

Оптоэлектроника

Лекция 5

Пространственно-временные модуляторы света

Краснов В.В., Черёмхин П.А.

Пространственно-временные модуляторы света (ПВМС)

Пространственно-временной модулятор света (ПВМС) – устройство, позволяющее менять параметры светового излучения во времени и пространстве.

ПВМС
позволяют
управлять:

- Амплитудой
- Фазой
- Поляризацией

Распространенные виды ПВМС

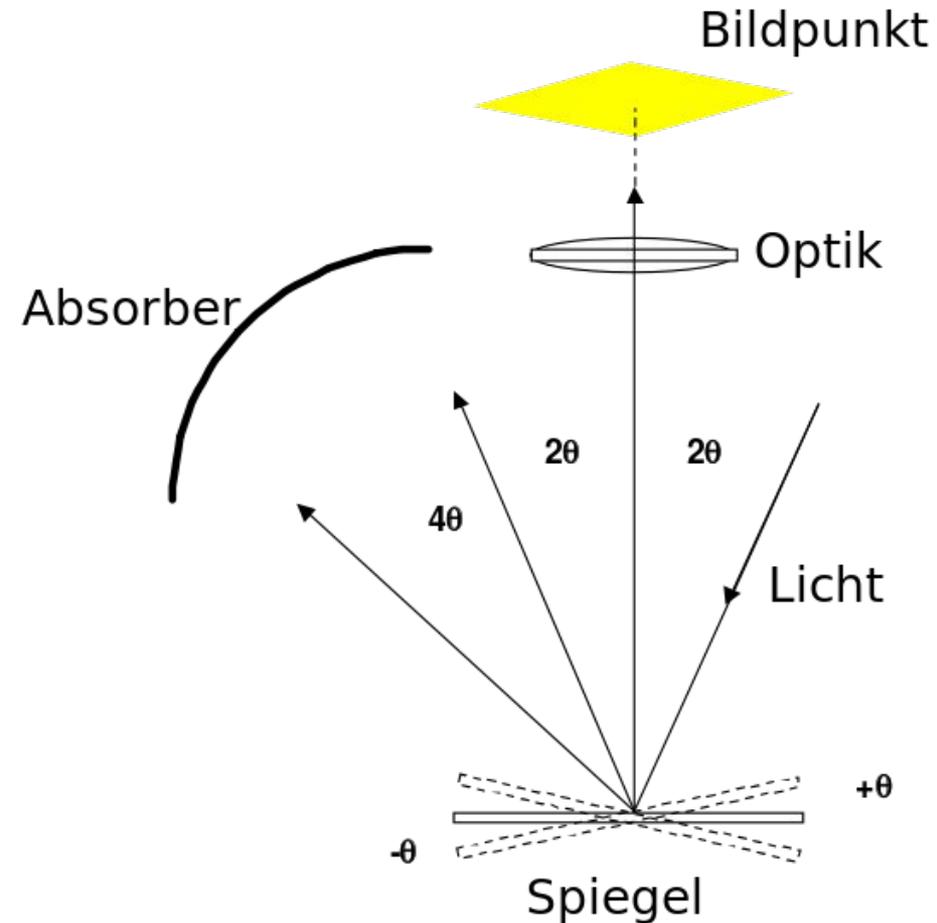
Микрзеркальные

Жидкокристаллические

Акустооптические

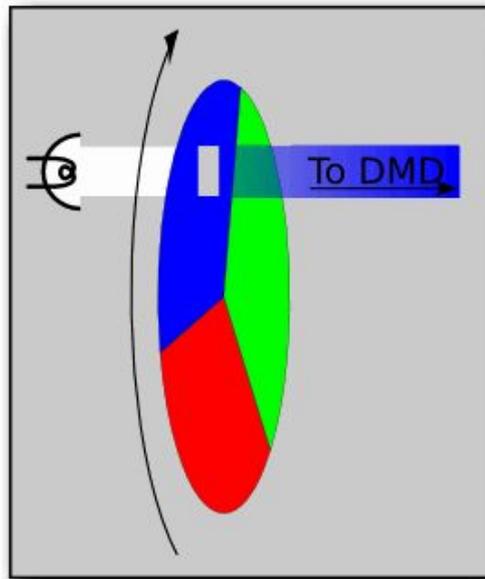
Микрозеркальные модуляторы

- Микрозеркальный модулятор (Digital Micromirror Device, DMD, цифровое микрозеркальное устройство) — это микроэлектромеханическая система (МЭМС), которая создаёт изображение матрицей микроскопических зеркал с отклоняющими пьезоэлементами.
- Каждое зеркало представляет собой один пиксель в проецируемом изображении.



Возможности микрозеркальных модуляторов

- Бинарная модуляция амплитуды излучения по принципу «вкл-выкл»
- Возможность работы с некогерентным излучением
- Скорость: до 30000 бинарных изображений в секунду
- Число пикселей: до $9 \cdot 10^6$



Жидкие кристаллы

Обладают одновременно свойствами как жидкостей (текучесть), так и кристаллов (анизотропия).

По структуре ЖК представляют собой вязкие жидкости, состоящие из молекул вытянутой или дискообразной формы, определённым образом упорядоченных во всем объёме этой жидкости.

Наиболее характерным свойством ЖК является их способность изменять ориентацию молекул под воздействием электрических полей, в результате чего меняются характеристики двулучепреломления.

