

ТЕМА: «СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ  
ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ  
ЭФИРА ХОЛЕСТЕРИНА»

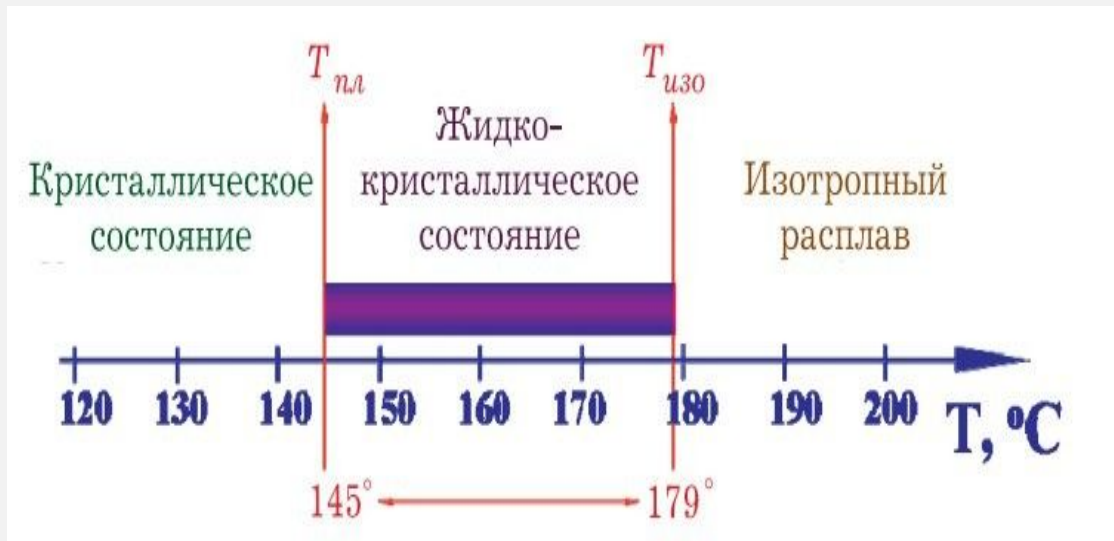
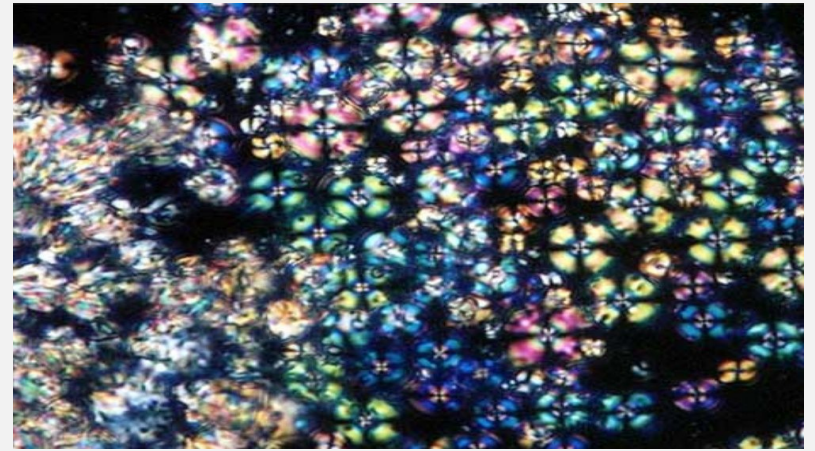
Группа: ФЕР 203, Маратова  
Дильнур

# ЖИДКИЕ КРИСТАЛЛЫ

Жидкие кристаллы были впервые обнаружены более 100 лет назад при изучении холестерина и связанных с ним молекул. Жидкие кристаллы — это четвертое состояние вещества; они имеют большую упорядоченность, чем более нормальные жидкости, но меньшую упорядоченность, чем кристаллические твердые тела. Все фазовые превращения имеют характерную температуру фазового перехода для данного набора условий. Жидкие кристаллы имеют разные температуры перехода, при которых они превращаются в «нормальные» жидкости (плавятся) и в «нормальные» твердые тела (затвердевают).

