

# Жидкокристаллические индикаторы

Практическое занятие

# План занятия

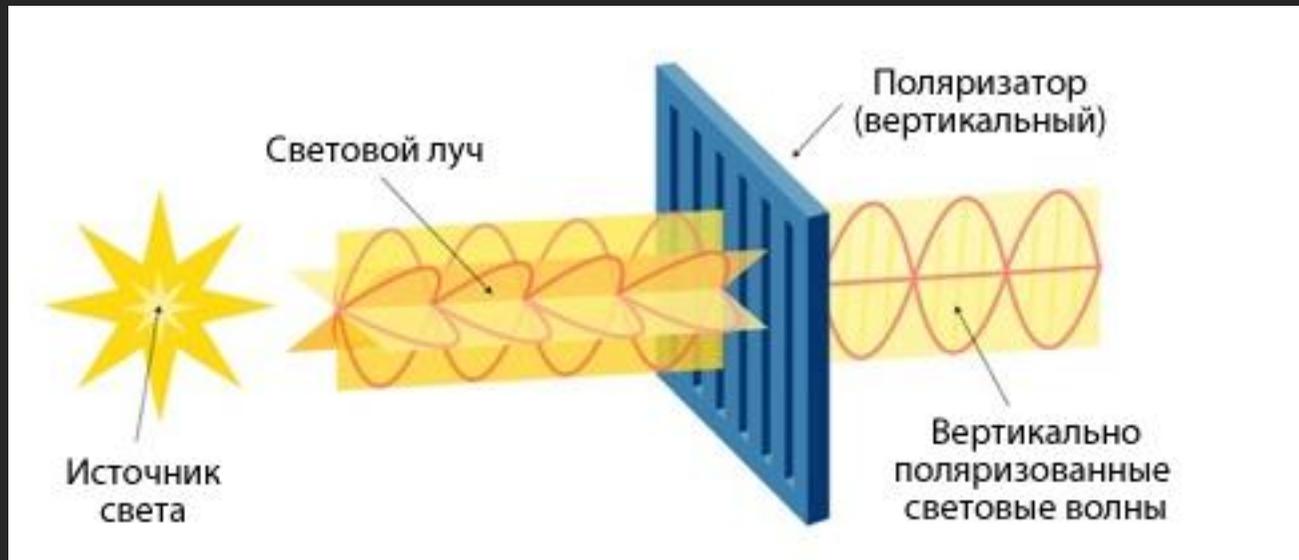
- Как работают ЖКИ
- Управление ЖКИ с помощью микроконтроллеров Microchip
  - Практика
- Оптимизация управления
  - Качество отображения, потребление
- Свойства ЖКИ, составление требований, заказные ЖКИ

# Как работают ЖКИ?

# Поляризация света

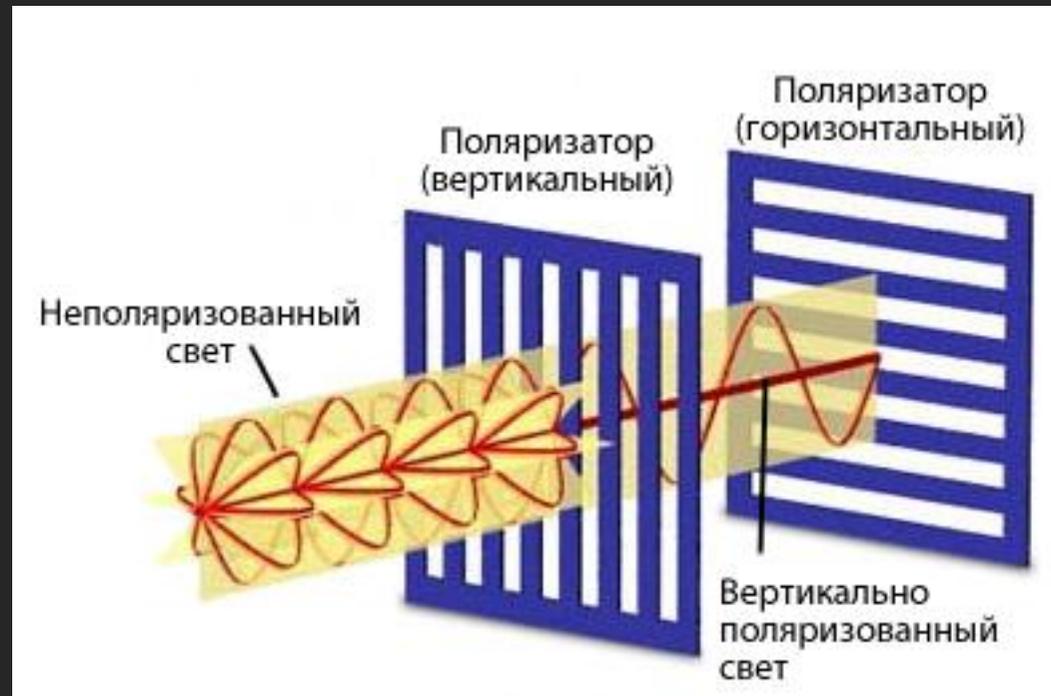
- Корпускулярно-волновой дуализм
  - В зависимости от точки отсчета ЭМ излучение можно рассматривать как поток частиц или волну
    - Интерференция, дифракция – свет – волна!
    - Фотоэффект – свет – поток частиц!
- Так как свет – волна, он подвержен поляризации
  - Поляризация – направленное колебание вектора  $E$ 
    - Свет от теплового источника (солнце, световые приборы) не поляризован

# Поляризация света



- Где и как используется эффект поляризации света?