Типы жидких кристаллов



Термотропные жидкие кристаллы

Существуют в определенном температурном диапазоне. При температуре ниже граничной превращаются в обыкновенные кристаллы, выше граничной – в жидкости.

В зависимости от температуры, термотропные кристаллы могут находиться в различных жидкокристаллических фазах



Нематические



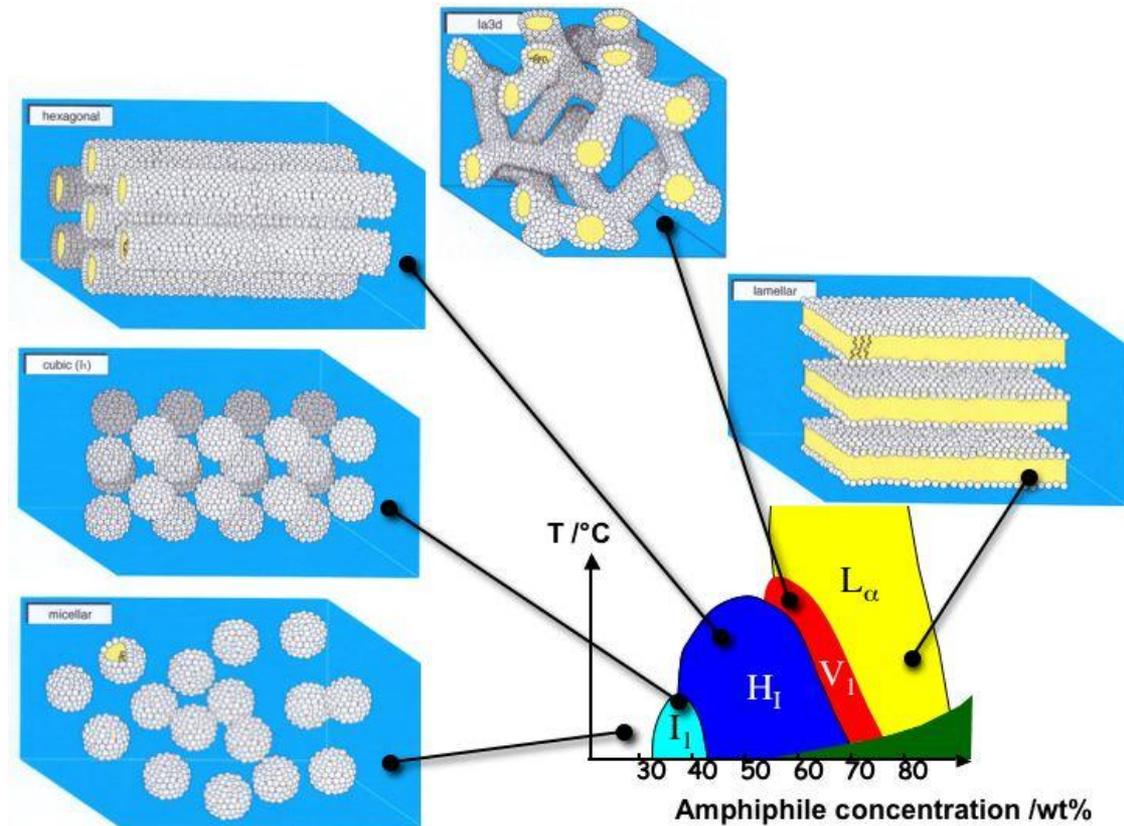
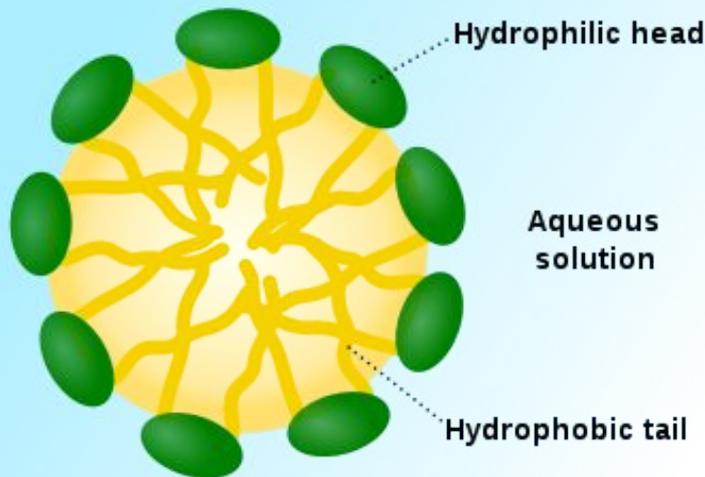
Смектические