Актуальность: результат необычных оптических и электрических свойств жидких кристаллов. Длинные тонкие молекулы жидкого кристалла заставляют свет двигаться с разной скоростью вдоль молекулярной оси и перпендикулярно этой оси. Это приводит к их способности вращать плоскость поляризованного света .

- Жидкий кристалл обладает свойствами и жидкости, и кристалла: Подобно обычной жидкости, жидкий кристалл обладает текучестью и принимает форму сосуда, в который он помещен. Он обладает свойством, характерным для кристаллов - упорядочиванием в пространстве молекул, образующих кристалл. Не имеют жёсткую кристаллическую решётку.



ЖК подразделяются по условиям перехода в жк-состояние на термотропные, лиотропные :

- Термотропные ЖК переходят в жк-состояние при изменении температуры.
- Лиотропные ЖК – фазовый переход в зависимости от температуры и концентрации растворителя.

# РАЗНОВИДНОСТИ ТЕРМОТРОПНЫХ ЖК

В зависимости от вида упорядочения осей молекул жидкие кристаллы разделяются на :

## Нематические

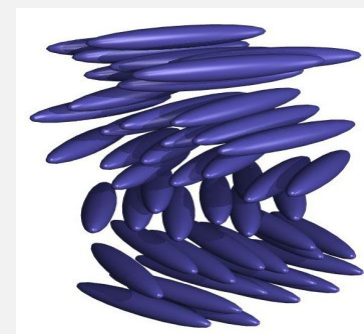
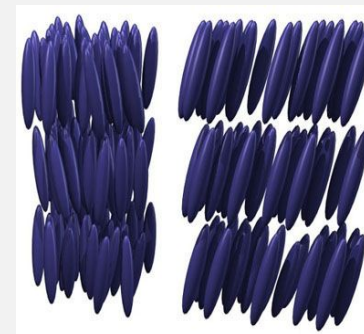
Одна из наиболее распространенных ЖК-фаз – нематическая (от греческого нема – нить). Обычно органические молекулы, образующие нематические фазы, имеют вытянутую, похожую на стержень, форму. Они не образуют кристаллической решетки даже на ближних порядках, но выстраиваются в ряд по примерно одному направлению. В результате молекулы имеют возможность скользить относительно друг друга. Они так же текучи, как обычные жидкости, но могут легко изменять направление своей ориентации под воздействием внешнего магнитного или электрического поля. Это дает им оптические свойства аналогичные одноосным кристаллам, что делает их очень удобными при изготовлении ЖК-экранов.

## Смектические

Смектические фазы, обычно существующие при более низких температурах, чем нематические, образуют слои, которые могут скользить относительно друг друга наподобие мыла (отсюда название от латинского слова smecticus, обозначающего «имеющий свойства, похожие на свойства мыла»). Внутри слоев молекулы ведут себя как жидкости.