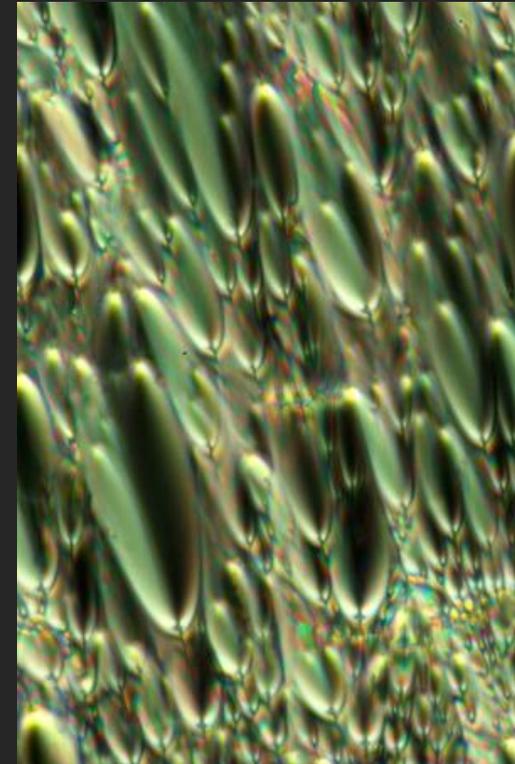
# Использование поляризации



- Основной принцип – задерживать световые волны с определенным направлением поляризации

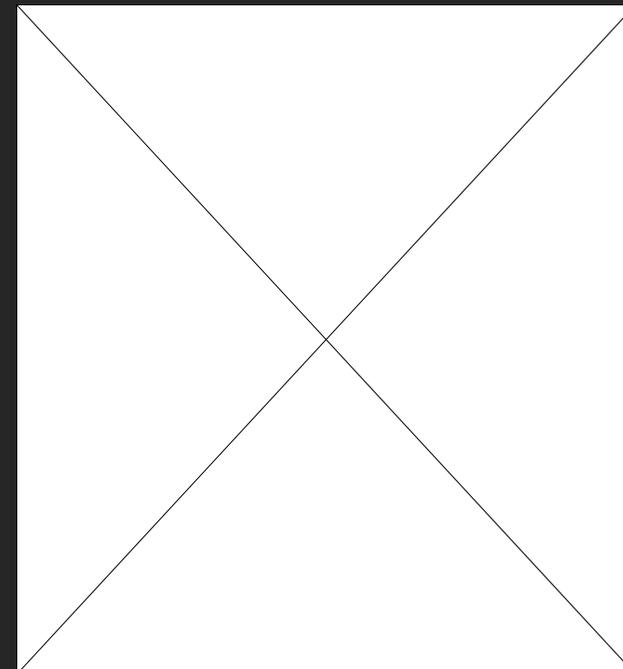
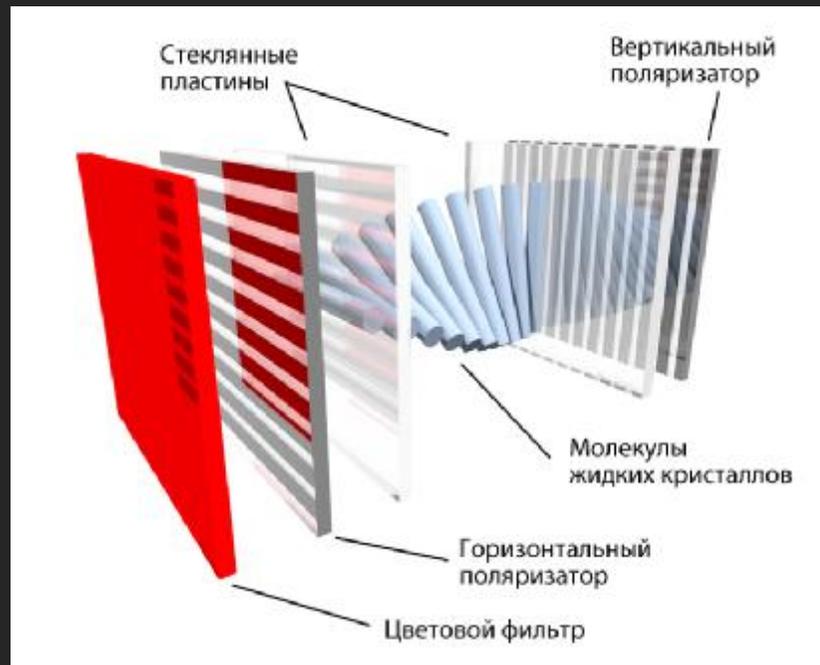
# Жидкие кристаллы

- Обладают анизотропией – свойствами как жидкостей, так и кристаллических веществ
- Стержневидные молекулы
  - Смектические
  - Холестерические
    - Изменяют оптические свойства при изменении температуры (тысячные доли градуса!)
  - **Нематические**
    - Могут выстраиваться в спираль и менять угол поляризации света (twist nematic - TN). Изменяют ориентацию в ЭМ поле



# ЖК Индикатор

- Изобретен в 1968 г.
- ЖК поворачивают направление поляризации света на  $90^\circ$
- На ЖК воздействуют ЭМ полем



# Свойства ЖКИ

## • Достоинства

- Очень низкий ток потребления
  - менее 1 мкА с драйвером
- Низкая стоимость
- Низкая стоимость разработки пользовательского дизайна

## • Недостатки

- Плохой контраст и малые углы обзора
  - По сравнению с LED, OLED
- Большое время переключения на низких температурах

# Управление ЖКИ

- ЭМ поле, поворачивающее молекулы ЖК, должно быть переменным
  - В противном случае возможна деградация кристаллов
  - Частота – десятки Герц
- Напряжение, прикладываемое к обкладкам ячейки должно быть переменным
  - Это должен обеспечить драйвер ЖКИ (внешняя микросхема или встроенный периферийный модуль)

