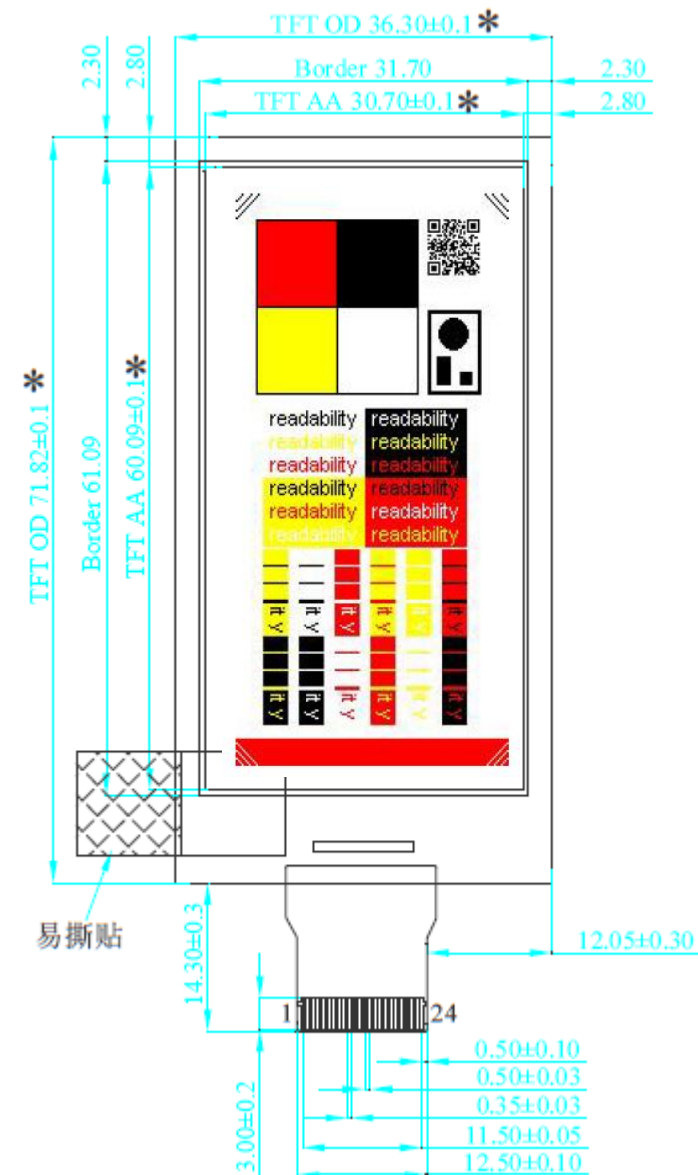
— Большие буферы кадров и таблицы waveform



Цветной E-Ink E0266A193



- Active Matrix Electrophoretic Display (AMEPD)
- Цвета: белый, черный, красный, желтый
- Диагональ 2.66 дюйма
- Разрешение 152(H)×296(V)
- Интерфейс: I2C
- Питание: 2,3...3,6 В
- Потребление 80 mAs (update Average current × update time)
- Температура: 0...40°C
- Контроллер JD79661 – минимальная внешняя обвязка
 - Gate & Source buffers: Управляют строками и столбцами матрицы
 - Timing Control Logic (TCO): Определяет последовательность подачи импульсов
 - DC-DC: поднимает стандартные 3.0V до требуемых значений разной полярности
 - SRAM: хранение текущего «образа» экрана и предыдущего (для частичного обновления/отрисовки изменений)
 - LUT (Look-Up Table): Таблица соответствия (сигналы/волны) для управления с учетом текущей температуры
 - VCOM: Регулируемое опорное напряжение. Его правильная настройка критична для предотвращения «залипания» (ghosting) и долговечности панели
 - Border: Контроллер рамки экрана, который задает цвет области вокруг активной матрицы (чтобы она не оставалась хаотично пестрой)