Холестерические

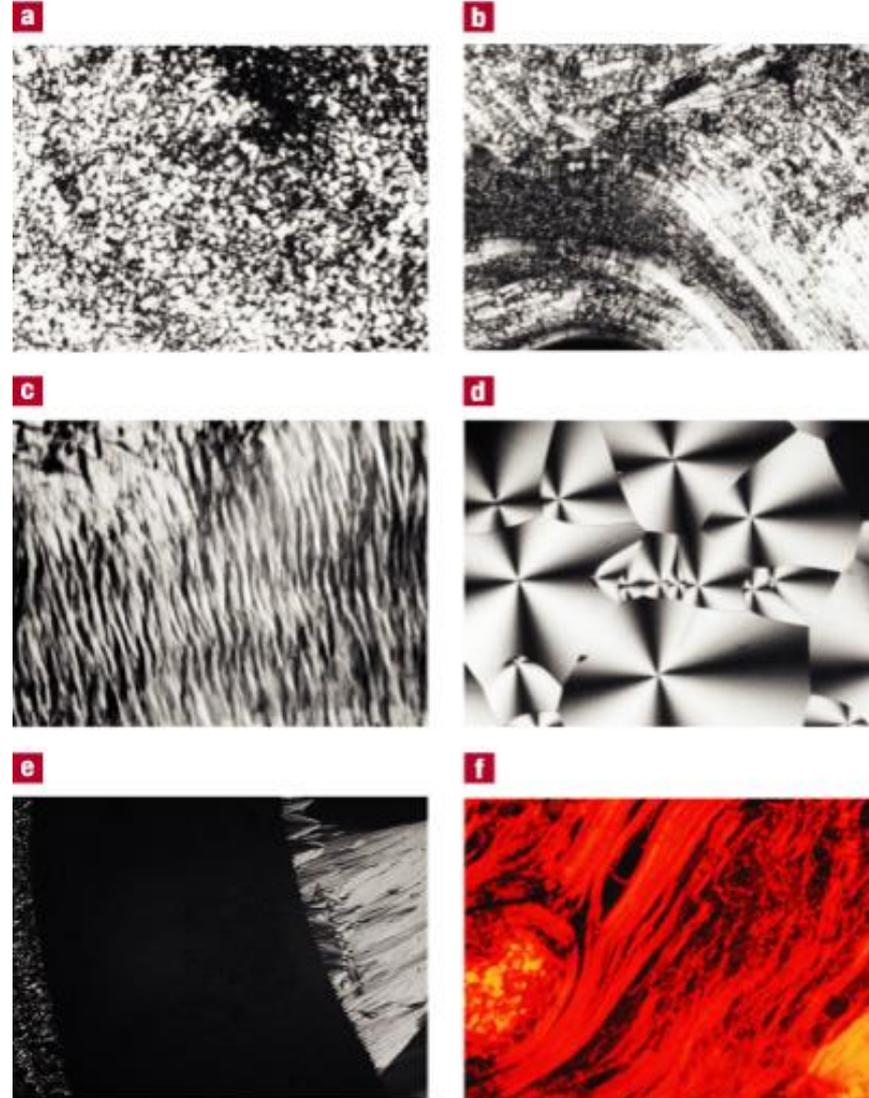
Липотропные жидкие кристаллы

- Состоят из двух или более компонент.
- Молекулы основного вещества амфифильны, т.е. содержат как гидрофильную, так и гидрофобную части.
- Существует множество фаз, которые наблюдаются в определенных диапазонах температур и концентраций.



Металлотропные жидкие кристаллы

- Состоят из неорганического соединения с низкой температурой плавления и органических длинных молекул-цепочек вроде мыла.
- Существует множество фаз, которые наблюдаются в определенных диапазонах температур и концентраций.



a, Crystal smectic-type texture (Sm) of $C_{16}TA-ZnCl-38$ observed on heating, $125\text{ }^{\circ}C$. **b**, Lamellar SmA (or L) texture of $C_{16}TA-ZnCl-38$ at $165\text{ }^{\circ}C$. **c**, Hexagonal non-geometric texture of $C_{16}TA-ZnCl-60$ at $65\text{ }^{\circ}C$ observed on heating. **d**, Focal conic texture of hexagonal liquid crystals of $C_{12}TA-ZnCl-50$ on cooling to $55\text{ }^{\circ}C$. **e**, Optical texture across $C_{12}TA-ZnCl-37$ to $C_{12}TA-ZnCl-41$ concentration gradient on cooling to $75\text{ }^{\circ}C$ showing the Sm-Cub-Col_h region of the phase diagram. **f**, Lamellar SmA texture of $C_{16}TA-CuCl-50$ at $100\text{ }^{\circ}C$. The original magnification for the images was 200.

