

Жидкокристаллические индикаторы

Практическое занятие

План занятия

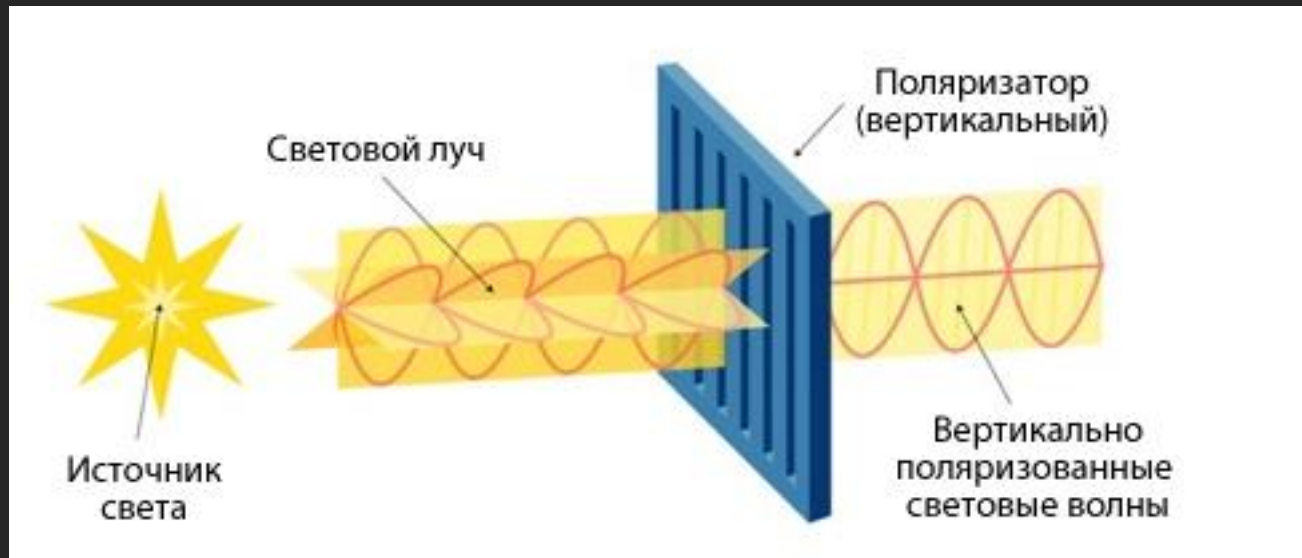
- Как работают ЖКИ
- Управление ЖКИ с помощью микроконтроллеров Microchip
 - Практика
- Оптимизация управления
 - Качество отображения, потребление
- Свойства ЖКИ, составление требований, заказные ЖКИ

Как работают ЖКИ?

Поляризация света

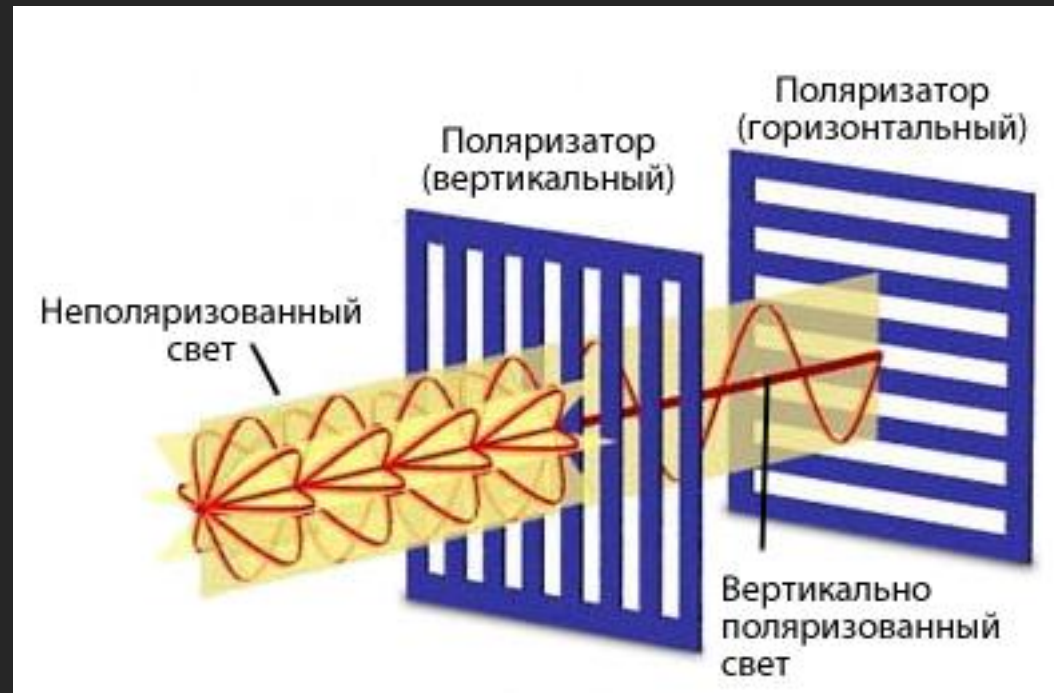
- Корпускулярно-волновой дуализм
 - В зависимости от точки отсчета ЭМ излучение можно рассматривать как поток частиц или волну
 - Интерференция, дифракция – свет – волна!
 - Фотоэффект – свет – поток частиц!
- Так как свет – волна, он подвержен поляризации
 - Поляризация – направленное колебание вектора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

