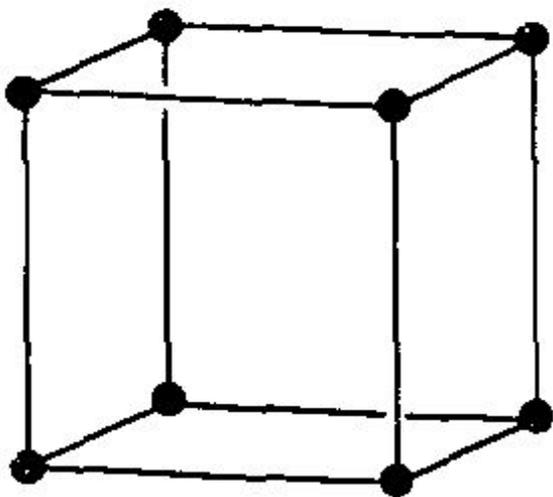


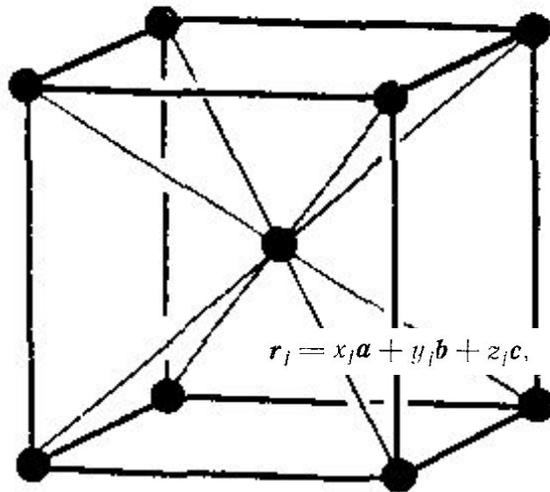
# 1. История открытия и классификация жидких кристаллов

Принципиальное различие между кристаллической ЖК  
упорядоченностью: позиционная и ориентационная  
упорядоченность

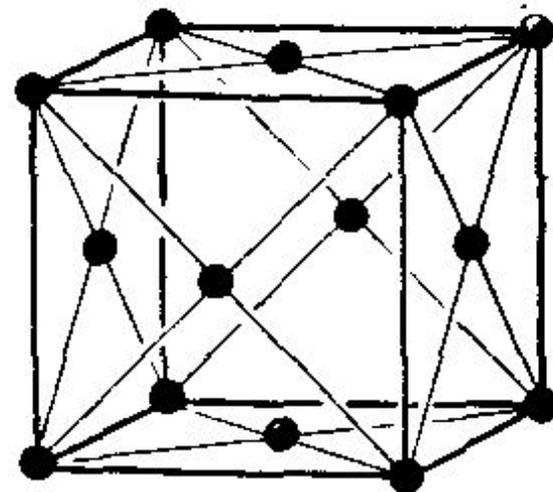
$$\mathbf{r}_j = x_j \mathbf{a} + y_j \mathbf{b} + z_j \mathbf{c},$$



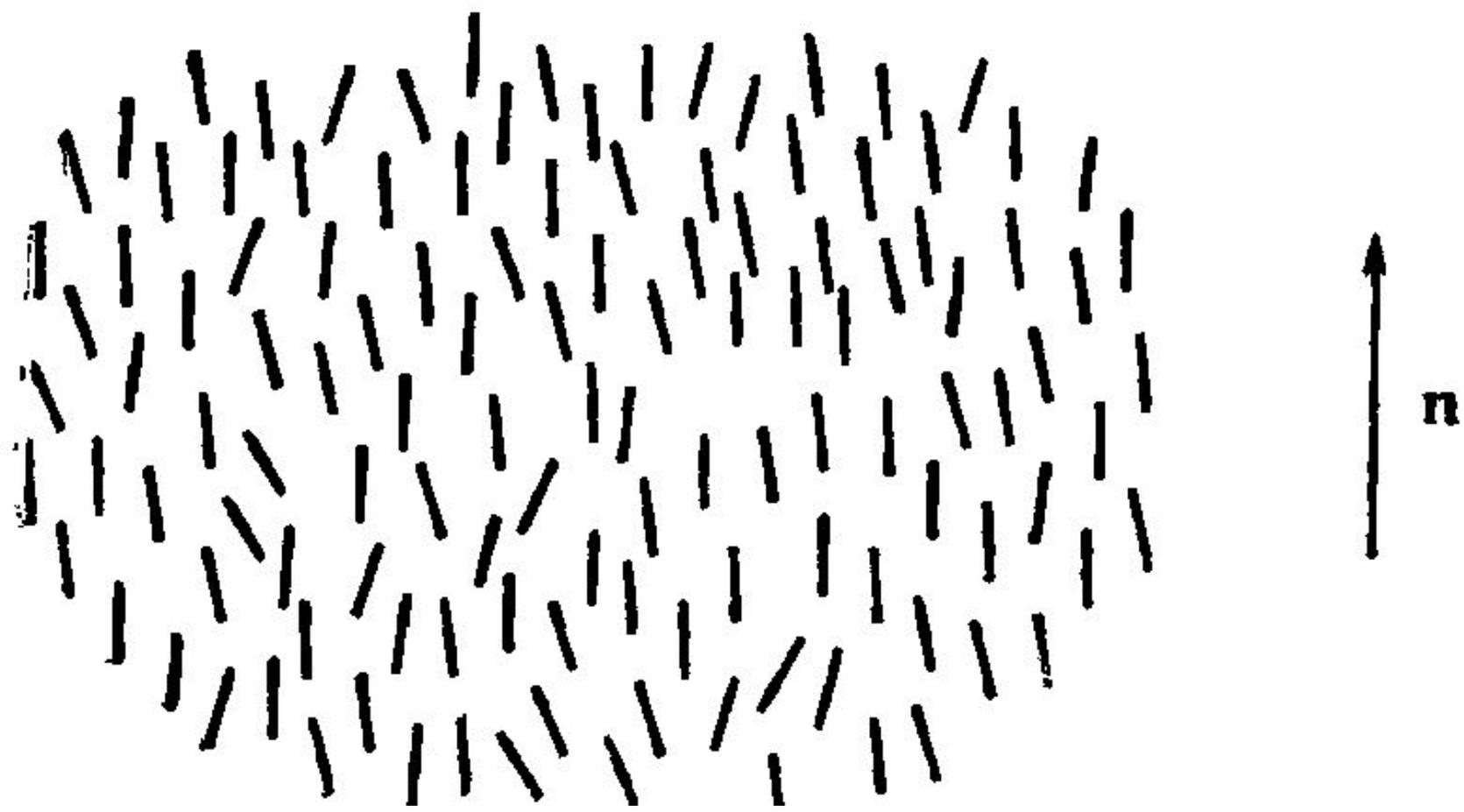
*Кубическая P*



*Кубическая I*



*Кубическая F*





Фридрих Рейнитцер



Отто Леман

- Конец 19 века, Ф. Рейнитцер: влияние эфиров холестерина на рост и развитие растений – порочная идея.
- Холестерилбензоат плавится в 2 стадии: 1) мутная жидкость; 2) прозрачный расплав.
- Под микроскопом мутная жидкость – как двухфазная система: фон + маслянистые бороздки

