

# ТЕМА: «ЖИДКИЕ КРИСТАЛЛЫ»

Группа: ФЕР 203, Маратова  
Дильнур

- Введение. Жидкие кристаллы это ?
- История открытия жидких кристаллов
- Исследования жидких кристаллов. Способы получения
- Применение ( медицина, промышленность и т.д.)
- Экспериментальная часть
- Вывод

# *Цель моего исследования:*

«Что же это за вещества «жидкие кристаллы» и почему к ним проявляется столь значительный интерес?»

## *Задачи:*

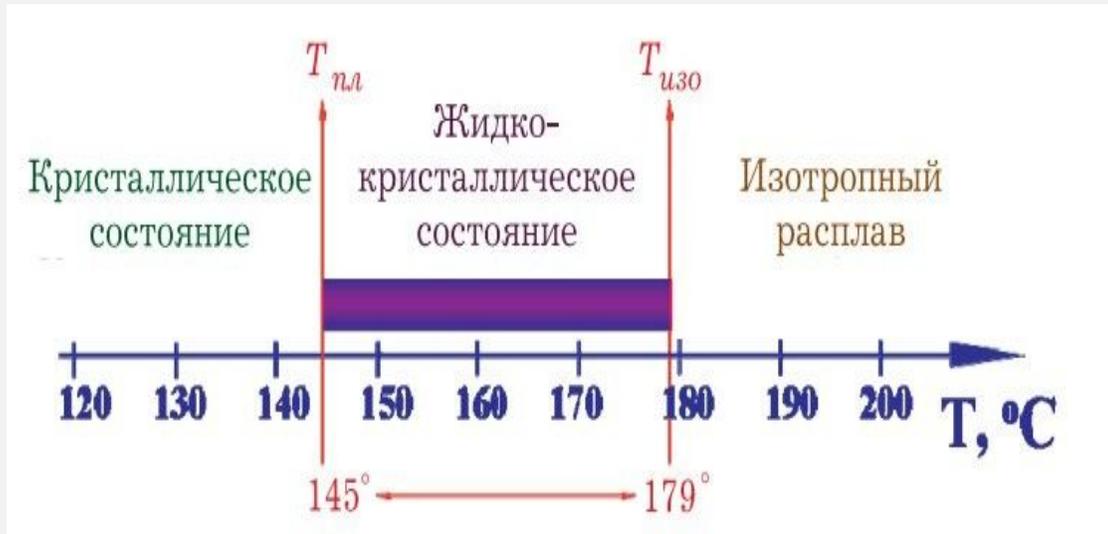
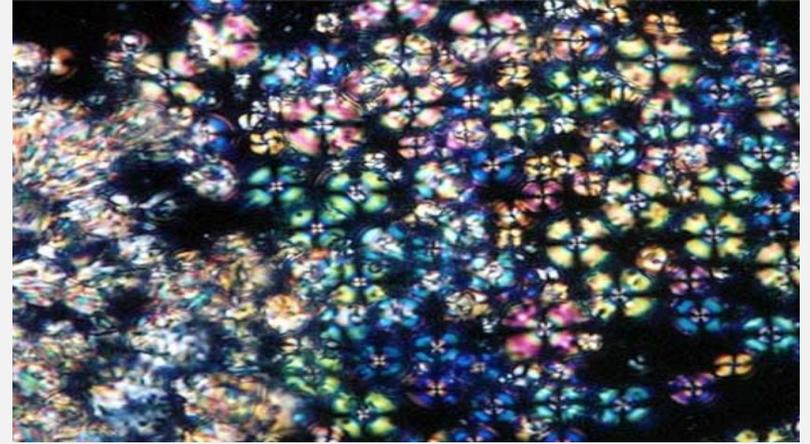
- 1) Ознакомление со структурой строения различных видов жидких кристаллов, их свойствами и принципами действия
- 2) Выяснение условий управления жидкими кристаллами
- 3) Рассмотрение жк в разных отраслях. Актуальность

# 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).

Жидкие кристаллы стали очень распространенными за последние 20 лет в качестве дисплеев для электронных устройств. Это 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.

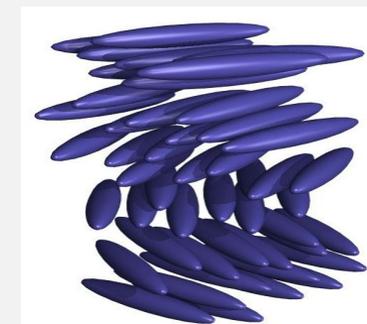
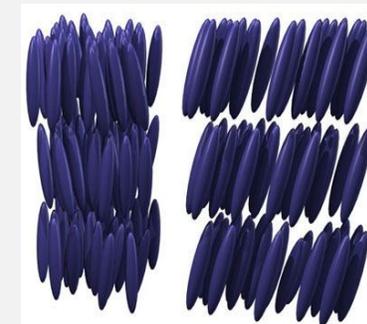
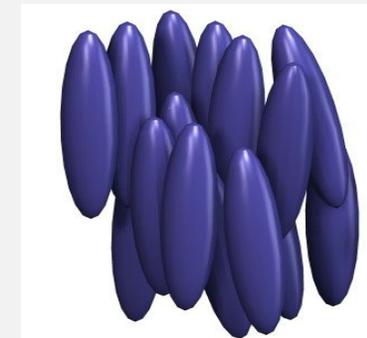
## Смектические

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, похоже на свойства мыла»). Внутри слоев молекулы ведут себя как жидкости.