## Холестерические

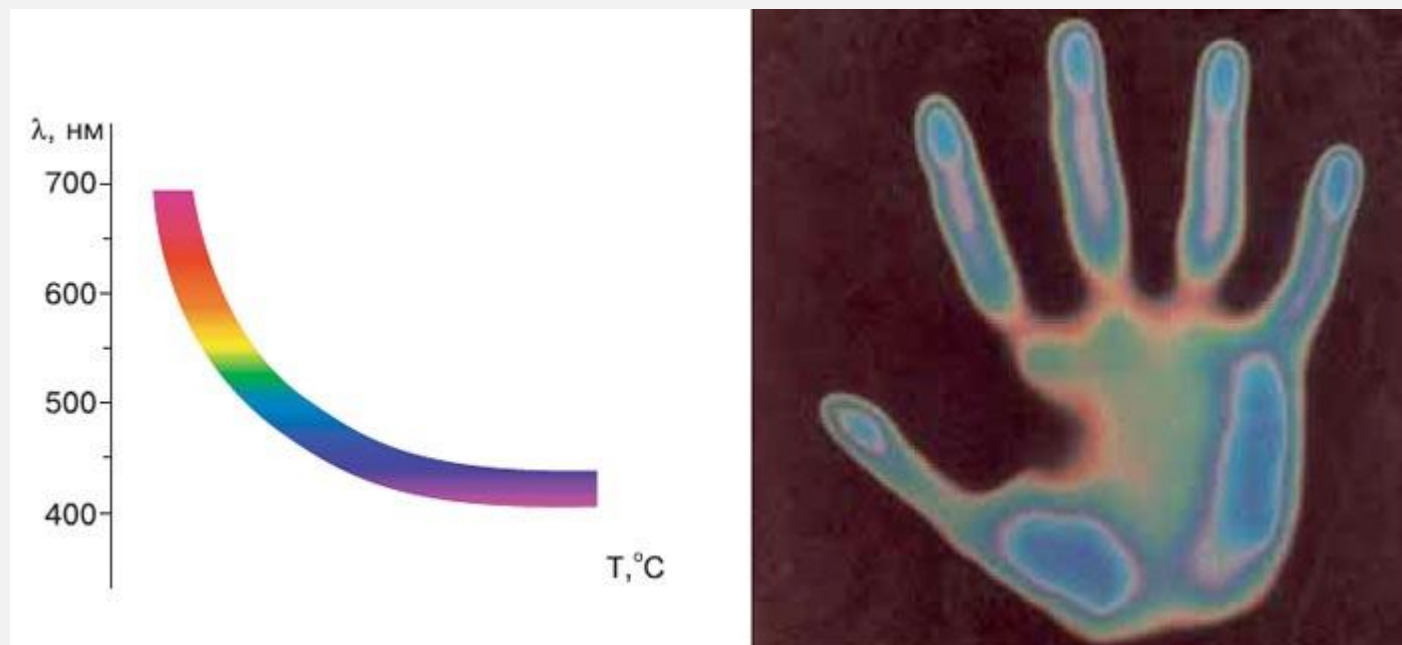
Холестерическими такие кристаллы называются из-за того, что подобные структуры чаще всего образуются производными холестерина.



- Холестерические жидкие кристаллы обладают удивительным оптическим свойством — циркулярным дихроизмом. Это означает, что свет, избирательно отраженный холестериком, циркулярно поляризован, а направление поляризации совпадает с направлением закручивания холестерической спирали. Свет той же длины волны, что и отраженный, но имеющий противоположную циркулярную поляризацию, проходит сквозь слой холестерического жидкого кристалла без изменений. Это свойство жидких кристаллов используют для создания разнообразных устройств (например, циферблата электронных часов).
- Молекулярная структура холестерика весьма тонко уравновешена, но то равновесие легко сместить. Достаточно любого малого возмущения — изменения температуры, давления, механического напряжения, электромагнитного поля, чтобы нарушить слабые силы, действующие между молекулами, и изменить шаг спиральной структуры. А это сейчас же сказывается на оптических свойствах: отражении света, оптической активности, круговом дихроизме и окраске холестерика.
- Чаще всего окраску меняют с помощью температуры. Например, при высокой температуре образец бесцветен, однако после охлаждения он переходит в холестерическую фазу и становится фиолетовым. При дальнейшем охлаждении образец пробегает все цвета спектра от синего и зеленого до желтого и красного. Получается идеальный цветовой термоиндикатор. Таким образом, нанося холестерические жидкие кристаллы на поверхности различных объектов, можно получить топографию распределения температуры

Циркулярный дихроизм — один из эффектов оптической анизотропии, проявляющийся в различии коэффициентов поглощения света, поляризованного по правому и левому кругу. Левовращающий и правовращающий поляризованный свет представляют два возможных угловых спиновых момента света состояний фотона, таким образом, круговой дихроизм также относится к спиновому дихроизму. В. А. Кизель, А. С. Чиркин Статья “Дихроизм” Валерий Шибает, доктор химических наук, член-корреспондент РАН «Химия и жизнь» №7, 2008