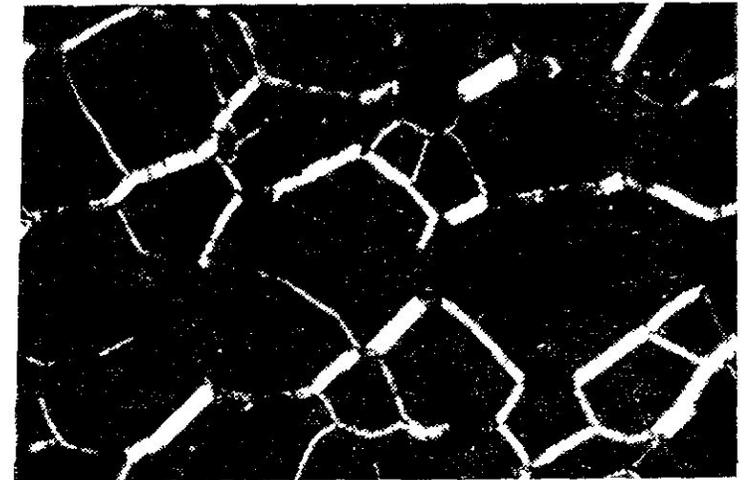
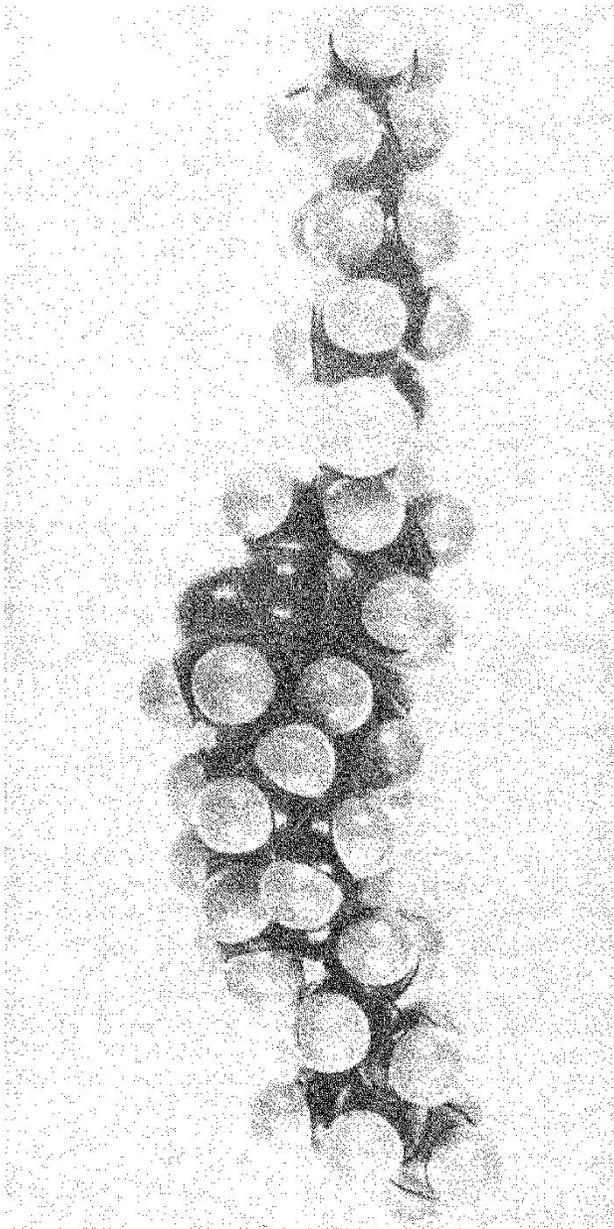


Рис. 1.1. Микрофотография тонкого слоя расплава холестерилбензоата.

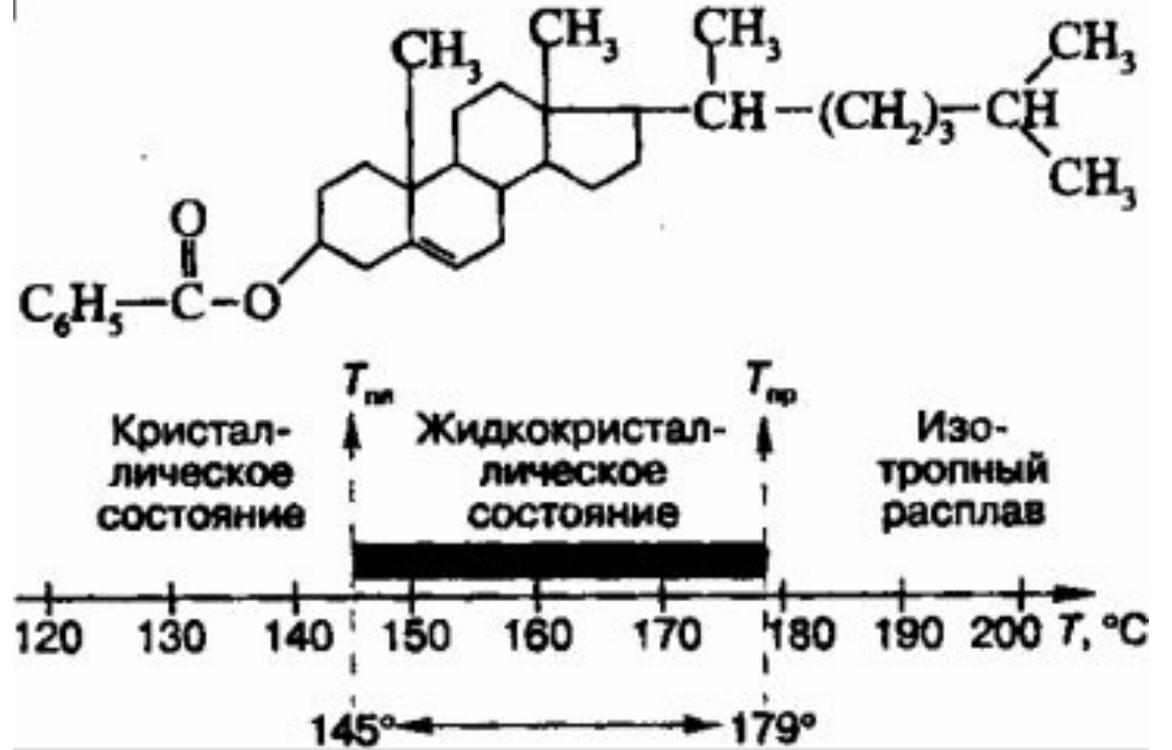


**Фото 1. Трехмерная структура холестерилнаноата.**

- О. Леман: термин «жидкие кристаллы»