## Холестерические

Эта фаза, которую также можно назвать хиральной нематической, может быть образована только молекулами со свойством хиральности (зеркальной симметрии). В этой фазе образуется спиральное закручивание в ориентации молекул, которые располагаются перпендикулярно основной оси спирали. Холестерическими такие кристаллы называются из-за того, что подобные структуры чаще всего образуются производными холестерина.

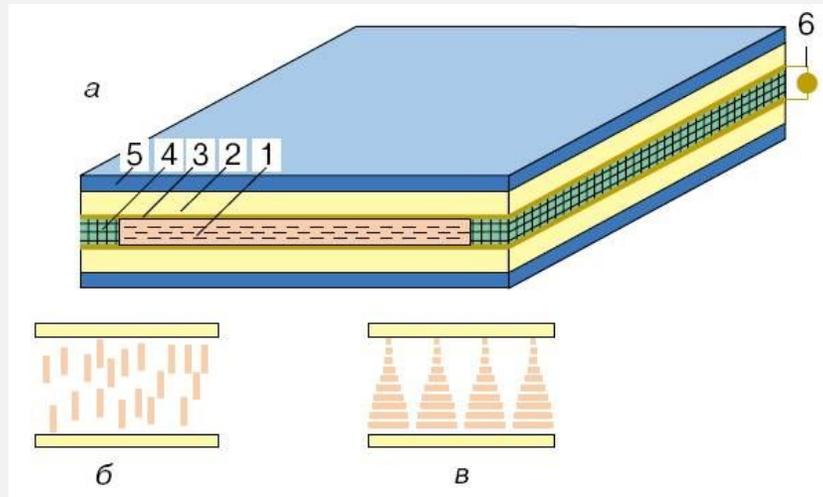
В недавнее время были также открыты так называемые колончатые фазы, которые часто образуются дискообразными молекулами, расположенными слоями друг на друге в виде многослойных колонн, с параллельными оптическими осями. Часто их называют «жидкими нитями», вдоль которых молекулы обладают трансляционными степенями свободы. Этот класс соединений был предсказан академиком Л.Д. Ландау, а открыт лишь в 1977 Чандрасекаром.



# 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.

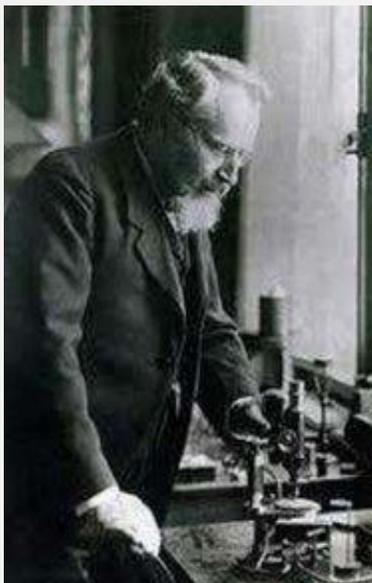
1 – слой жидкого кристалла, 2 – стеклянные пластинки, 3 – токопроводящий слой, 4 – диэлектрическая прокладка, 5 – поляризатор, 6 – источник электрического напряжения.

## ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ ЖК

Жидкие кристаллы открыл в 1888 году австрийский ботаник Ф. Рейнитцер. Он обратил внимание, что у кристаллов холестерилбензоата и холестерилацетата было две точки плавления и, соответственно, два разных жидких состояния - мутное и прозрачное. Однако учёные не обратили особого внимания на необычные свойства этих жидкостей.

Долгое время физики и химики в принципе не признавали жидких кристаллов, потому что их существование разрушало теорию о трёх состояниях вещества: твёрдом, жидком и газообразном. Учёные относили жидкие кристаллы то к коллоидным растворам, то к эмульсиям.

Научное доказательство было предоставлено профессором университета Карлсруэ Отто Леманом, после многолетних исследований, но даже после появления в 1904 году написанной им книги «Жидкие кристаллы» открытию не нашлось применения.



# ПРИМЕНЕНИЕ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛЫ

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

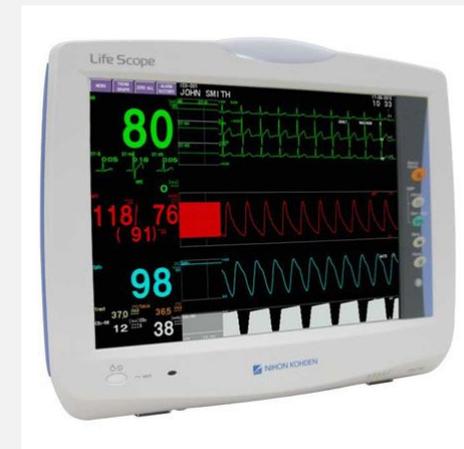
ЖК-медицинский термометр



Прибор низкочастотной терапии «Радиус-01»



ЖК индикатор (в интенсивной терапии, реанимации)



С помощью жидких кристаллов обнаруживают пары вредных химических соединений и опасные для здоровья человека гамма- и ультрафиолетовое излучения. На основе жидких кристаллов созданы измерители давления, детекторы уфи.



Применение ЖК в транспорте, в радиолокационных измерительных приборах, дисплеях.



Самая многообещающая область применения жидкокристаллических веществ - информационная техника.



ЖК циферблат



ЖК  
монитор

# 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

- О существовании жидких кристаллов стало известно сравнительно давно, однако многие эксперименты, которые можно было провести тридцать лет назад, проведены только сейчас. 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. 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, миникульяторов 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.

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.