# Как получаются сегменты?

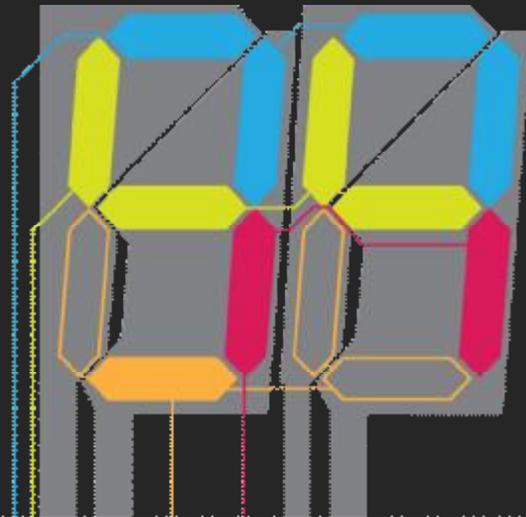
- Обкладки из токопроводящего напыления на стеклах (ITO)
  - Образуют область, в которой ЭМ поле ориентирует кристаллы



Обкладка, образующая сегмент.  
С другой стороны может быть один или несколько общих

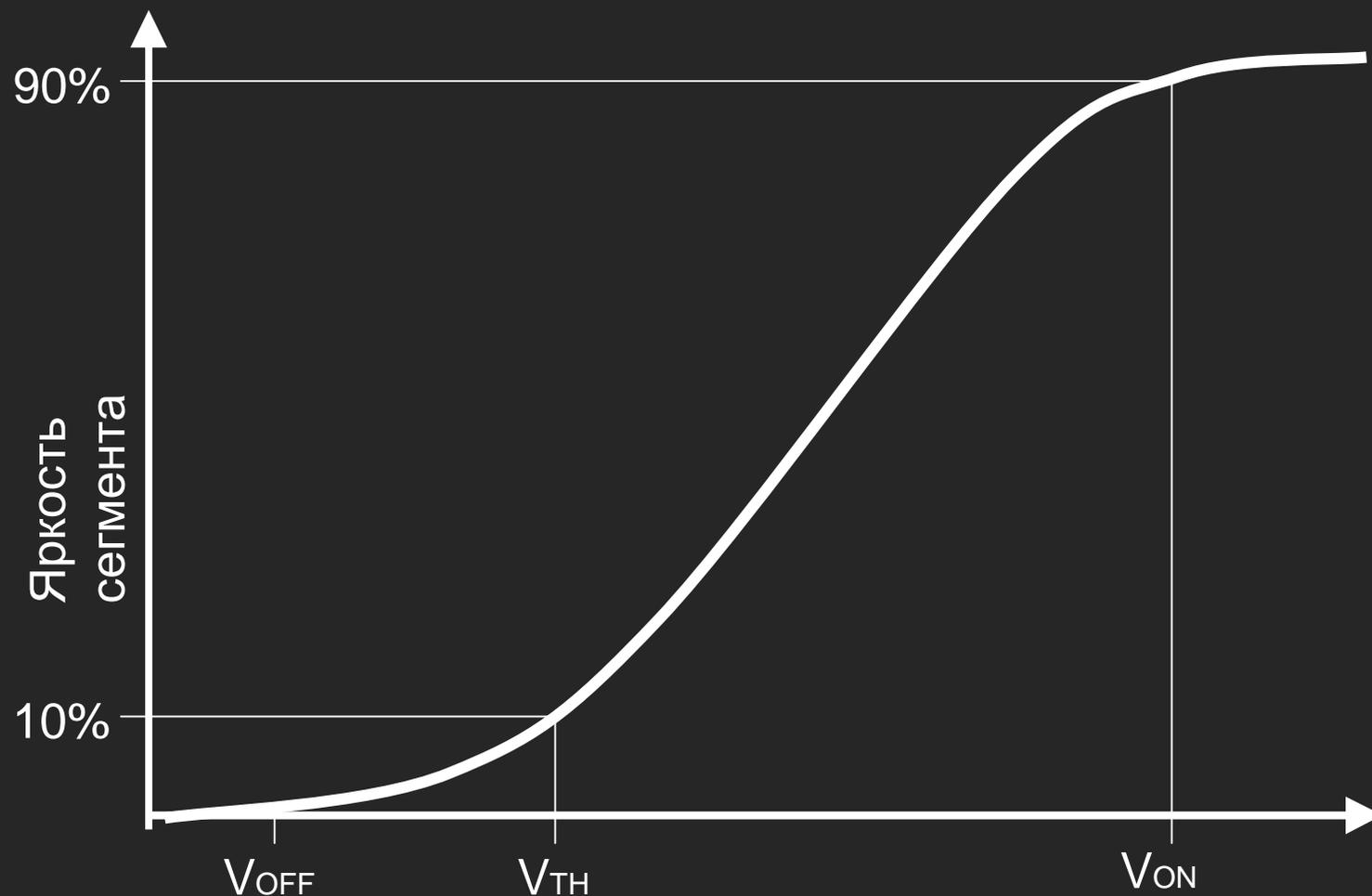
# Мультиплексный ЖКИ

- Несколько общих подложек
- Некоторые сегменты объединены
- Более сложное управление
  - но меньше проводов
- Меньший контраст
  - Как и в случае динамического управления LED



**ЖКИ драйвер**

# Передаточная характеристика



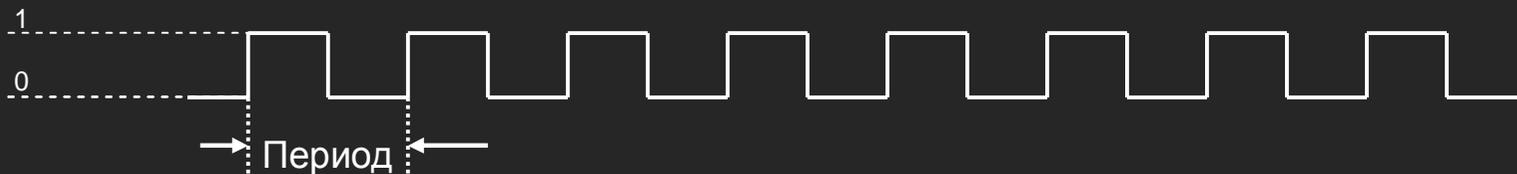
Действующее значение напряжения между  
сегментом и подложкой