Поляризация света



- Где и как используется эффект поляризации света?

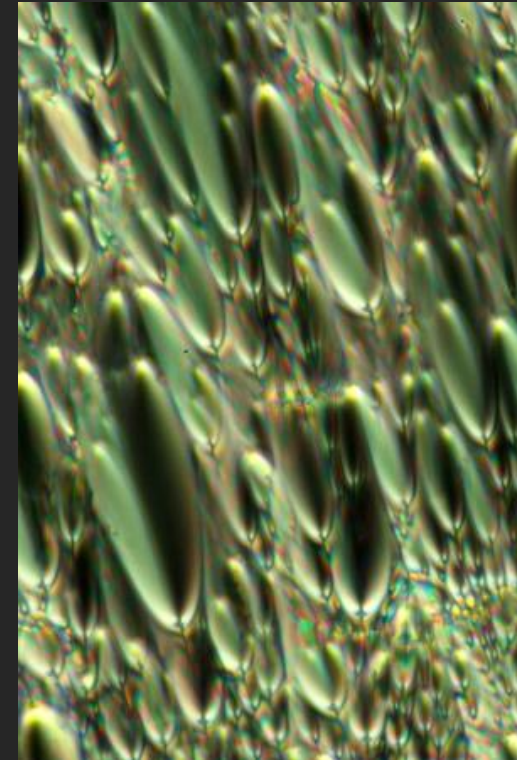
Использование поляризации



- Основной принцип – задерживать световые волны с определенным направлением поляризации

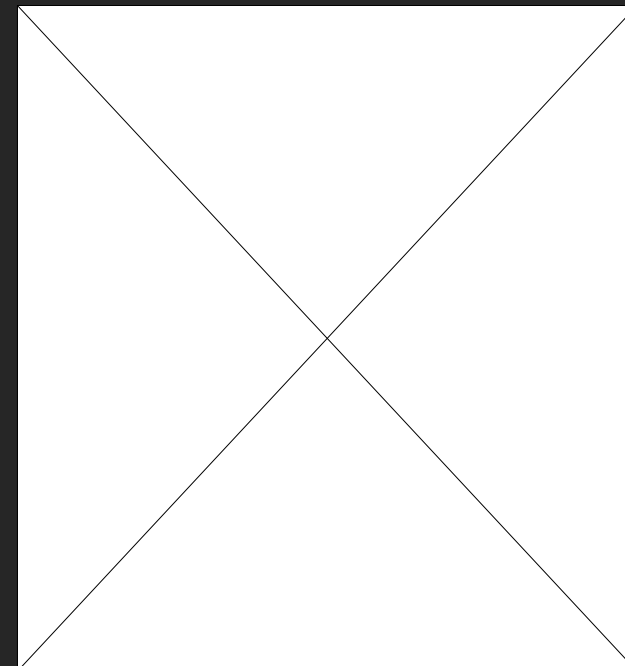
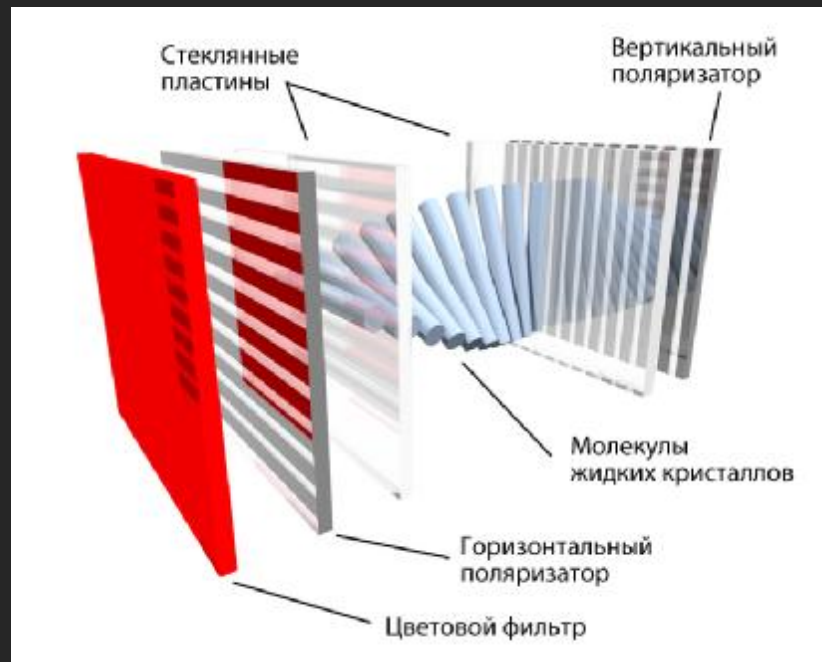
Жидкие кристаллы