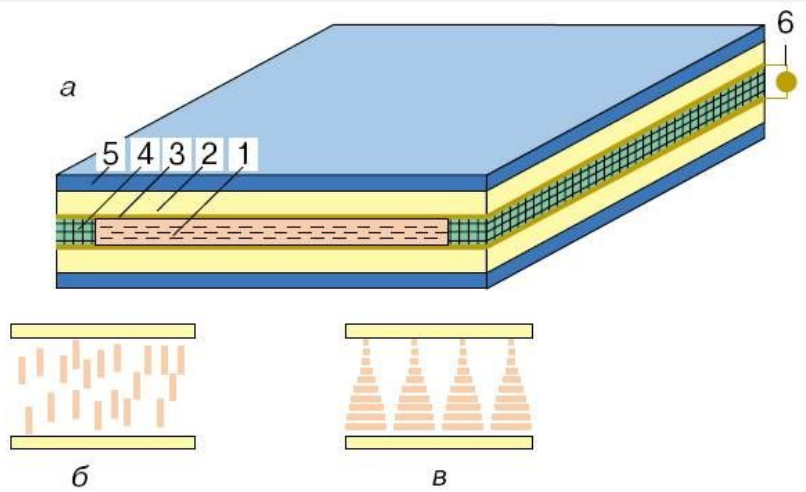
ЦВЕТ ХОЛЕСТЕРИЧЕСКОГО ЖИДКОГО КРИСТАЛЛА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ И «ЦВЕТОГРАММА» РУКИ ЧЕЛОВЕКА. КРАСНЫЙ ЦВЕТ СООТВЕТСТВУЕТ БОЛЕЕ НИЗКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ, А СИНИЙ — БОЛЕЕ ВЫСОКОЙ



# УПРАВЛЕНИЕ ЖК

- Основой любого жидкокристаллического индикатора является так называемая электрооптическая ячейка

Две плоские стеклянные пластинки с нанесенным на них прозрачным проводящим слоем из окиси олова или окиси индия, выполняющие роль электродов, разделяются тонкими прокладками из непроводящего материала (полиэтилен, тефлон). Образовавшийся зазор между пластинками, который колеблется от 5 до 50 мкм (в зависимости от назначения ячейки), заполняется жидким кристаллом, и вся “сэндвичевая” конструкция по периметру “запаивается” герметиком или другим изолирующим материалом. Полученная таким образом ячейка может быть помещена между двумя очень тонкими пленочными поляризаторами, плоскости поляризации которых образуют определенный угол с целью наблюдения эффектов ориентации молекул под действием электрического поля. Приложение к тонкому ЖК-слою даже небольшого электрического напряжения (1,5–3 В) вследствие относительно низкой вязкости и внутреннего трения анизотропной жидкости приводит к изменению ориентации жидкого кристалла. При этом важно подчеркнуть, что электрическое поле воздействует не на отдельные молекулы, а на ориентированные группы молекул (рои или домены), состоящие из десятков тысяч молекул, вследствие чего энергия [электростатического](#) взаимодействия значительно превышает энергию теплового движения молекул. В итоге жидкий кристалл стремится повернуться таким образом, чтобы направление максимальной диэлектрической постоянной совпало с направлением электрического поля. А вследствие большой величины двулучепреломления  $\Delta n$  процесс ориентации ведет к резкому изменению структуры и оптических свойств жидкого кристалла. Впервые воздействие электрических и магнитных полей на жидкие кристаллы было исследовано русским физиком, и процессы их ориентации получили название электрооптических переходов (или эффектов) Фредерикса.

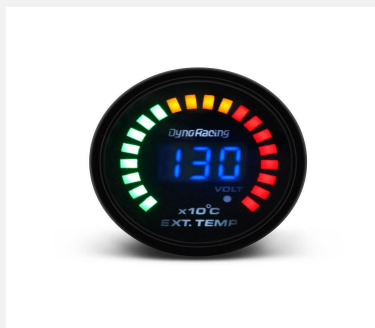


**Рис. 5.** Электрооптическая ячейка типа “сэндвич” с планарной ориентацией молекул (а) и схемы расположения молекул жидких кристаллов в ячейке: б – гомеотропная и в – твист-ориентация.

1 – слой жидкого кристалла, 2 – стеклянные пластинки, 3 – токопроводящий слой, 4 – диэлектрическая прокладка, 5 – поляризатор, 6 – источник электрического напряжения.

# ПРИМЕНЕНИЕ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ

Цифровой ЖК индикатор температуры выхлопных газов



Одно из важных направлений использования жидких кристаллов - термография. Подбирая состав жидкокристаллического вещества, создают индикаторы для разных диапазонов температуры и для различных конструкций.