# Контраст при мультиплексе



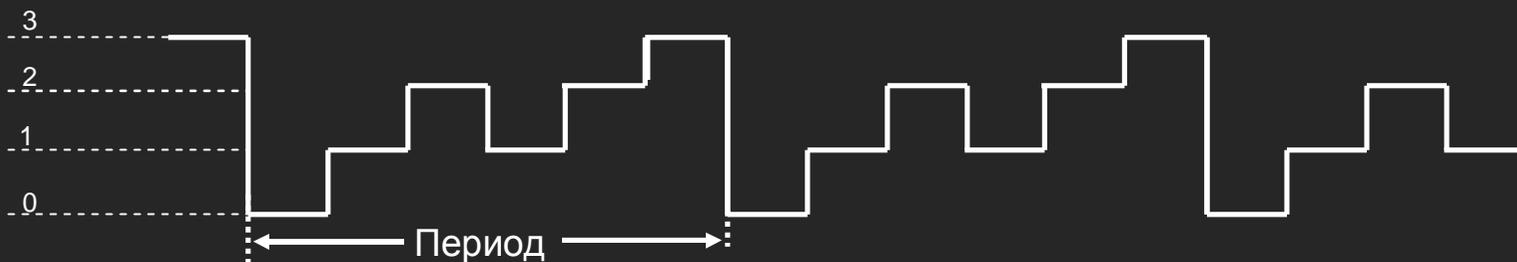
# Формы сигналов



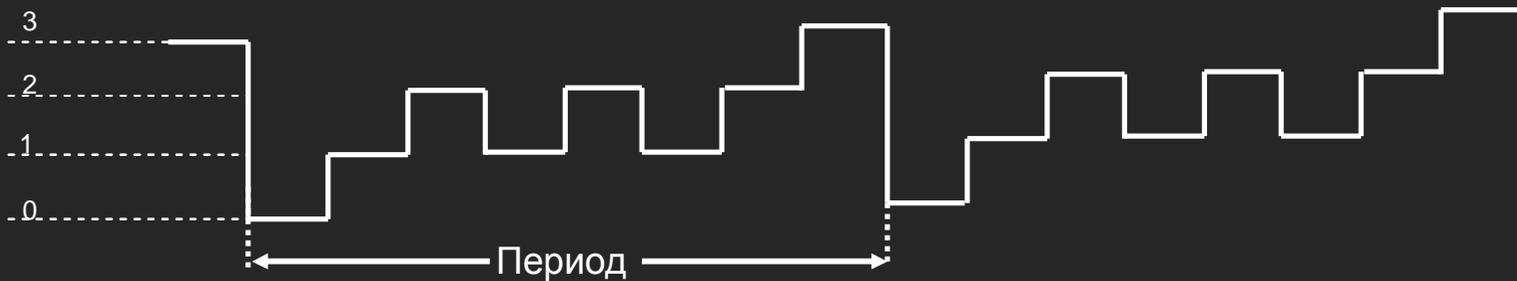
Статическое управление



Мультиплекс, 1/2, 1/2 bias



Мультиплекс, 1/3, 1/3 bias



Мультиплекс, 1/4, 1/3 bias





# Как управлять ЖКИ с помощью контроллера Microchip



# Решения Microchip

	60	96	13	19
128 кБ			PIC18F67J90 LCD+Pump, Flash	PIC18F87J90 LCD+Pump, Flash
32 кБ			PIC18F65J90 LCD+Pump, Flash	PIC18F85J90 LCD+Pump, Flash
			PIC18F64J90 LCD+Pump, Flash	PIC18F84J90 LCD+Pump, Flash
14/16 кБ	PIC16F1936 LCD, Flash, XLP	PIC16F1937 LCD, Flash, XLP	PIC18F6490 LCD, Flash	PIC18F8490 LCD, Flash
	PIC16F916 LCD, Flash	PIC16F917 LCD, Flash	PIC16F946 LCD, Flash	
7/8 кБ	PIC16F913 LCD, Flash	PIC16F914 LCD, Flash	PIC18F6390 LCD, Flash	PIC18F8390 LCD, Flash
	28	40	64	80