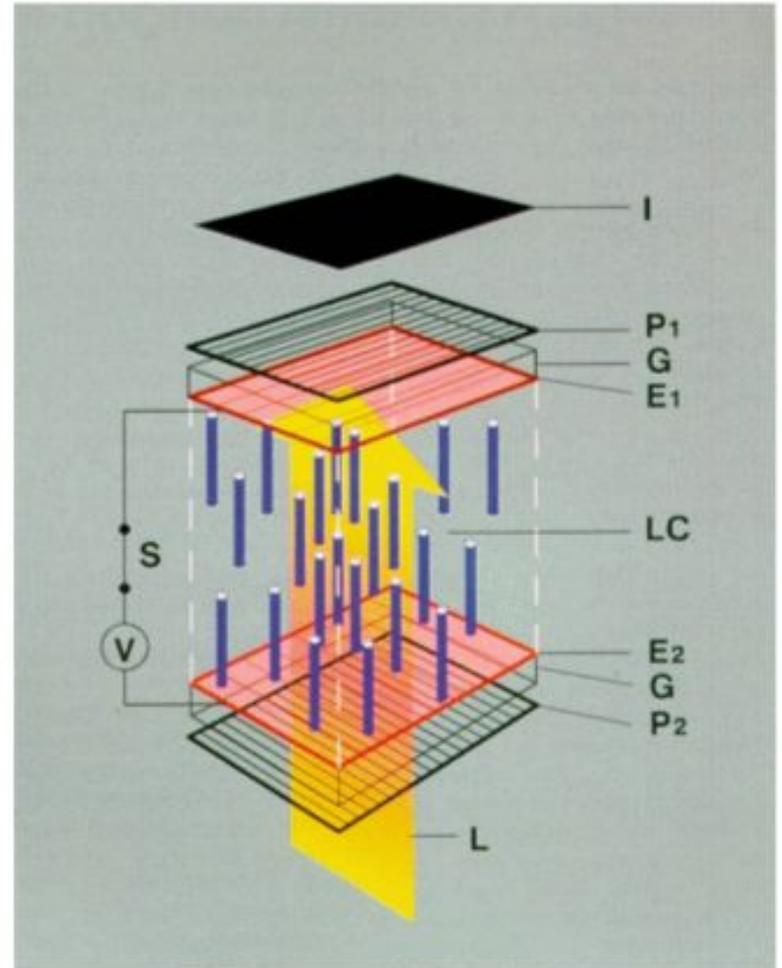
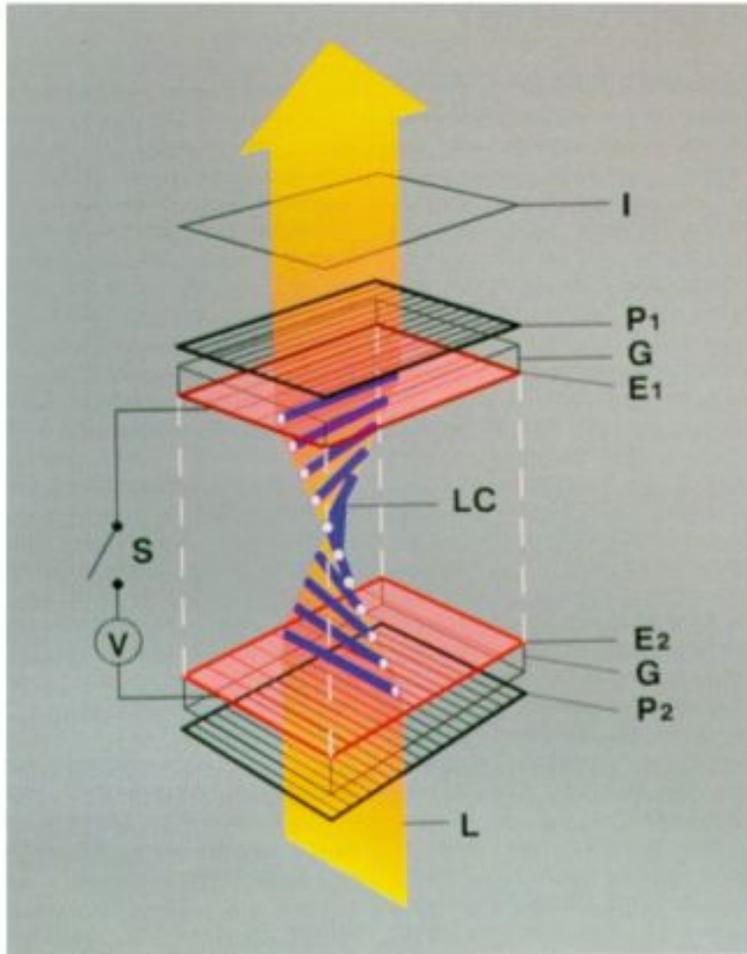
Конструкции нематических ЖК ПВМС

Twisted nematic (TN)

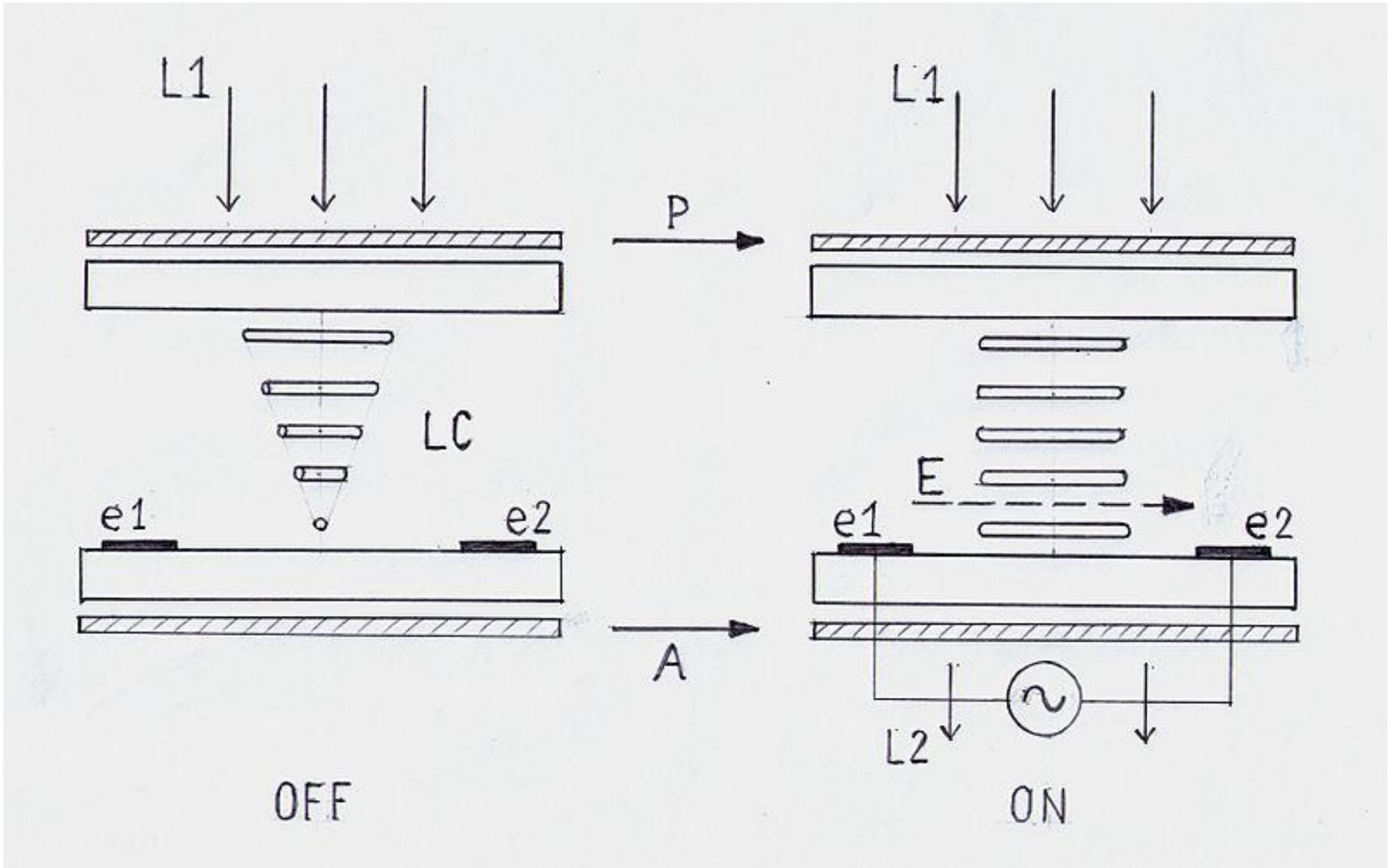
In-plane switching (IPS)