- Обладают анизотропией – свойствами как жидкостей, так и кристаллических веществ
- Стержневидные молекулы
 - Смектические
 - Холистерические
 - 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°
- 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?

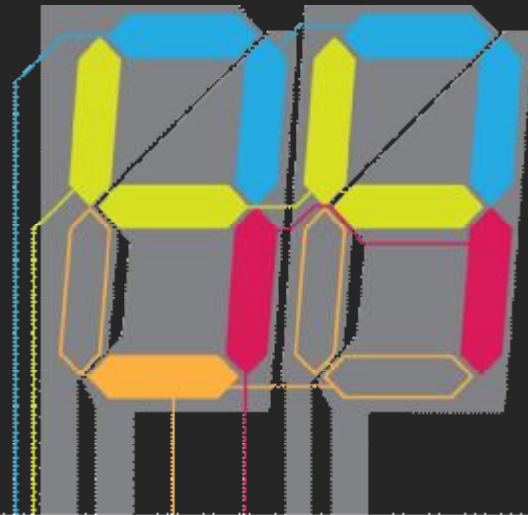
- Обкладки из токопроводящего напыления на стеклах (ITO)
 - Образуют область, в которой ЭМ поле ориентирует кристаллы



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

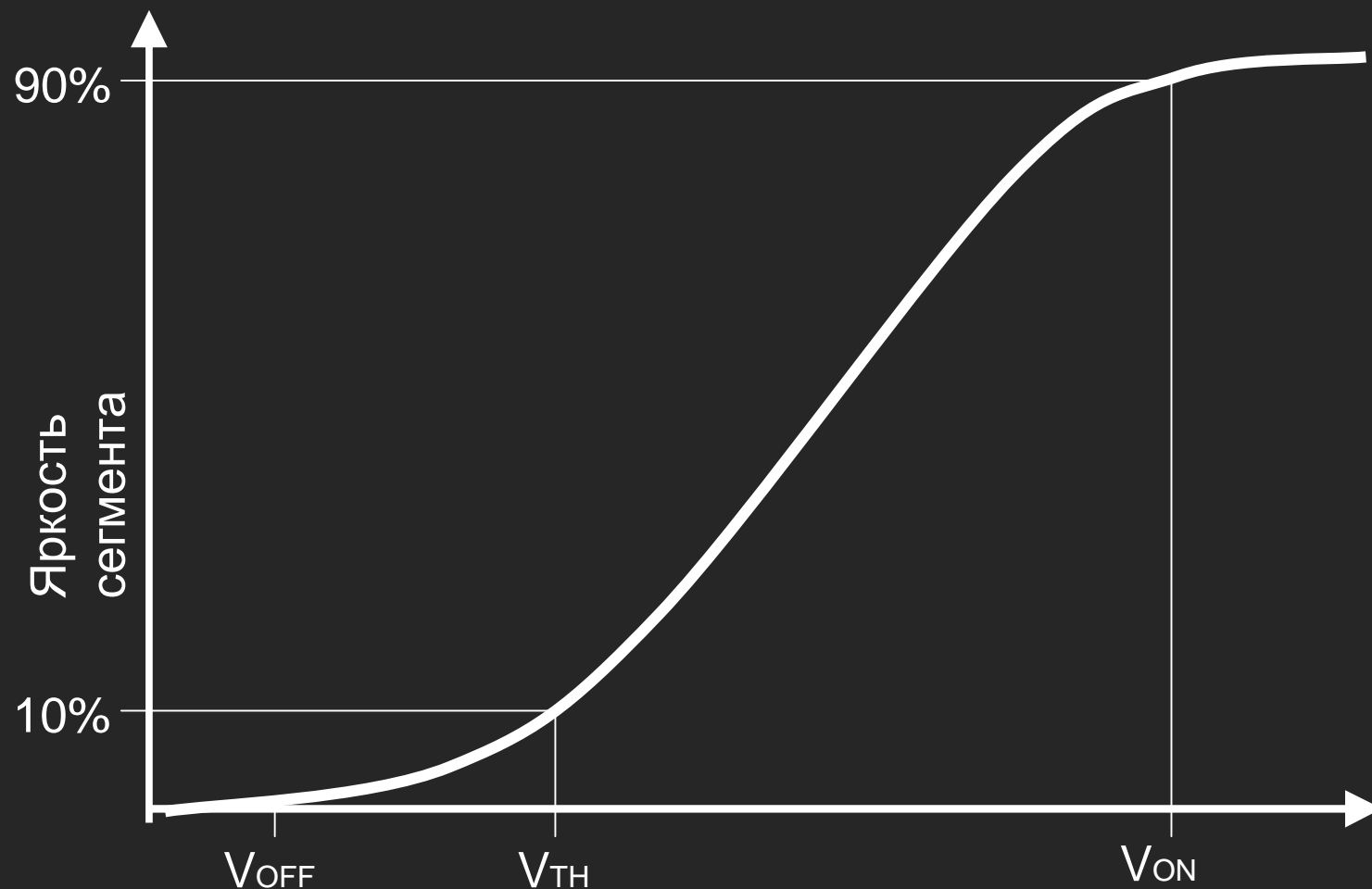
Мультиплексный ЖКИ

- 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



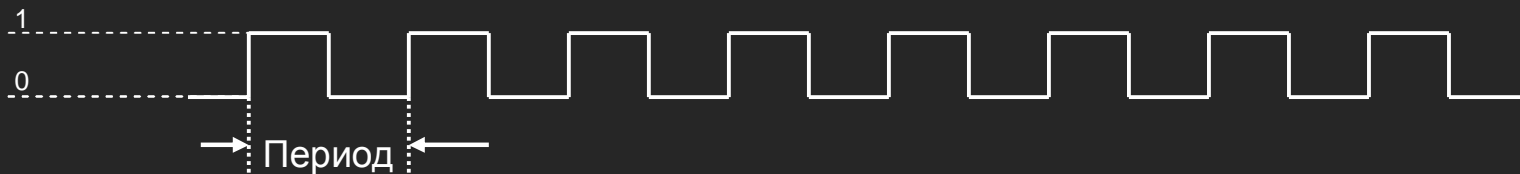
Действующее значение напряжения между
сегментом и подложкой