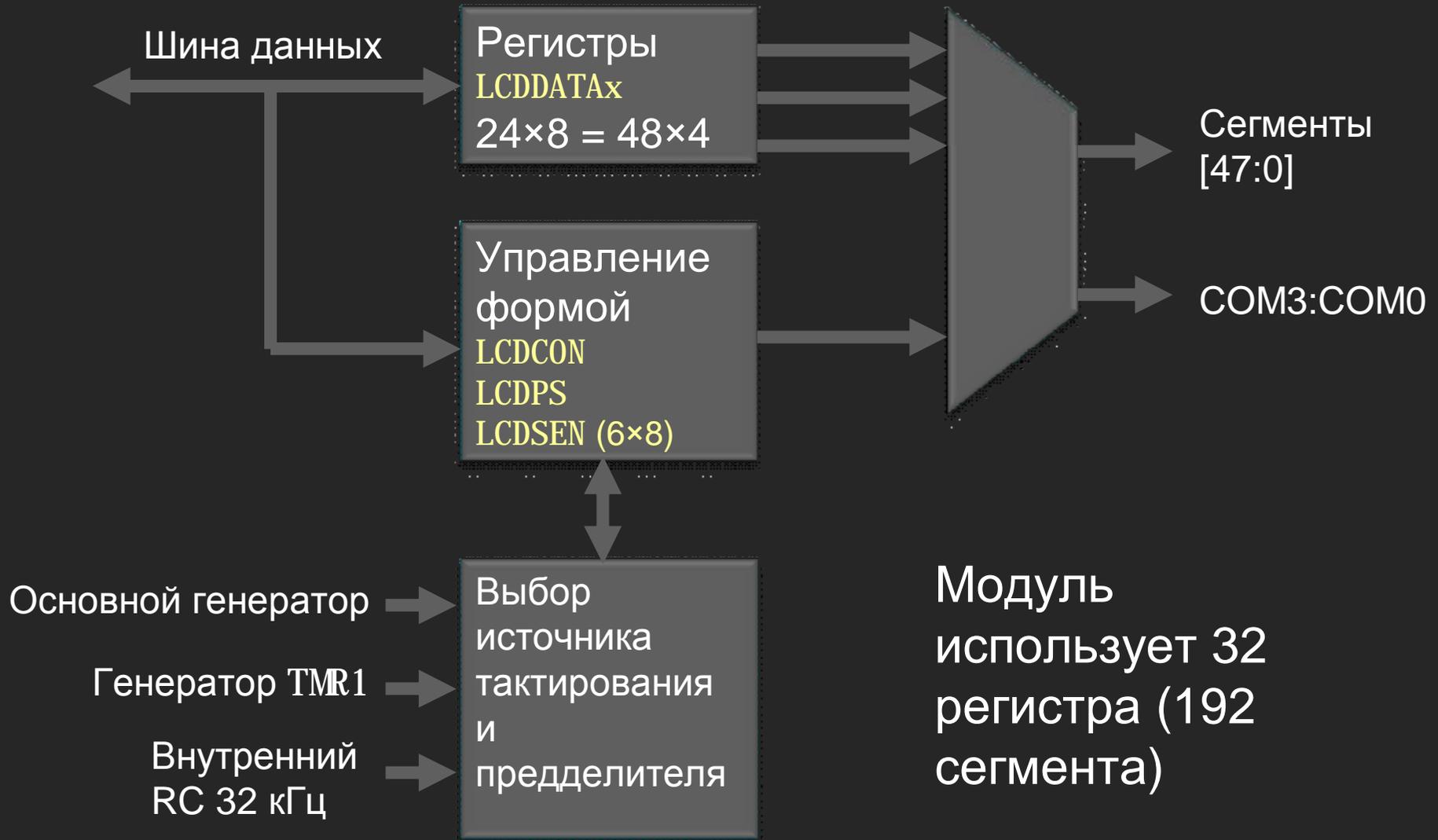


# Особенности ЖКИ модуля

- Прямое подключение к ЖКИ
- Модуль ЖКИ может работать в режиме Sleep
- Три источника тактирования
- 16 значений делителя
- Управление статическим индикатором
- Управление мультиплексным индикатором
  - Коэффициенты мультиплексирования:
    - 1/2, 1/3, 1/4
- Умножитель напряжения на переключаемых конденсаторах
- Управление контрастом



# Структура модуля ЖКИ

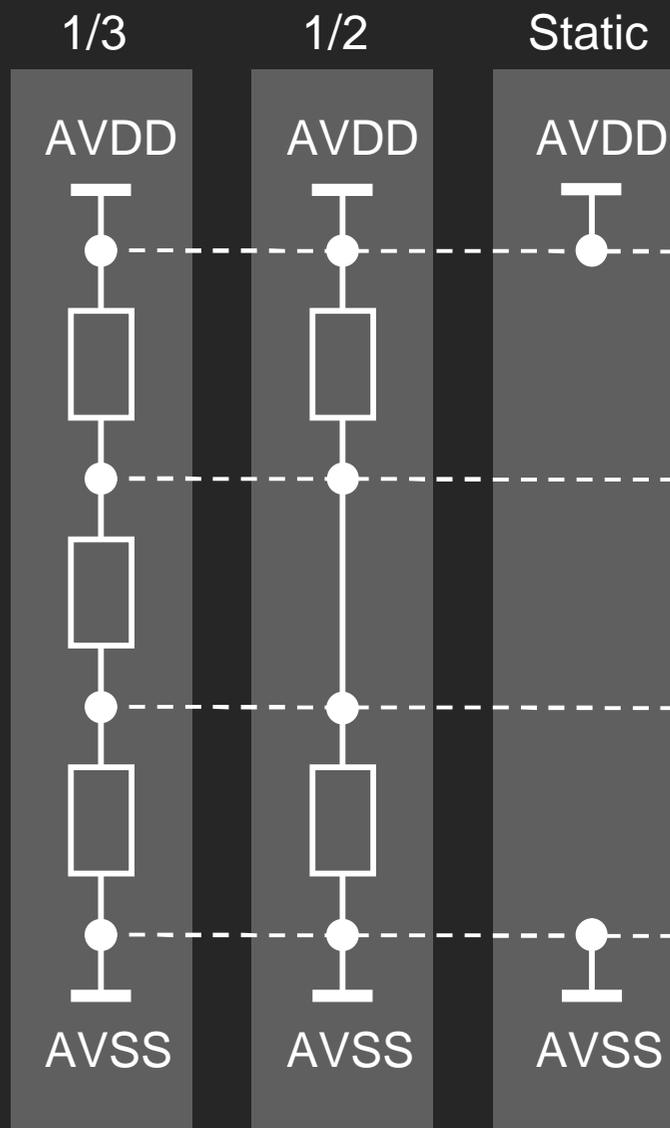


# Как настроить модуль ЖКИ

- Определить необходимые соединения
- Выбрать форму сигналов и коэффициент мультиплексирования
- Настроить количество уровней (bias)
- Выбрать источник тактирования
- Выбрать и настроить частоту обновления индикатора (делитель)
- Включить необходимые выводы сегментов
- Включить модуль ЖКИ
- Запись в регистры LCDDATAx  
включит/выключит требуемые сегменты