Vertical alignment (VA)

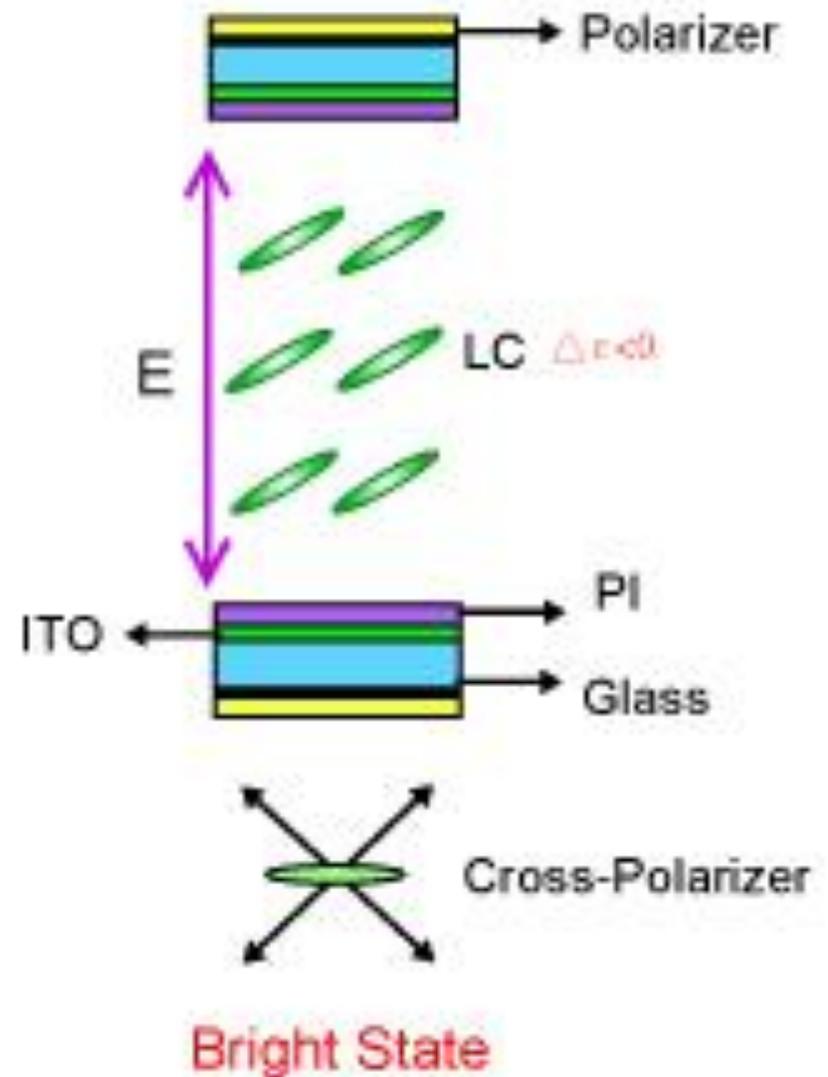
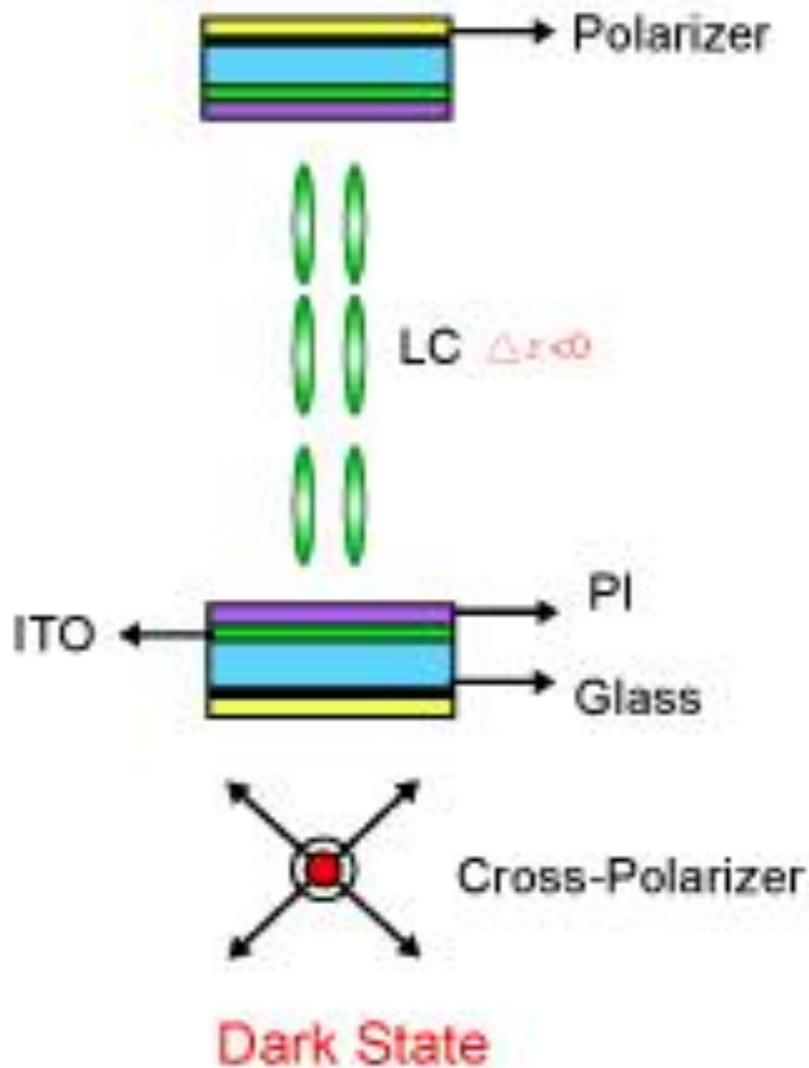
Twisted nematic (TN)