Но понимал как монокристаллики, плавающие в однородном расплаве

На самом деле – ориентационная упорядоченность



Картина, наблюдаемая Рейнитцером и Леманом в поляризационном микроскопе

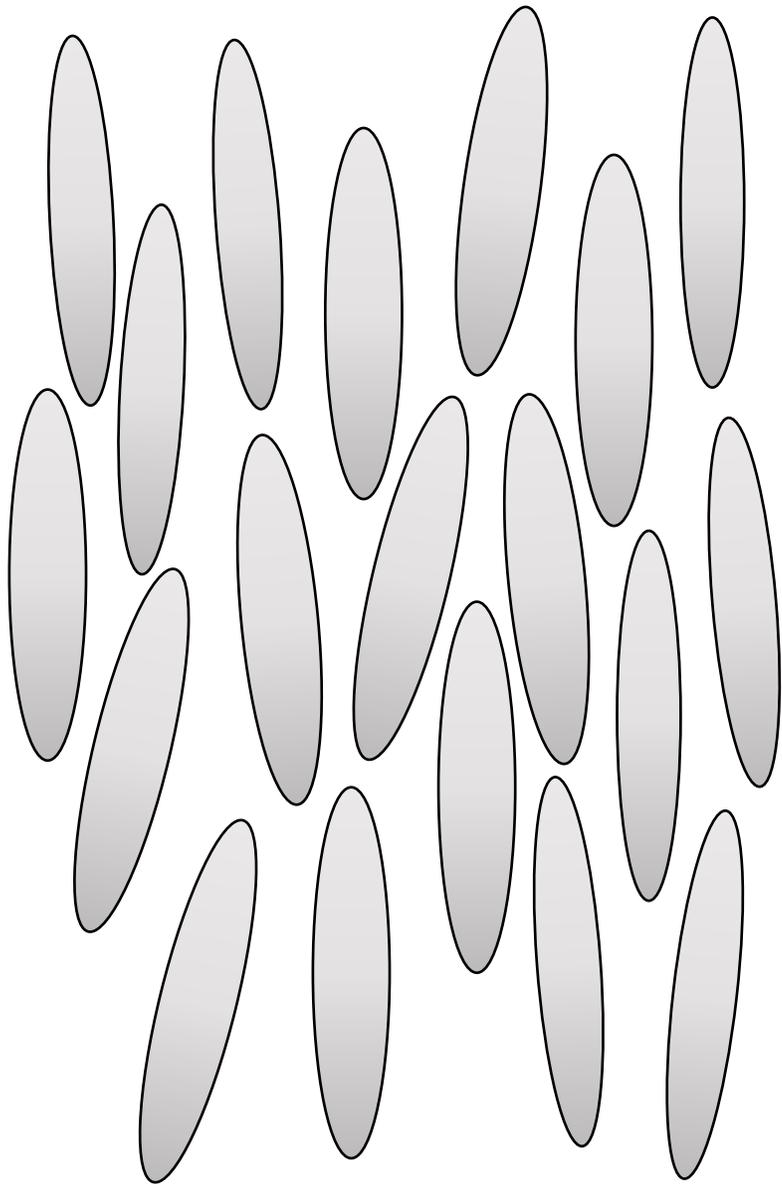
Структурная формула холестерилбензоата и диаграмма, иллюстрирующая температурную область существования ЖК-фазы

# КЛАССИФИКАЦИИ

- ЖК: термотропные и лиотропные
- Термотропные: изофаза – индивидуальное вещество
- Лиотропные – изофаза – раствор
- Примеры лиотропных ЖК: монослой амфифильных молекул, липидный бислой. Значение для биологии и электроники
- Варианты классификации термотропных ЖК: нематические и смектические (де Же В. Физические свойства жидкокристаллических веществ. М.: Мир, 1982)
- Среди нематиков выделяются хиральные (спиральные) ЖК

# Другой вариант классификации термотропных ЖК (Чандрасекар С. Жидкие кристаллы. М.: Мир, 1980.)

- Нематические, холестерические (= нематические хиральные), смектические
- Нема (гр) – нить
- Смегма (гр.) - мыло



$\vec{n}$

Нематические ЖК  
Определение *вектора*  
*директора* (или просто  
*директора*)  $\vec{n}$

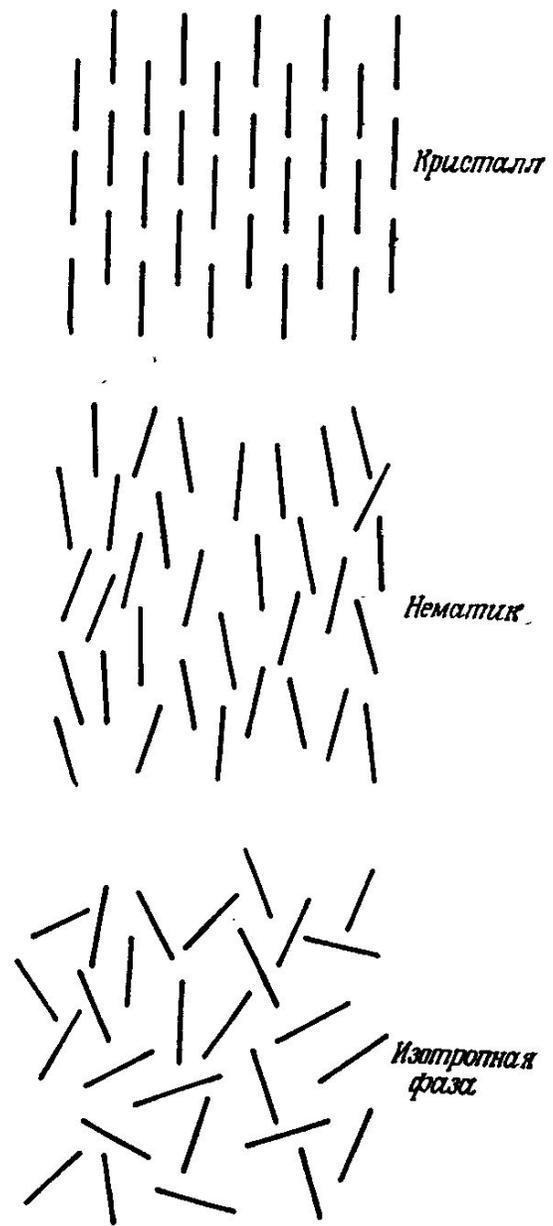
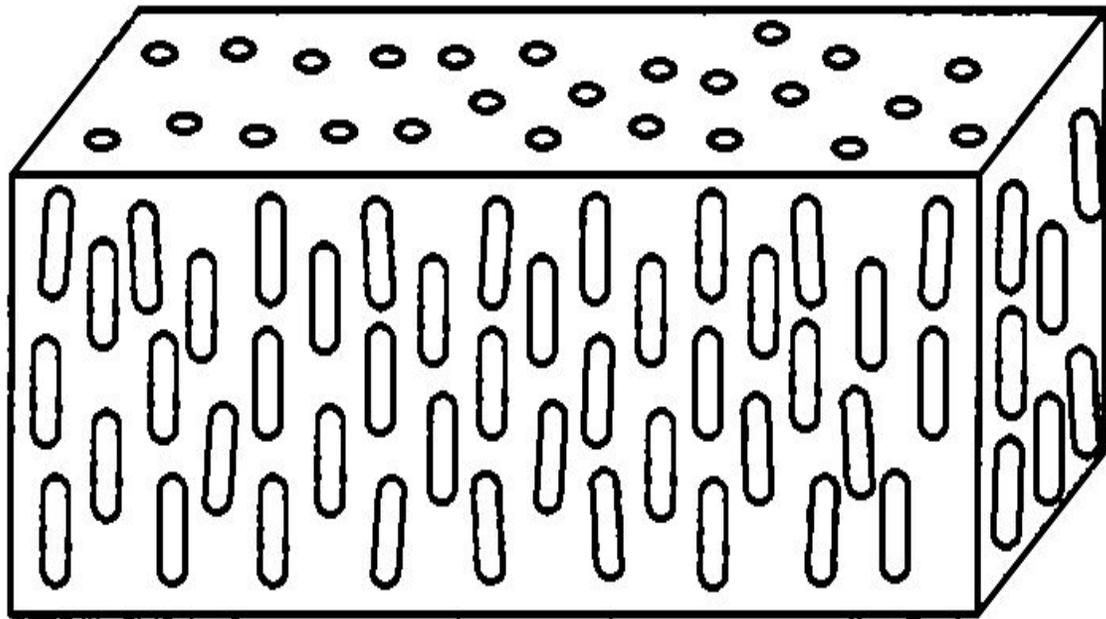
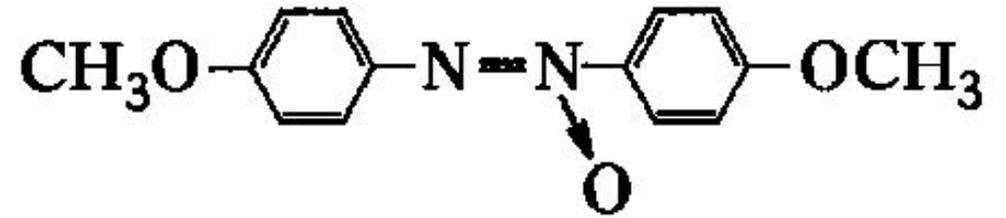