Контраст при мультиплексе



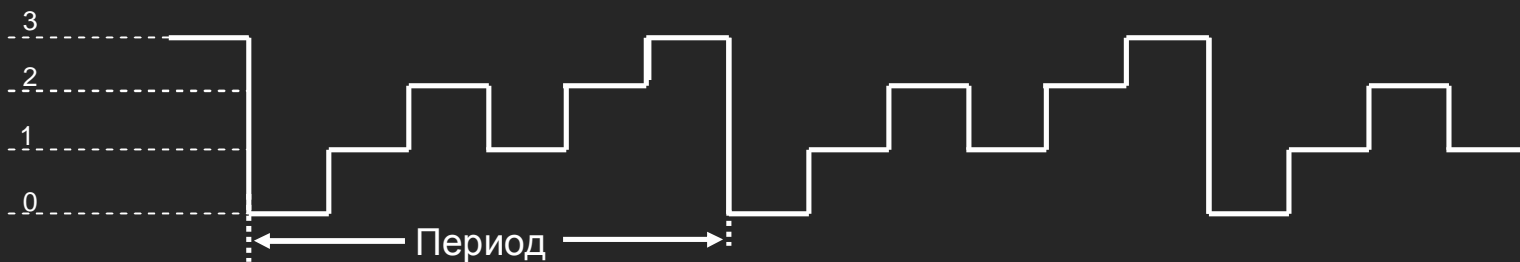
Формы сигналов



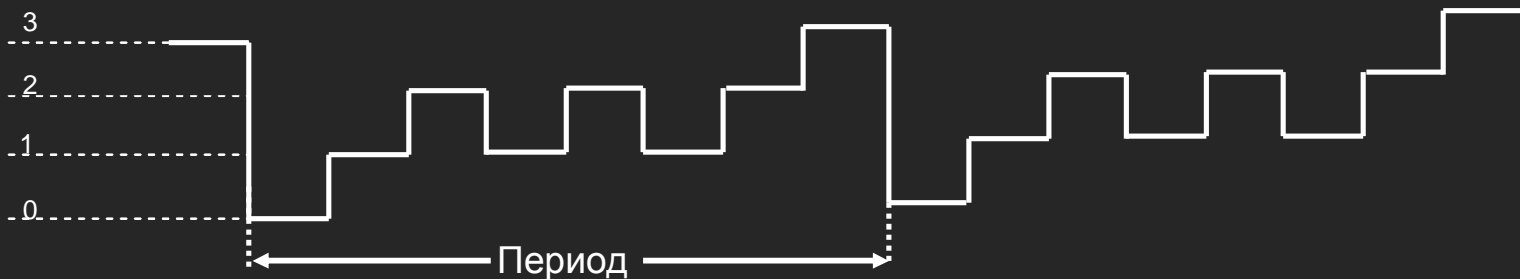
Статическое управление



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

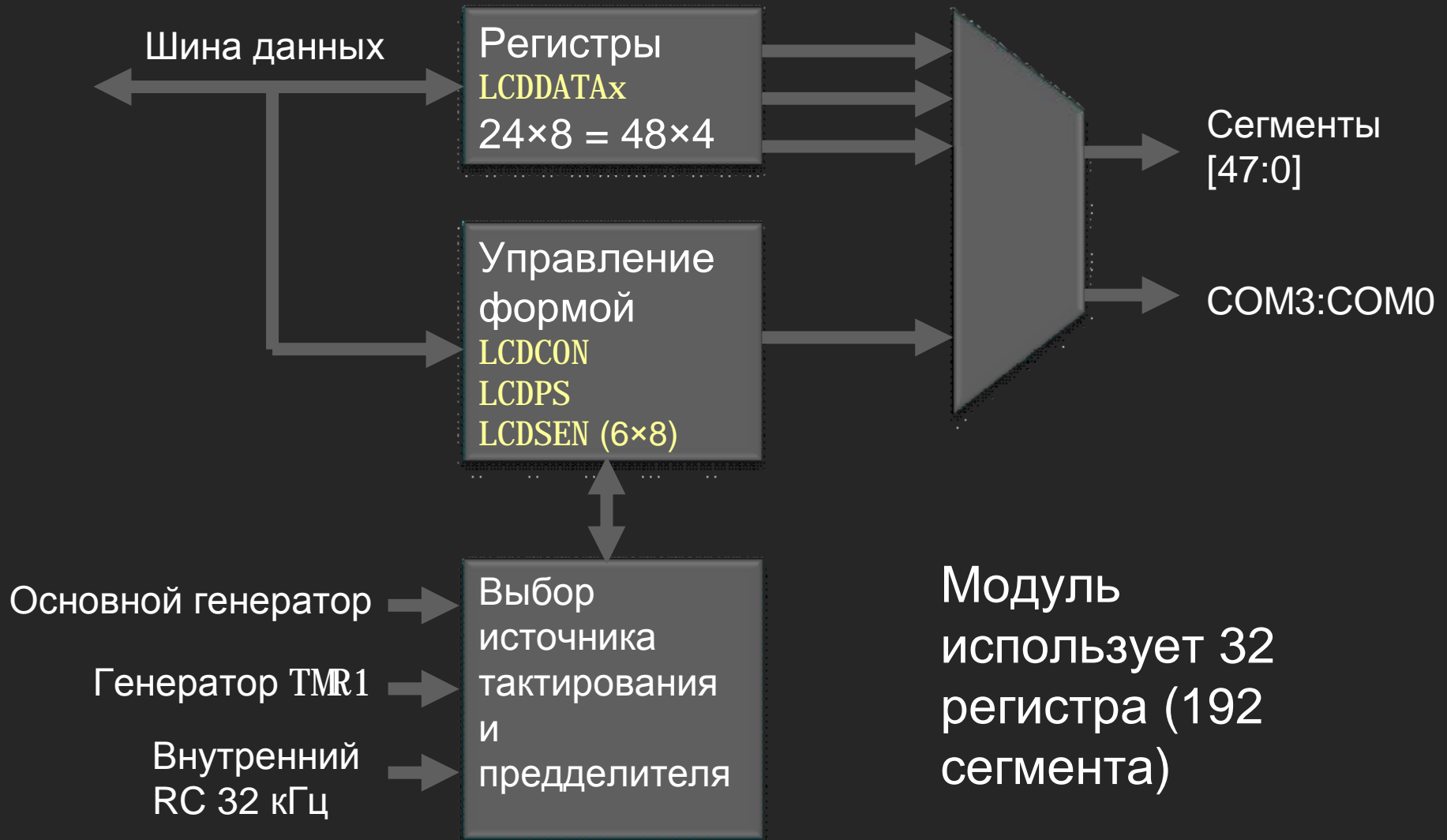


Особенности ЖКИ модуля

- 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