In-plane switching (IPS)



Vertical alignment (VA)



Флюктуации фазы ЖК ПВМС

2.1 Display parameter

Part no.	HED 6010 xxx
Type:	LCOS (reflective), Active Matrix LCD
Drive scheme:	digital (pulse width modulation)
Mode:	ECB mode, nematic
Phase levels:	256 (8-bit) grey levels
Active Area:	15.36 mm x 8.64 mm
Weight:	12 grams
Resolution:	
Nominal:	1920 x 1080 pixels
Total:	1952 x 1088 pixels
Pixel Pitch:	8.0 μm
Fill Factor:	87%
Image Frame Rate:	60 Hz
0th order intensity	60%
Illumination (max.)	$\sim 2 \text{ W} / \text{cm}^2$.
	For high power applications please contact HOLOEYE.
Operating temp.:	+10°C to +70°C
Waveband:	UV irradiation shall be blocked via an absorption filter

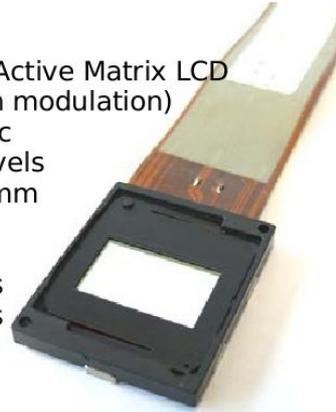
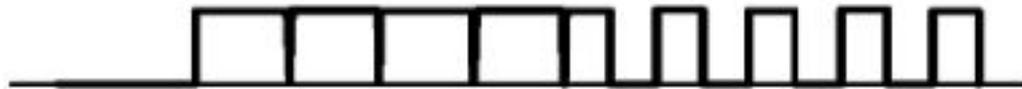


Figure 3: HD phase display

Флюктуации фазы обусловлены цифровой схемой адресации управляющего напряжения.