36.3 × 71.82 × 0.8 мм

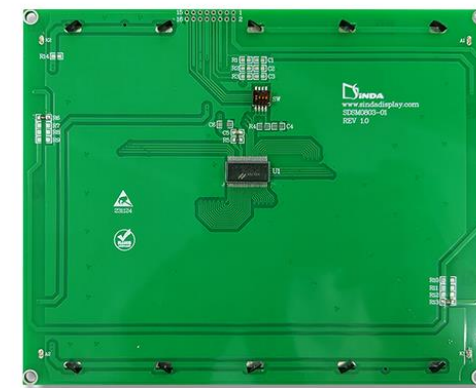
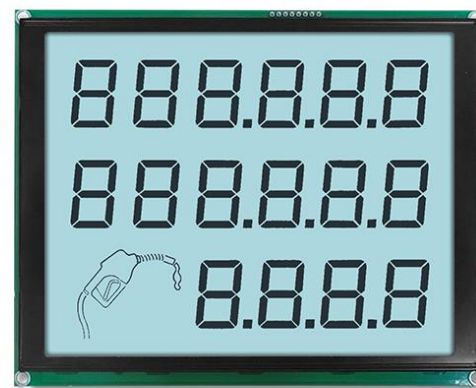
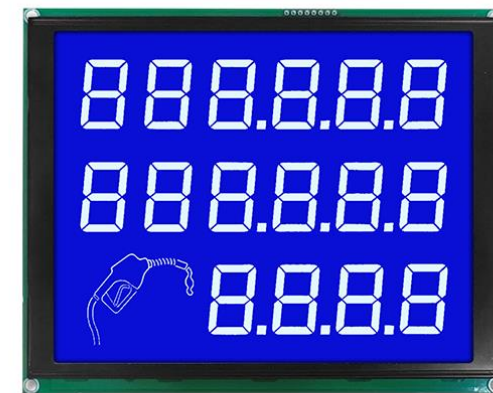
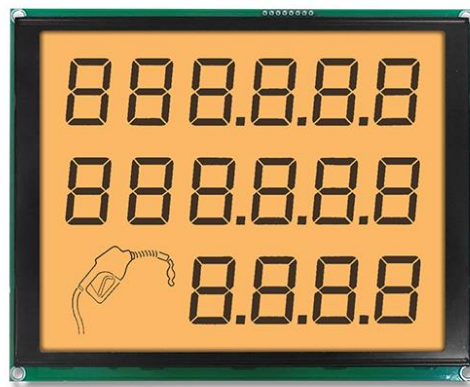
Применения



Дисплей для заправочных колонок



- Большой размер
- Разные варианты подсветки
- С микросхемой драйвера
- Жесткая конструкция



Дисплеи в зарядных станциях

TFT



OLED



STN



Дисплей для велокомпьютера



- Индивидуальный дизайн в соответствии с точными требованиями заказчика
- Вибрационные испытания перед отправкой
- Доступны различные интерфейсы: последовательный, параллельный, RGB, SPI или L2C
- Низкое энергопотребление и толщина
- Широкие углы обзора и высокая контрастность



Вопрос



Какие дисплеи вам интересны?

- Пассивные LCD (Стекло)
- Сегментные LCD с драйвером на стекле
- Стандартные совместимые (2x8, 2x16, ... , 4x40)
- Малогабаритные OLED-дисплеи с SPI/I2C (на плате)
- OLED-дисплеи с параллельным интерфейсом (шлейф)
- Малогабаритные TFT-дисплеи с SPI-интерфейсом (на плате)
- Классические TFT-дисплеи (3...7 дюймов) с параллельной шиной
- TFT-дисплеи больших размеров (более 10 дюймов)
- Дисплеи типа Электронная бумага (E-Ink)
- Заказные дисплеи

Склад КОМПЭЛ

Дисплеи.

Складская программа

✓ Мгновенная доступность

- 14 рекомендованных производителей
- > 250 уникальных артикулов на складе
- > 170 000 шт. в наличии

✓ Мы предлагаем

- Широкий ассортимент дисплеев различных типов
- Изготовление по требуемым параметрам
- Аксессуары – кабели, разъемы, модули подсветки
- Техническая поддержка



Спасибо за внимание!

The image features a white background with decorative blue geometric elements. In the top right corner, there are two parallel diagonal lines and a blue rounded rectangular shape. In the bottom right corner, there is a large blue triangle with a rounded top.