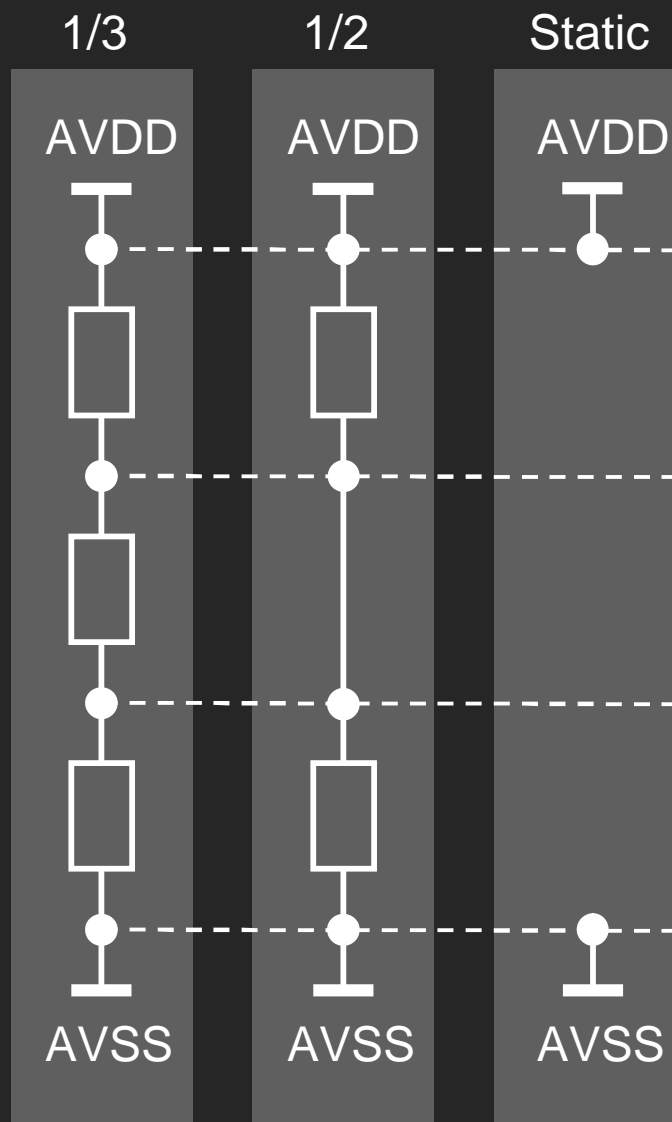


Как настроить модуль ЖКИ

- 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 = ∞
 - $D = V_{RMS}[ON]/V_{RMS}[OFF]$
 - Чем больше – тем лучше

Разрешающая способность

bias \ mux	Статика	1/2	1/3	1/4
Статика	∞			
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

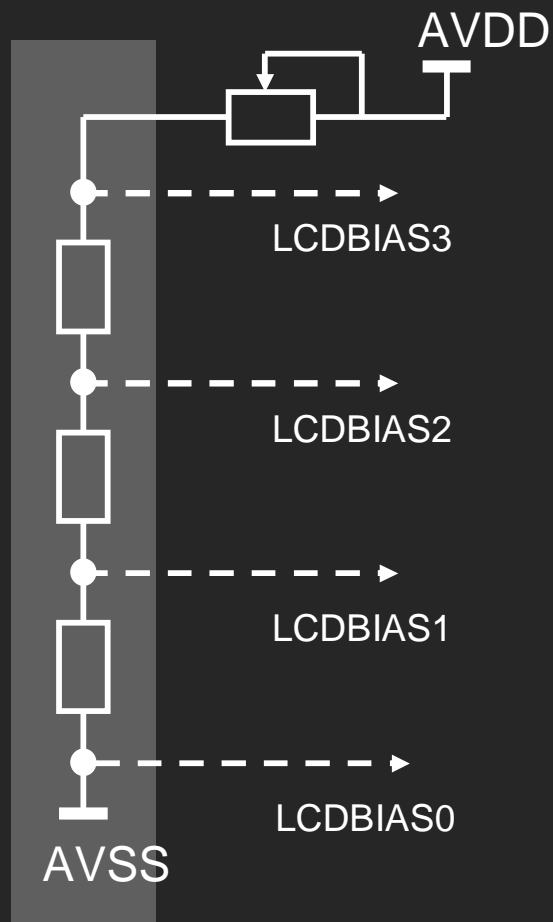
- Человеческое зрение обладает инерцией
- Заметность мерцания зависит от частоты и яркости изображения
 - Мерцание LED индикатора будет заметно при большей частоте, так как его яркость выше
- LCD индикаторы (даже статические) обладают большим временем переключения
 - Мерцание не заметно даже при частоте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