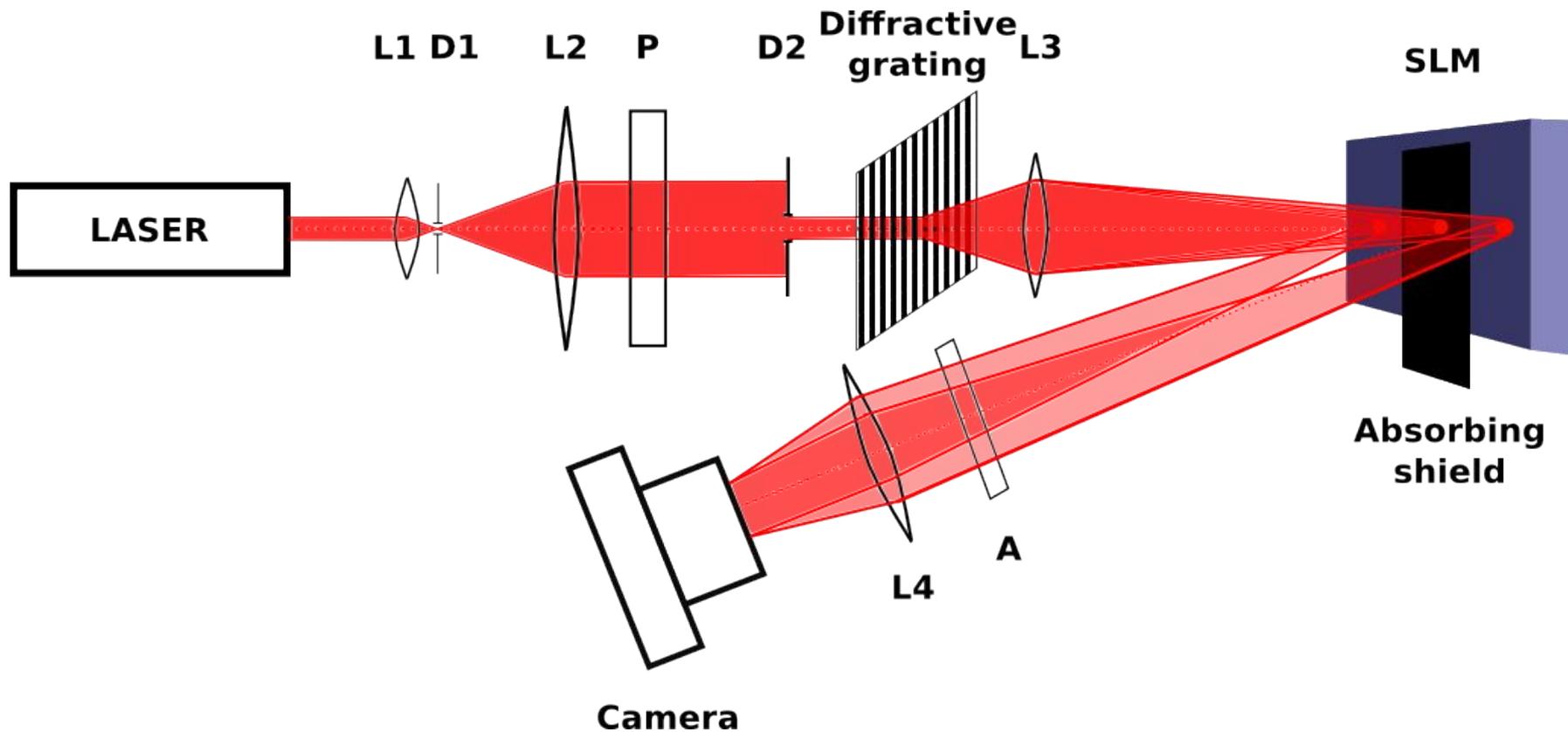
Instantaneous
Liquid Crystal
RMS voltage