Рис. 1.1.1. Схема молекулярного порядка в кристаллической, нематической и изотропной фазах.

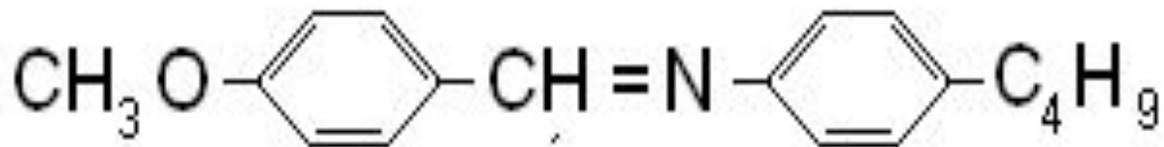


Схематическое представление структуры нематической мезофазы



Структурная формула ППА (п-азоксианизола).

Нематическая мезофаза существует при 116°C -136°C.



Структурная формула МББА (метоксибинзилиден-п-бутиленилина) и температурная область существования ЖК-фазы



## §1.2. Параметр ориентационного порядка

Молекулы нематических жидких кристаллов можно рассматривать как физические объекты стержнеобразной формы благодаря их возможности свободного вращения вокруг своих длинных осей. Количественно степень упорядоченности жидкого кристалла определяется параметром ориентационного порядка  $S_{op}$ , введенным Цветковым. Для неполярной нематической фазы при симметрии  $\mathbf{n} = -\mathbf{n}$  он определяется как

$$S_{op} = 1/2(3 \cos^2 \varphi - 1) \quad (1.1)$$

здесь  $\varphi$  — угол между осью индивидуальной молекулы жидкого кристалла и преимущественным направлением всего ансамбля. Преимущественное направление совпадает с оптической осью жидкого монокристалла и задается внешним воздействием (поверхностью твердого тела, полем или потоком). Степень упорядоченности для твердых кристаллов  $S_{op}=1$ , а для изотропно-жидкой фазы  $S_{op}=0$ . В жидком кристалле с параллельным расположением молекул  $0 < S_{op} < 1$  и этот параметр полностью определяет анизотропию электрических и оптических свойств. Анизотропия диамагнитной восприимчивости, а также электронной части диэлектрической проницаемости нематического жидкого монокристалла определяется через анизотропию тех же параметров, что и для твердых

Поиск "Удалить страницу"