Максимальный контраст

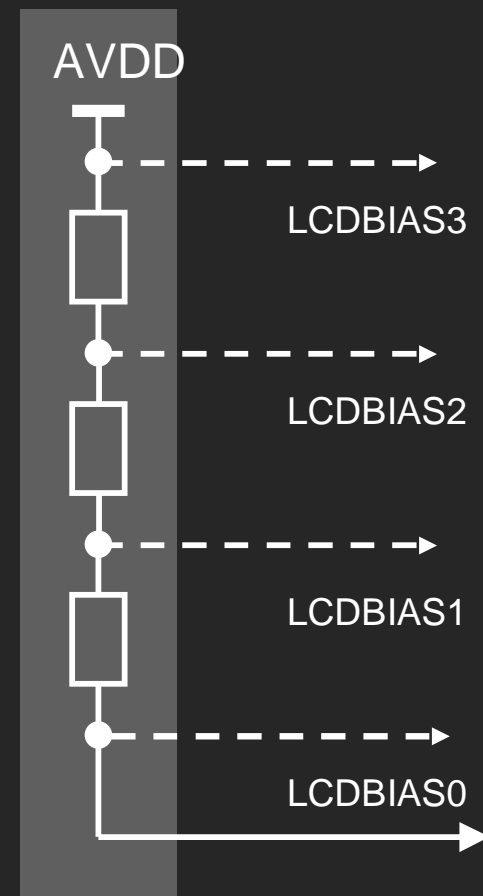
- Используйте формы сигнала с максимальной разрешающей способностью
- Используйте $1/3$ bias вместо $1/2$
- Узнайте пороговое напряжение $V[ON]$ вашего индикатора
 - Если вы подадите больше – индикатор пересветится (будут видны выключенные сегменты)
 - Если меньше – низкий контраст
- Помните о температуре!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

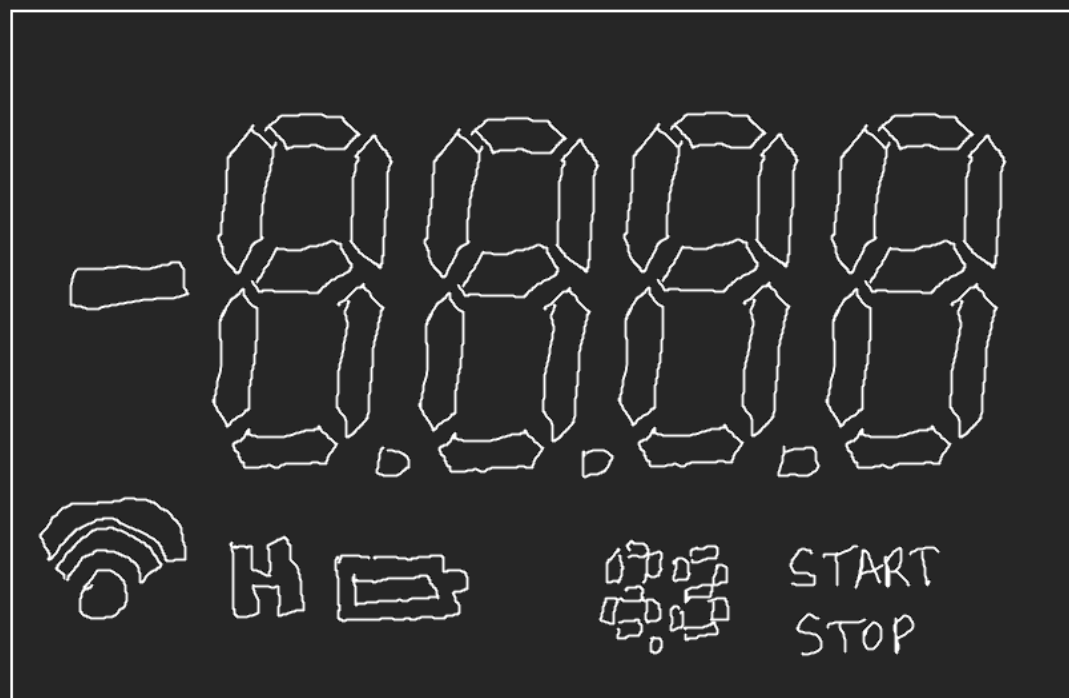
С чего начать?