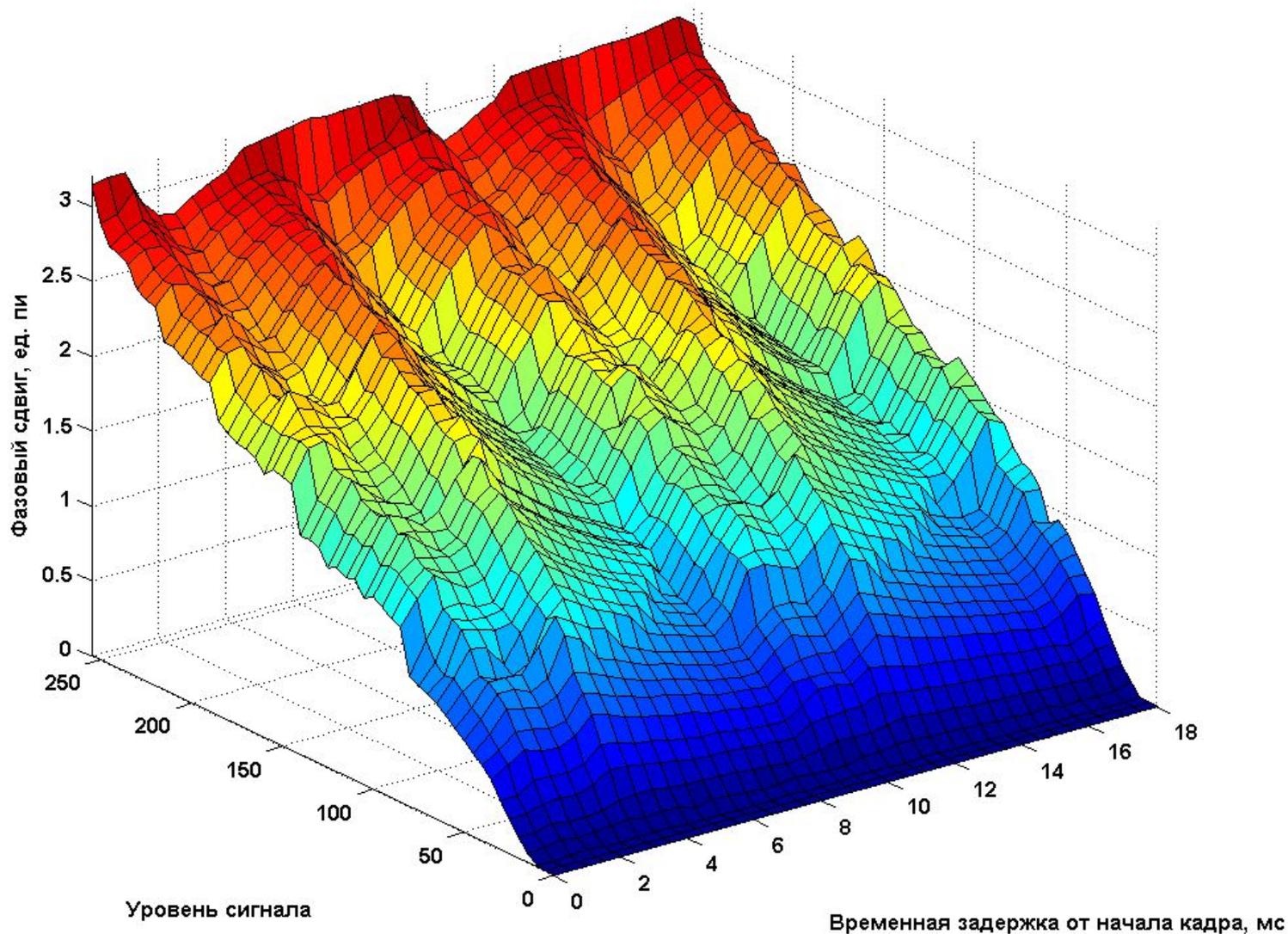
Liquid Crystal
response



Схема экспериментальной установки для измерения фазовой модуляции ЖК ПВМС

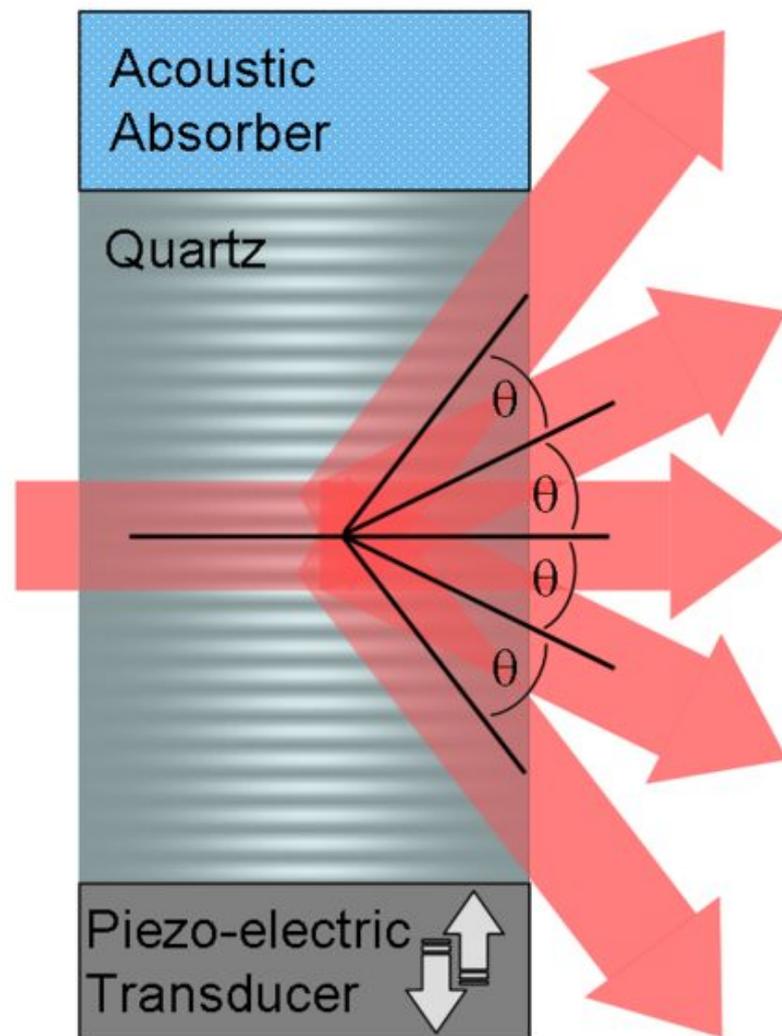
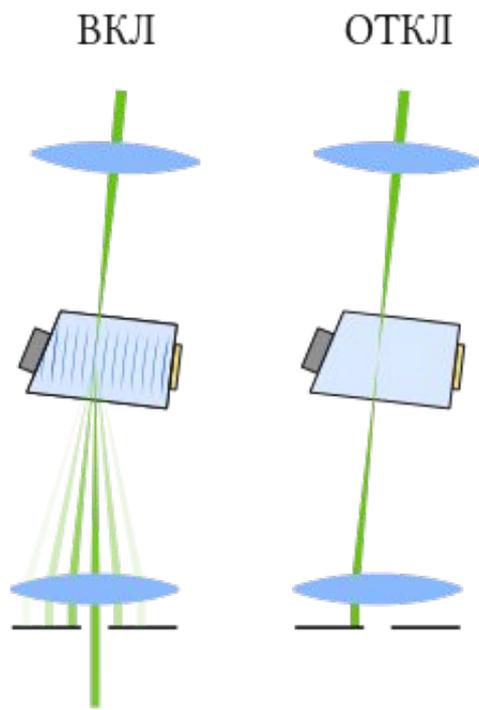


Зависимость фазовой модуляции от уровня сигнала и времени от начала кадра для конфигурации «18-6»



Акусто-оптические модуляторы света (АОМ)

Акустооптический модулятор (АОМ) — устройство для отклонения светового пучка, вследствие его дифракции на решётке, образуемой в стекле в результате пространственной модуляции показателя преломления акустической волной.



Спасибо за внимание!