Экспорт PDF

Adobe Acrobat Pro DC

Преобразуйте файлы PDF в формат Word и Excel онлайн

Подробнее

Редактировать PDF

Создать PDF

Добавить комментарий

Объединить файлы

Сжать PDF

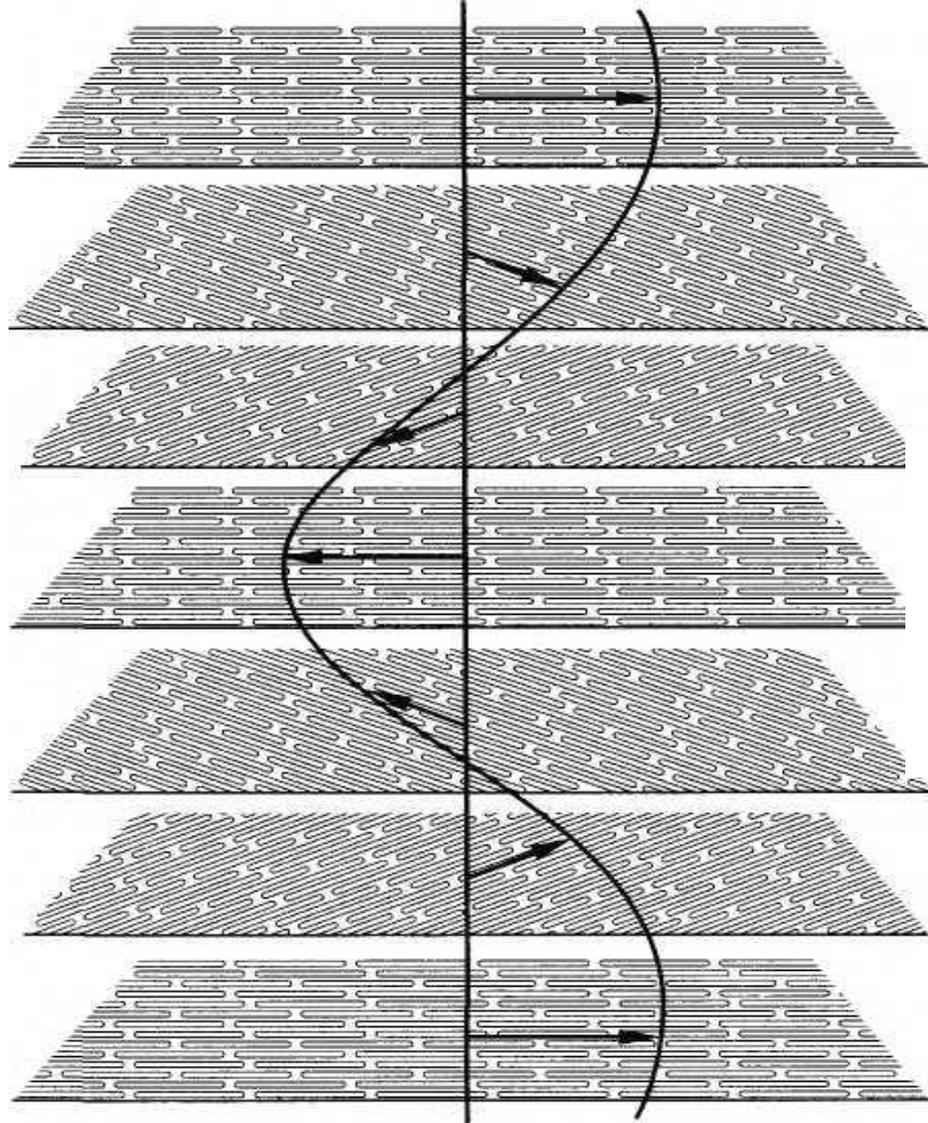
Исправить

Преобразовывайте и изменяйте файлы PDF с Acrobat Pro DC

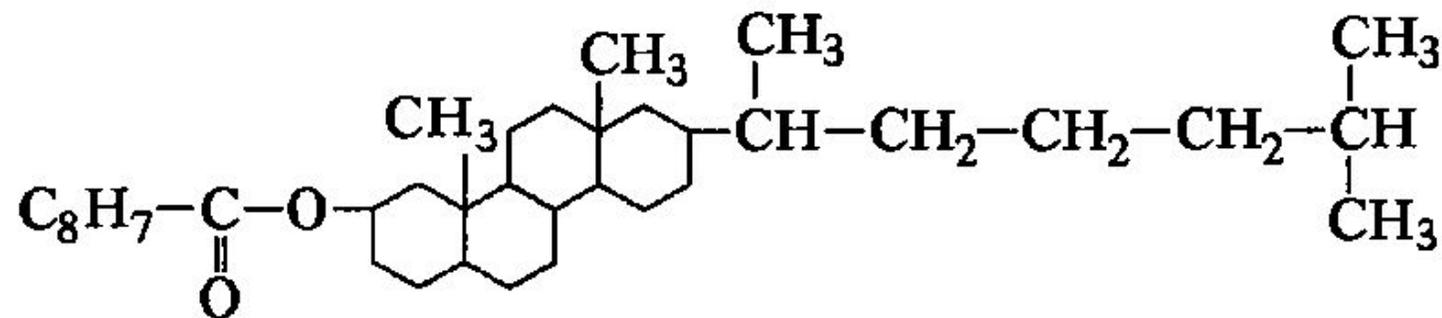
Бесплатная пробная версия

Введите здесь текст для поиска

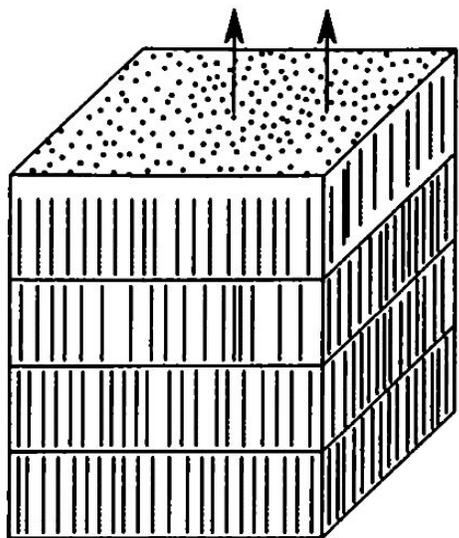
14°C Облачно 18:25 01.09.2021



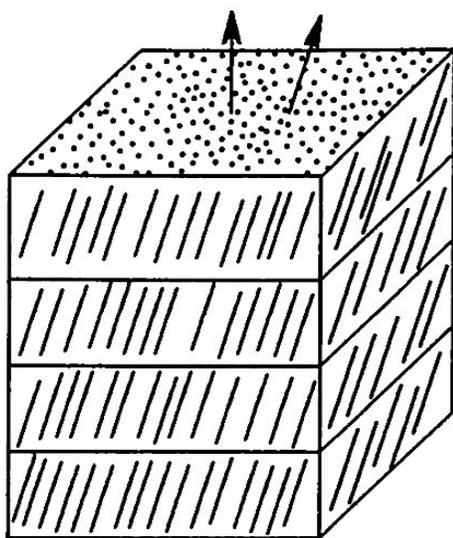
Схематическое представление структуры нематической мезофазы



Пример холестерика Структурная формула холастирилциннамата, жидкокристаллическое состояние в интервале температур 156-197°C