- 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°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°
 - 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

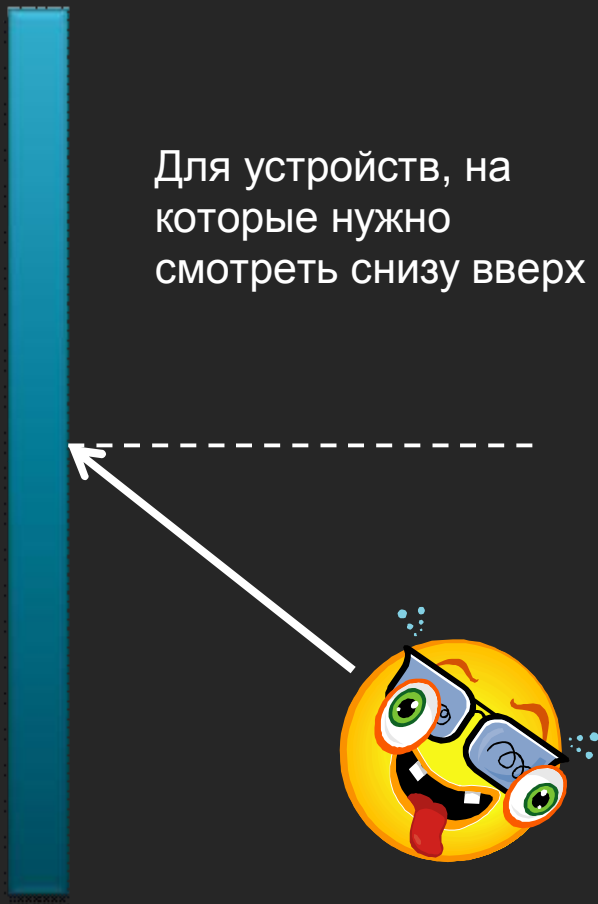


Угол зрения

- 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

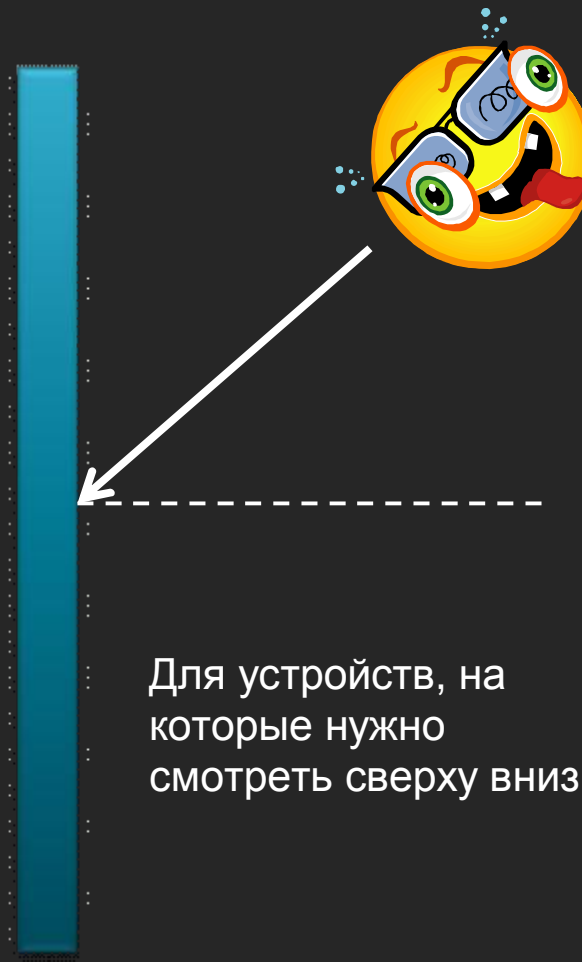
Угол зрения

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!