# Уровни смещения



	Static	1/2 bias	1/3 bias
VLCD3	AVDD	AVDD	AVDD
VLCD2		$1/2 \cdot AVDD$	$2/3 \cdot AVDD$
VLCD1		$1/2 \cdot AVDD$	$1/3 \cdot AVDD$
VLCD2	AVSS	AVSS	AVSS

Внешние  
резисторы



# Уровни смещения

- У серии PIC18F8xJ80 есть внутренний генератор уровней смещения
  - Максимальное напряжение: 3.6 В
  - Используется 4 конденсатора
  - Программная настройка контрастности
- Позволяет управлять 3В ЖКИ при выключенном регуляторе напряжения ядра
  - $VDD = 2.0 - 2.7$  В



# Практика №1

Настройте модуль ЖКИ и включите индикатор



# Эксперименты

- Зависимость контраста от количества уровней bias
- Программная регулировка контраста
- Скорость переключения сегментов



# Оптимизация качества и потребления



# Как улучшить качество?

- Улучшение качества не должно привести к увеличению тока потребления
- Как оценить контраст?
  - Разрешающая способность (discrimination ratio)
    - Отношение амплитуды включенного и выключенного сегментов
    - Для статического управления =  $\infty$
    - $D = V_{\text{RMS}}[\text{ON}] / V_{\text{RMS}}[\text{OFF}]$
    - Чем больше – тем лучше

# Разрешающая способность

bias \ mux	Статика	1/2	1/3	1/4
Статика	$\infty$			
1/2		1.581	1.414	
1/3		2.236	1.915	1.732

- Используйте, если это возможно, bias = 1/3 для увеличения контраста

# Мерцающее изображение

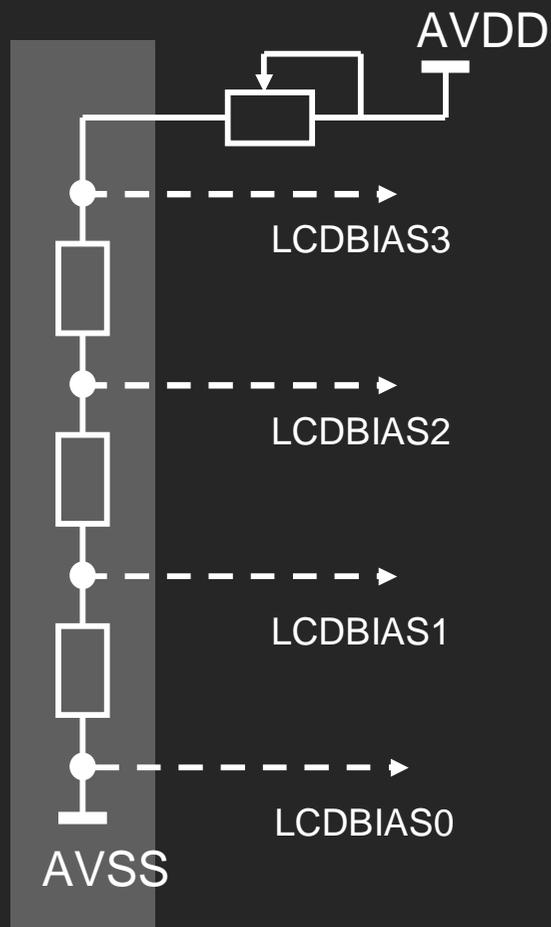
- Человеческое зрение обладает инерцией
- Заметность мерцания зависит от частоты и яркости изображения
  - Мерцание LED индикатора будет заметно при большей частоте, так как его яркость выше
- LCD индикаторы (даже статические) обладают большим временем переключения
  - Мерцание не заметно даже при частоте 15-20 Гц

# Максимальный контраст

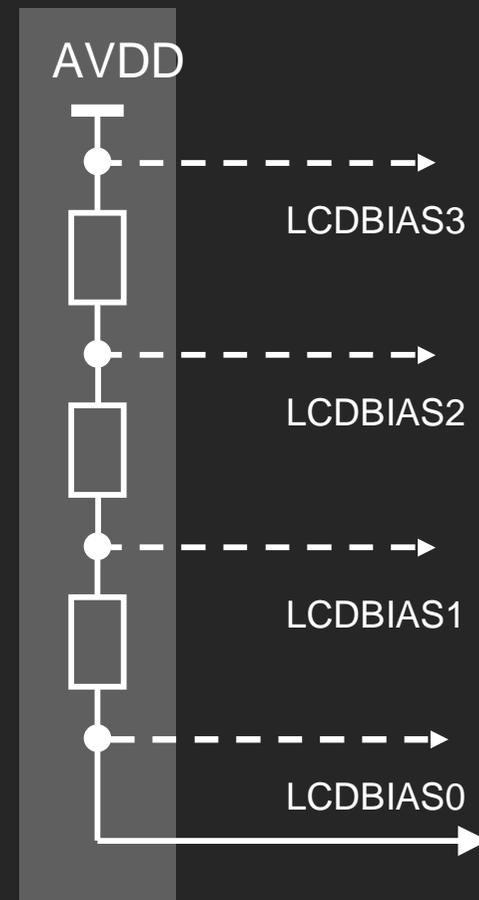
- Используйте формы сигнала с максимальной разрешающей способностью
- Используйте  $1/3$  bias вместо  $1/2$
- Узнайте пороговое напряжение  $V[ON]$  вашего индикатора
  - Если вы подадите больше – индикатор пересветится (будут видны выключенные сегменты)
  - Если меньше – низкий контраст
- Помните о температуре!
  - Возможно придется вводить термокомпенсацию