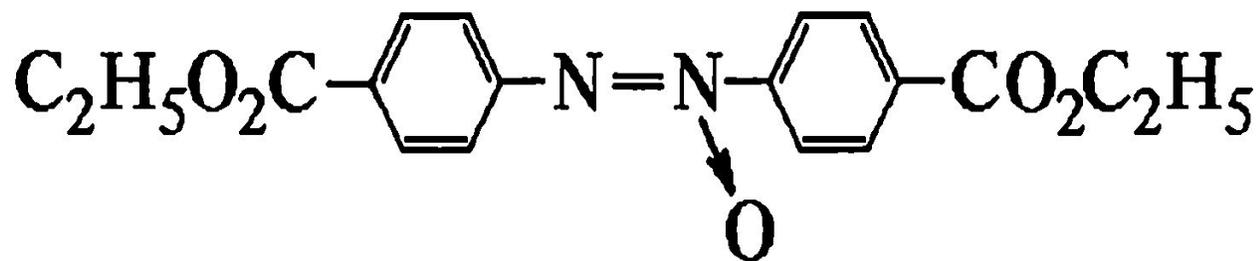


*a*

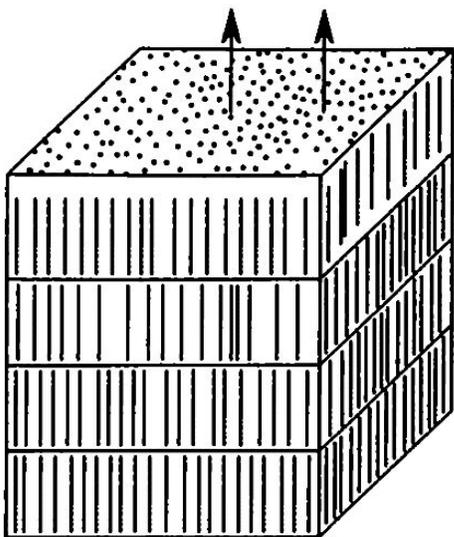


*б*

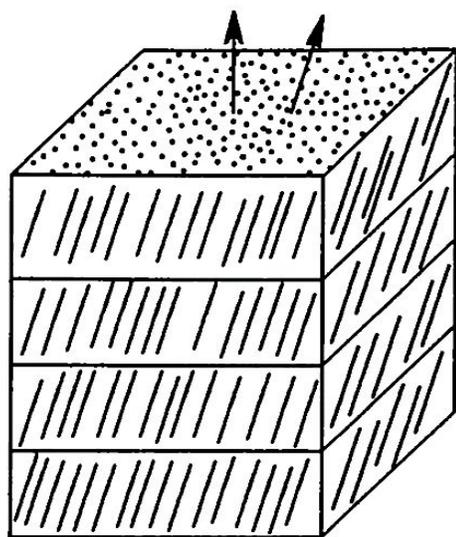
Структура смектиков А – директор направлен по нормали к слою (а) и нехиральных смектиков С – директор составляет угол с нормалью к слою (б)



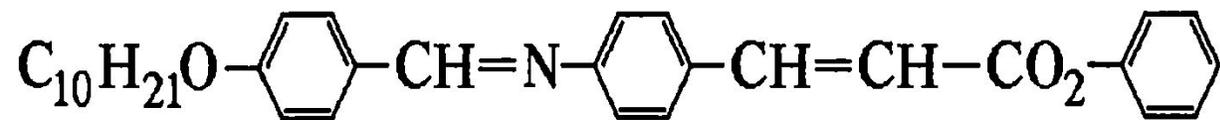
Структурная формула ЭАБ. Смектик А при 114°С - 120°С.



*a*

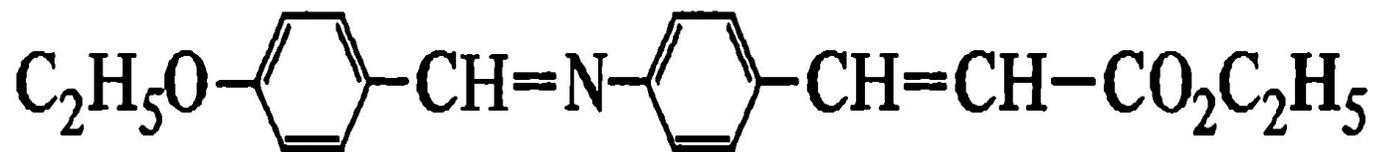
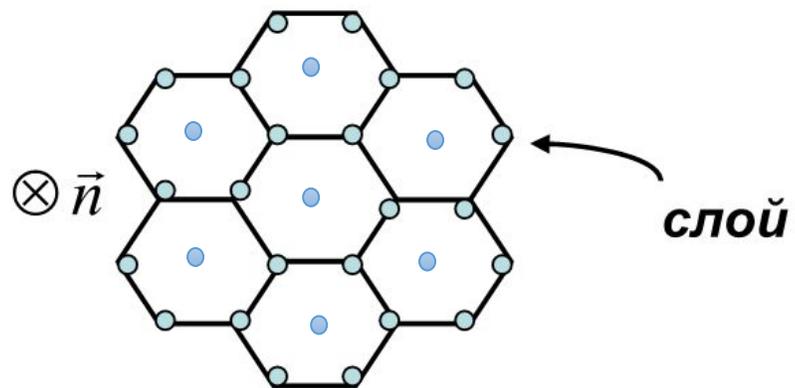
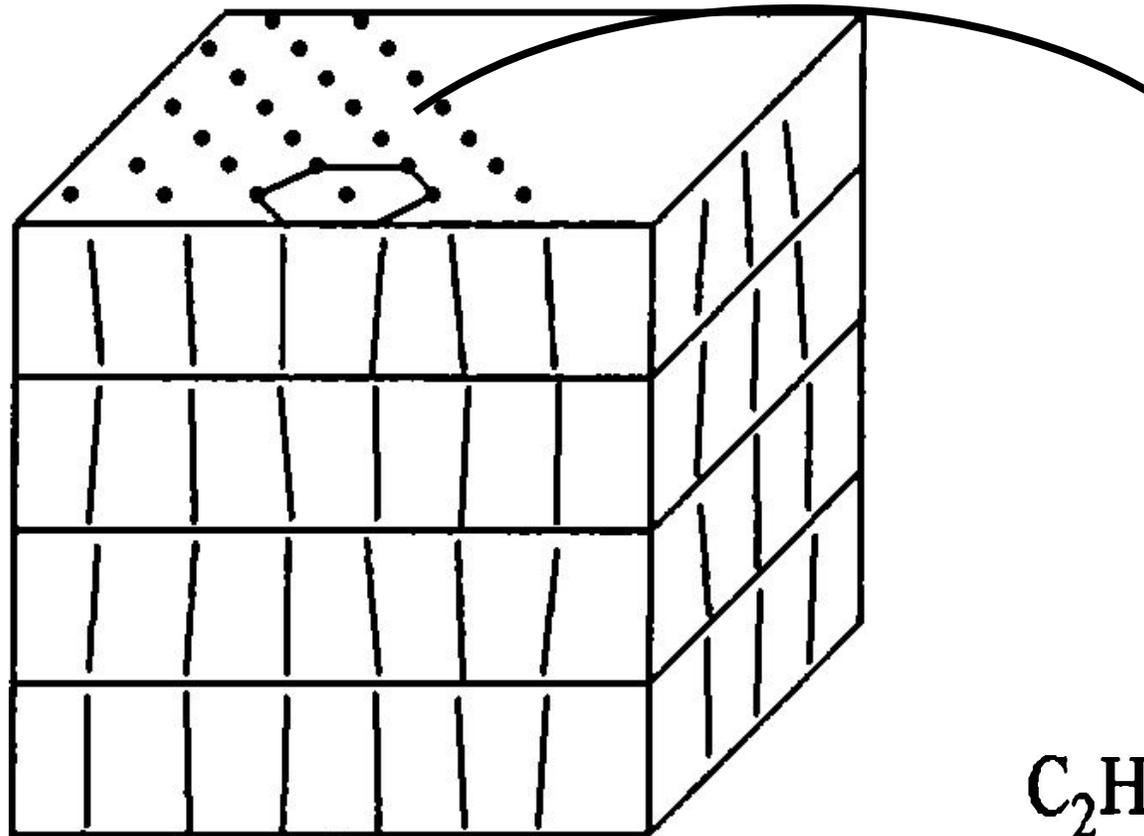


*б*



Структурная формула смектика С *n*-фенил-4 (4'-*n*-децилоксибензилиденамино) циннамата.