Цветной графический индикатор изменения температуры и влажности



Применение в ЖК в медицине: термометры, приборы для лечения и диагностики

ЖК-медицинский термометр

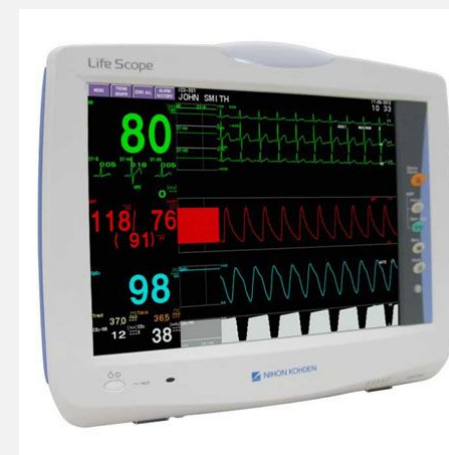


Прибор низкочастотной терапии «Радиус-01»



Термография — способ получения изображения в инфракрасных лучах. Показывает распределение тепла на поверхности объекта. Дает возможность отыскать источник тепла, даже в труднодоступных местах. Это бесконтактный метод, который дает возможность заглянуть внутрь предметов. (Википедия)

ЖК индикатор (в интенсивной терапии, реанимации)





# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

## Получение жидких кристаллов эфира холестерина ( [https://www.youtube.com/watch?v=Q\\_Yem5v8JrI](https://www.youtube.com/watch?v=Q_Yem5v8JrI))

Одним из основных преимуществ жидких кристаллов является их способность отображать тепловые области с различной температурой. Эти холестерико-нематические жидкие кристаллы обратимо меняют цвет при изменении температуры. Пока смесь хранится в герметичном контейнере, ее можно приготовить за несколько месяцев, хотя для смешивания может потребоваться повторное расплавление образца.

### Материалы

Холестерилолеилкарбонат, Aldrich 15,115-7

Холестерилпеларгонат (холестерилнонаноат), Aldrich C7,880-1

Холестерилбензоат, Aldrich C7,580-2

Баланс по 0,01 г, флаконы, термофен или фен

### Процедура

- Шаг 1. Поместить 0,65 г холестеринолеилкарбоната, 0,25 г холестеринпеларгоната и 0,10 г холестеринбензоата во флакон.
- Шаг 2. Растопить твердое вещество в пробирке с образцом с помощью фена, фена или печи.
- Шаг 3. Пока смесь еще жидкая, разделить ее на несколько флаконов.
- Шаг 4. Продукт меняет цвет по мере остывания. Различные составы меняют цвет при различных изменениях температуры.
- Шаг 5. Прикосновение к флакону меняет температуру и приводит к изменению цвета.

## ВЫВОД

- 1) Холестерические жидкие кристаллы сейчас вызывают большой интерес — учёные полагают, что они, хотя и созданы искусственно, по некоторым свойствам подобны биологическим объектам. Например, принцип хиральности — несимметричности левой стороны относительно правой — свойственен молекуле ДНК и вирусам. Холестерические жидкие кристаллы могут выступать в качестве наглядных моделей для лучшего понимания сложных биологических структур. Это подобие созданного и естественно-природного толкает физиков на новые открытия.
- 2) Важность их потенциальных приложений к термографии и электрооптическим дисплеям была понята лишь десять лет назад. Исследования последних лет показали, что структура жидкого кристалла чрезвычайно подвижна, лабильна: достаточно небольших внешних воздействий, чтобы она изменилась, а это сразу же приводит к изменению макроскопических свойств вещества. Следовательно, жидкие кристаллы являются уникальным материалом, свойства которого можно изменять, используя управляющие воздействия.
- 3) Жидкие кристаллы приобрели огромную роль в науке и технике. Большой интерес жидкие кристаллы представляют для радиоэлектроники и оптоэлектроники. Сейчас налажен промышленный выпуск жидкокристаллических индикаторов для часов, миникалькуляторов и т. д. Отличительной их особенностью является чрезвычайно малая потребляемая мощность, низкие управляющие напряжения, что позволяет сочетать индикаторы с миниатюрными электронными устройствами, облегчая возможность применения миниатюрных источников питания с длительным сроком их работы.