# Регулировка контраста

Аппаратная  
(потенциометр)



Программная  
(смещение)



# Минимизация потребления

- Сопротивление резисторов в делителе, формирующем bias
  - Чем больше – тем лучше (сотни кОм)
    - Но может уменьшиться контраст, так как сегмент по сути конденсатор
- Использование Sleep
  - Чем больше – тем лучше
- Переключение скорости (частоты обновления ЖКИ)
  - В зависимости от режима работы – с подсветкой или без



# Разработка ЖКИ



# Зачем?

- Технические ограничения стандартных решений
  - Ток потребления
  - Диапазон рабочих температур
- Ограничения дизайна стандартных решений
  - Нет узнаваемости продукции
  - Слабый контраст
  - Нужны большие символы
  - Нужны специальные символы

# С чего начать?

- Пользовательские требования
  - Дизайн
  - Область применения
    - Температура
    - Время работы от батареи
    - Нужна ли подсветка?

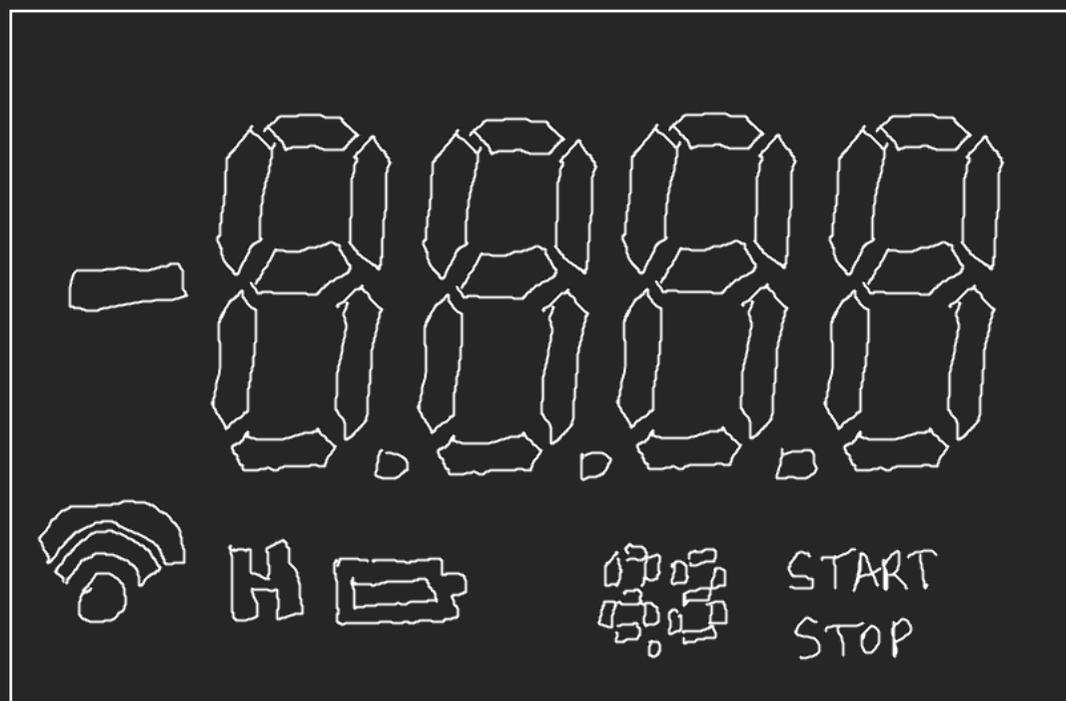
# С чего начать?

- Технические требования
  - Вытекают из пользовательских
- Эскиз
  - Количество сегментов и способ управления (статика, мультиплекс)
- Напряжение питания
- Диапазон температур
- Световая схема
  - Позитивный или негативный
  - С подсветкой или без
- Угол зрения



# Эскиз

- Посчитали сегменты. Если хватает выводов у драйвера – используем статическое управление.



# Способ управления

- Всегда старайтесь использовать статическое управление
  - Значительно выше контраст
  - Больше углы обзора
  - Меньше потребление
    - Так как частота переключения будет меньше
- Если у драйвера не хватает выводов для статического управления – используйте наименьший мультиплекс
- Возможно альтернативой станет внешний драйвер или COG-индикатор

# Напряжение питания

- Зависит от порогового напряжения поворота ЖК, а значит от типа жидкости
- Для сегментных индикаторов может быть в пределах 3 – 5В
- Для графических – более 10 В
  - Потому что большой коэффициент мультиплексирования
- Выбирайте какое удобно
  - Если питаете контроллер/драйвер от 3 В, то и ЖКИ питайте от 3 В. Преобразователь – лишний ток

# Диапазон температур

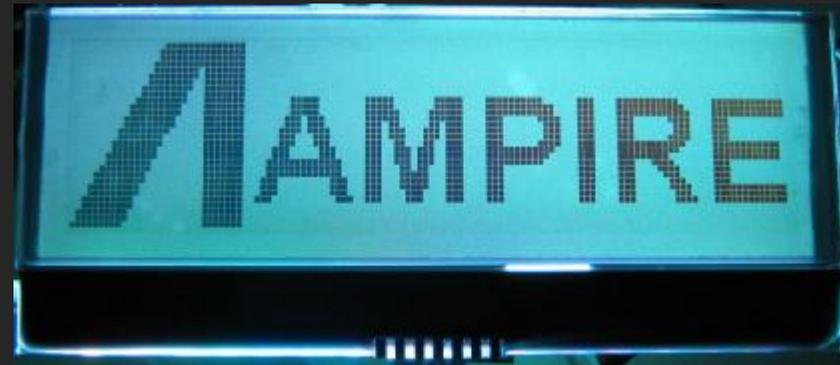
- Если нужно от  $-40^{\circ}\text{C}$  – это реально
  - Но минимальное время переключения сегментов будет около 1.5-2 сек
  - «Быстрые» на холоде индикаторы – дорогие
- Стандартный вариант:  $-20^{\circ}\text{C} \dots +85^{\circ}\text{C}$
- Помните о термокомпенсации!
  - Если индикатор дешевый – она может потребоваться