Структура смектиков А (а) и нехиральных смектиков С (б)

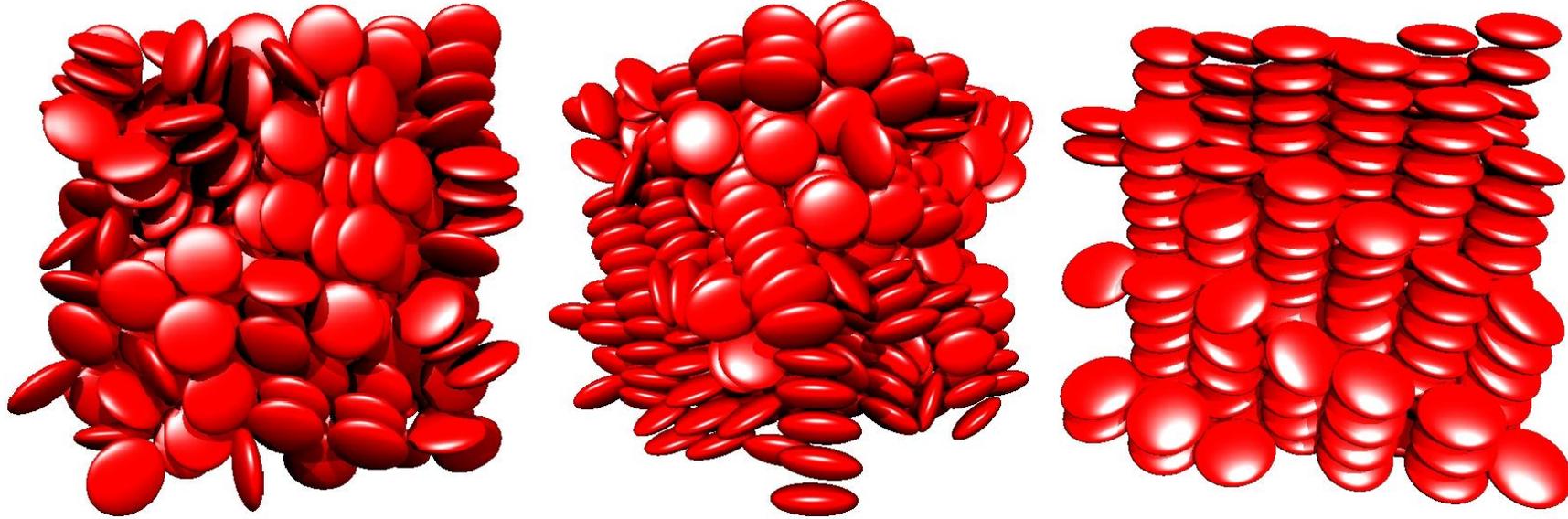
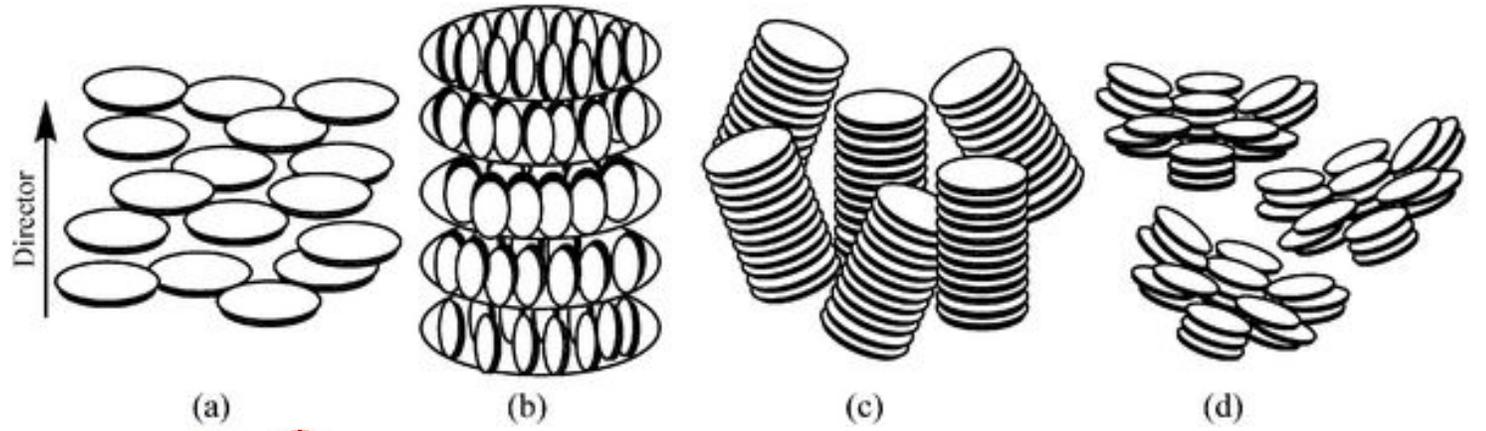
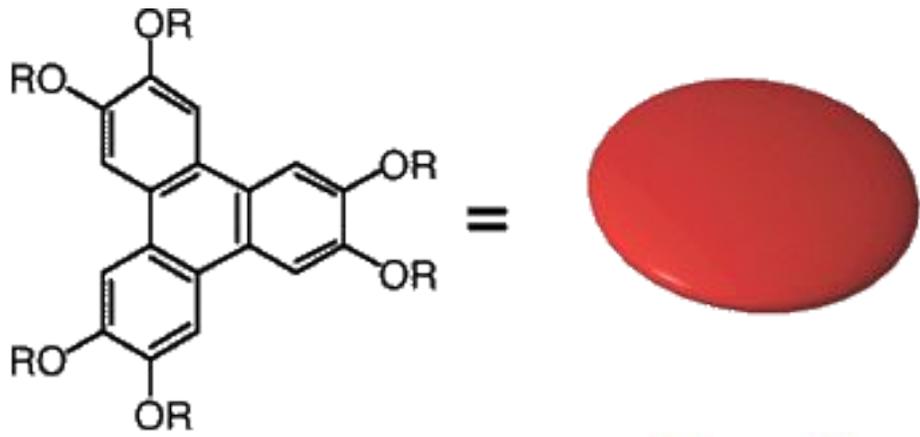


Структурная формула 4,4'-  
этоксипбензилиденаминоэтилциннамата

Схематическое изображение строения смектика В – директор направлен по нормали к слою, псевдогексагональная упаковка в слое (если не по нормали – G)

# Еще два типа смектических фаз

- Смектик E: директор по нормали к слою, упаковка «в елочку»
- Смектик H: директор составляет угол с нормалью, упаковка «в елочку»



Дискотические жидкие кристаллы

## Полиморфизм ЖК

СМЕКТИК → ХОЛЕСТЕРИК → НЕМАТИК

	$T_{\text{пр}}$	$T_{\text{пер}}$	$T_{\text{пер}}$	$T_{\text{пер}}$	$T_{\text{пл}}$	
И	Н	–	–	–	Т	
И	Х	–	–	–	Т	
И	А	–	–	–	Т	
И	С	–	–	–	Т	
И	Н	А	–	–	Т	
И	Х	А	–	–	Т	
И	Н	В	–	–	Т	
И	Н	С	–	–	Т	
И	А	В	–	–	Т	
И	А	С	–	–	Т	
И	Н	А	В	–	Т	
И	Н	А	С	–	Т	
И	Н	С	В	–	Т	
И	А	С	В	–	Т	
И	Н	А	С	В	Т	

Таблица 1.1 Полимезоморфизм жидких кристаллов. Здесь И – изотропная жидкость, Т – твердый кристалл, Н – нематик, Х – холестерик, А, С, В – смектики А, С, В соответственно

# Вклад российских исследователей Фредерикс Всеволод Константинович

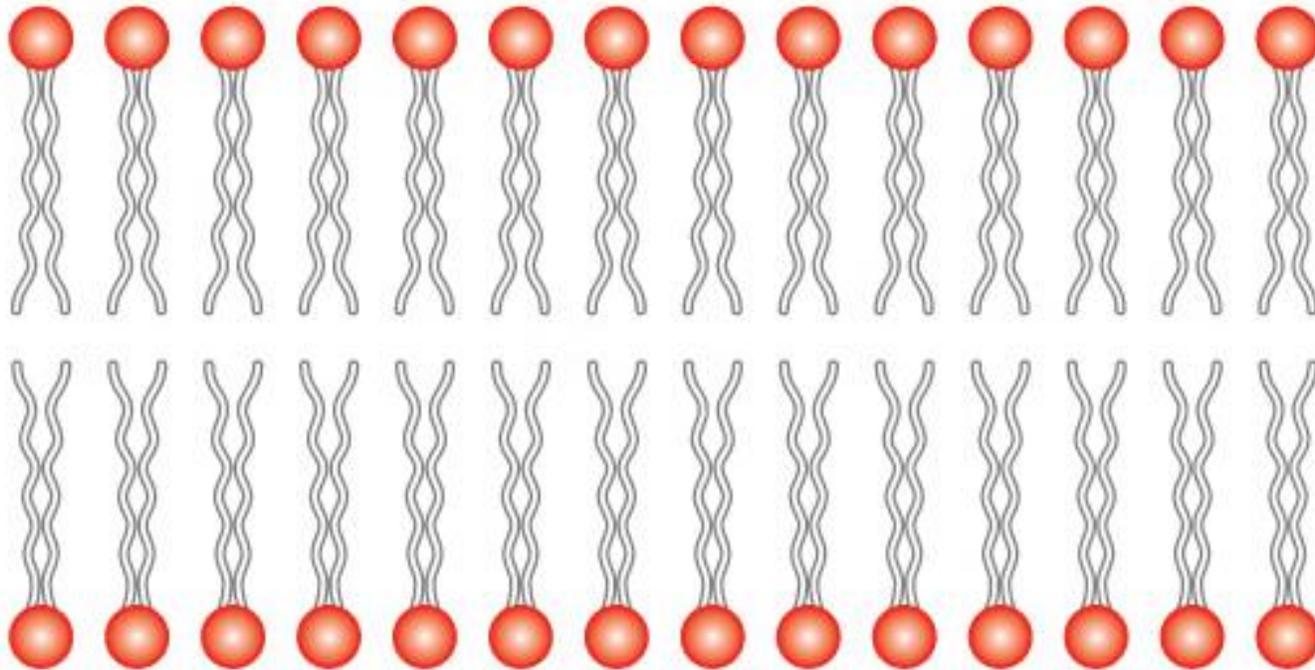


- **Всеволод Константинович Фредерикс** (13.04.1885—06.01.1944) — русский физик и геофизик, основатель школы молекулярной [физики полимеров](#) и [жидких кристаллов Санкт-Петербургского Государственного университета](#)<sup>1</sup>.
- Им открыты [переход Фредерикса](#)
- В историю мировой физики В. К. Фредерикс вошел как учёный, совмещавший возвышенное экспериментальное искусство и полный интерес к фундаментальным проблемам физики.

- **Ві́ктор Никола́евич Цветко́в** (1910—1999) — советский химик и физик. Член-корреспондент АН СССР с 26 ноября 1968 года по Отделению общей и технической химии (химия высокомолекулярных соединений).

# Значение ЖК

- Термотропные – устройства отображения информации (дисплеи)
- Липиды (жидкокристаллические браны)



# Эпитропные ЖК

- Жидкокристаллический порядок в полимерах

## 3.2. Качество поверхности и эксплуатационные свойства деталей машин

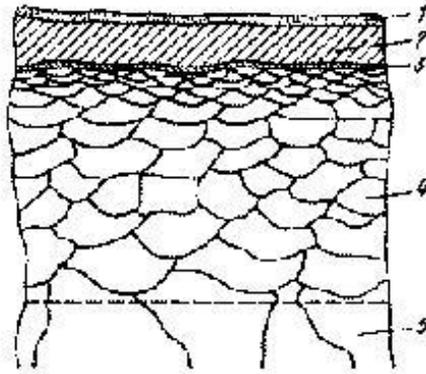


Схема поверхностного слоя детали

Поверхностный слой детали - это слой, у которого структура, фазовый и химический состав отличаются от основного материала, из которого сделана деталь.

В процессе изготовления деталей машин на их поверхностях возникают неровности, изменяется структура, фазовый и химический состав, возникают остаточные напряжения.

**Качество поверхности деталей машин определяется совокупностью характеристик:**

- Геометрией поверхности – шероховатость, волнистость (профилометры);
- Микроструктурой поверхностного слоя (оптические и электронные микроскопы);
- Фазовым составом (рентгеноструктурные анализаторы);
- Химическими свойствами (спектральные анализаторы);
- Физико-механическими свойствами (измерение микротвёрдости);
- Остаточными напряжениями (рентгеновские приборы).

В поверхностном слое можно выделить следующие основные зоны:

- 1- зона** адсорбированных из окружающей среды молекул и атомов органических и неорганических веществ. (например, воды, СОЖ, растворителей, промывочных жидкостей), **ее толщина 0,001...0.1 мкм.**
- 2- зона** продуктов химического взаимодействия металла с окружающей средой (обычно оксидов), **толщиной 0,001...1 мкм.**
- 3- граничная зона** толщиной несколько межатомных расстояний, имеющая иную, чем в объеме, кристаллическую и электронную структуры.
- 4- зона** с измененными по сравнению с основным металлом структурой, фазовым и химическим составом, который возникает при изготовлении детали и изменяется в процессе эксплуатации, **толщиной 10...100 мкм.**
- 5-** исходное состояние материала.

# Структура курса

- Литература

1. Сонин А.С. Введение в физику жидких кристаллов. М.: Наука, 1983.
2. П. де Жен Физика жидких кристаллов. М.: Мир, 1977.
3. Чандрасекар С. Жидкие кристаллы. М.: Наука, 1980.