# Световая схема

- Световая схема
  - Тип изображения
    - Позитивный
    - Негативный
  - Использование подсветки
    - Только на отражение (reflective)
    - На просвет и на отражение (transflective)
    - Только на просвет (transmissive)

# Световая схема

- Тип изображения
  - Позитивный
    - Поляризаторы с направлениями поляризации, повернутыми на  $90^\circ$
  - Негативный
    - Поляризаторы с одинаковыми направлениями поляризации



# Световая схема

- Использование подсветки
  - На просвет
    - Только с подсветкой
  - На отражение
    - Только с внешним освещением
  - На просвет и отражение
    - Можно использовать как с внешним освещением, так и с подсветкой

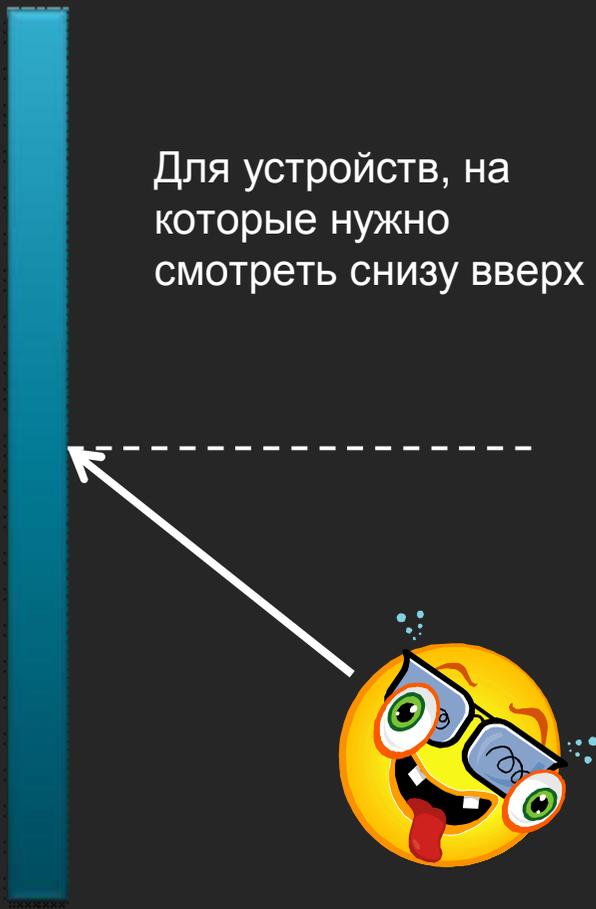


# Угол зрения

- Угол, при котором ЖКИ имеет максимальный контраст
  - Угол между плоскостью стекла и направлением взгляда
  - Есть стандартные величины, которые указываются в условных единицах, соответствующих положению часовой стрелки на циферблате
    - 6:00
    - 9:00
    - 10:30

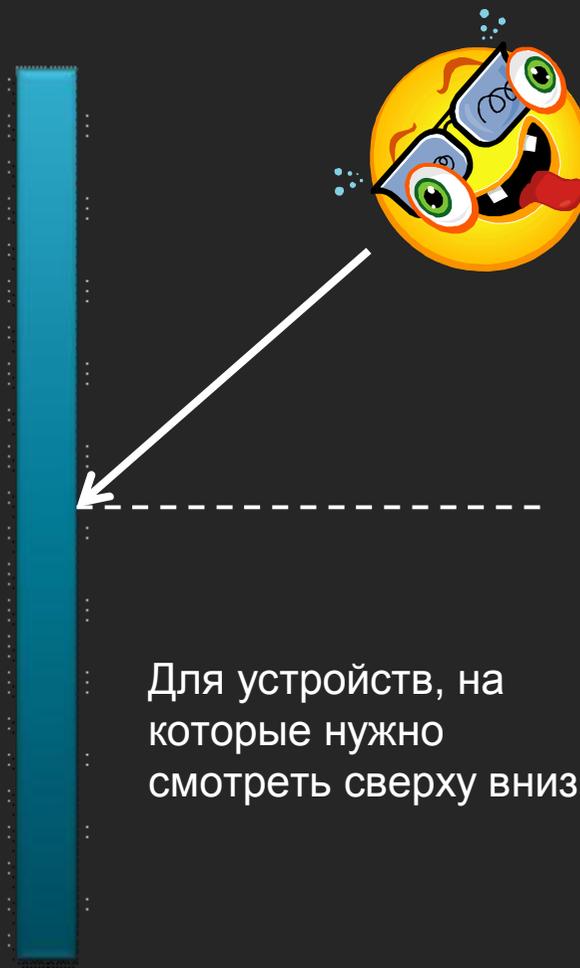
# Угол зрения

Для устройств, на  
которые нужно  
смотреть снизу вверх



6:00

Для устройств, на  
которые нужно  
смотреть сверху вниз



9:00



# Подсветка

## ● Светодиодная

### ● Достоинства

- Высокая яркость
- Не нужен драйвер

### ● Недостатки

- Высокая стоимость разработки

## ● Электро- люминисцентная

### ● Достоинства

- Очень тонкая
- Очень равномерная
  - Хорошие светодиодные – тоже
- Дешевая

### ● Недостатки

- Необходим преобразователь
- Высокий ток потребления
- Низкая яркость

# Куда звонить?

- **ООО "ГАММА Санкт-Петербург"**

Санкт-Петербург

Тел.: (812) 325-51-15

Факс: (812) 325-51-14

- От вас на первом этапе нужно:

- ЭСКИЗ

- ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ



**Спасибо за внимание!**

