

# Структура курса ХОБП - часть 1 - Химическая биология

- 6. 9. Что такое жизнь с точки зрения химика
- 8. 9. Вода. Биологические мембраны.
- 13. 9. Структура и функция белка (Бачева А.В.)
- 15. 9. Обмен веществом. Преобразование энергии
- 20. 9. Контрольная 1
- 22. 9. Разбор контрольной 1
  
- 27. 9. Структура нуклеиновых кислот
- 29. 9. Биосинтез нуклеиновых кислот
- 4. 10. Биосинтез белка
- 6. 10. Контрольная 2
- 11. 10. Разбор контрольной 2
  
- 13. 10. Регуляция экспрессии генов. Система передачи сигнала
- 18. 10. Геном, плазмиды, вирусы
- 20. 10. Генетическая инженерия
- 25. 10. Контрольная 3
- 27. 10. Разбор контрольной 3

(отличается от программы на сайте Химфрака)

# Цикл I «Химия и жизнь»

6. 9. Что такое жизнь с точки зрения химика

8. 9. Вода. Биологические мембраны.

13. 9. Структура и функция белка  
(Бачева А.В.)

15. 9. Обмен веществом.

Преобразование энергии

20. 9. Контрольная 1

22. 9. Разбор контрольной 1

**Биология:** жизнь с точки зрения химика

Многообразие и систематика

Клеточная теория

Строение клеток

**Химия:**

Химический состав клетки:

биологические макромолекулы и  
низкомолекулярные вещества

Определение живого с точки зрения  
химии

# Макромолекулы (25)

Белки 15

Нуклеиновые  
кислоты 7

Полисахариды 3

Molecular Components of an *E. coli* Cell

	Percentage of total weight of cell	Approximate number of different molecular species
Water	70	1
Proteins	15	3,000
Nucleic acids		
DNA	1	1
RNA	6	>3,000
Polysaccharides	3	5
Lipids	2	20
Monomeric subunits and intermediates	2	500
Inorganic ions	1	20

# Низкомолекулярные соединения (75)

Вода 70

Липиды 2

Органические и неорганические 3

## МАКРОМОЛЕКУЛЫ (25)

Белки 15

Нуклеиновые кислоты 7

Полисахариды 3

Почему макромолекулы?

**ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ ХИМИИ ЖИВОГО  
- ЗАЧЕМ ОНО ТАМ?**

## МОЛЕКУЛЫ (75)

Вода 70

липиды 2

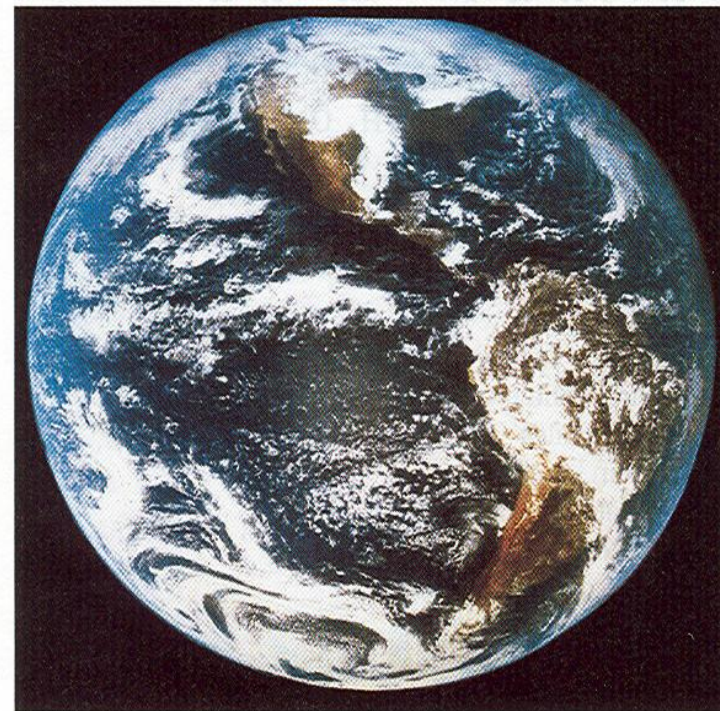
органические и неорганические 3

Почему именно эти молекулы?



## МАКРОМОЛЕКУЛЫ (25)

Белки	15
Нуклеиновые кислоты	7
Полисахариды	3



ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ ХИМИИ ЖИВОГО  
- ЗАЧЕМ ОНО ТАМ?

## МОЛЕКУЛЫ (75)

Вода	70
липиды	2
органические и неорганические	3

Почему вода?

# Типы и энергия химической связи

Ковалентная связь

кДж/моль

O-H      461

(4,2 Дж = 1 кал)

P-O      419

C-O      352

C-C      348

Нековалентная связь (взаимодействие)

Ионные взаимодействия

42

Водородная связь

8-21

Ван дер Ваальсовы взаимодействия

2-8



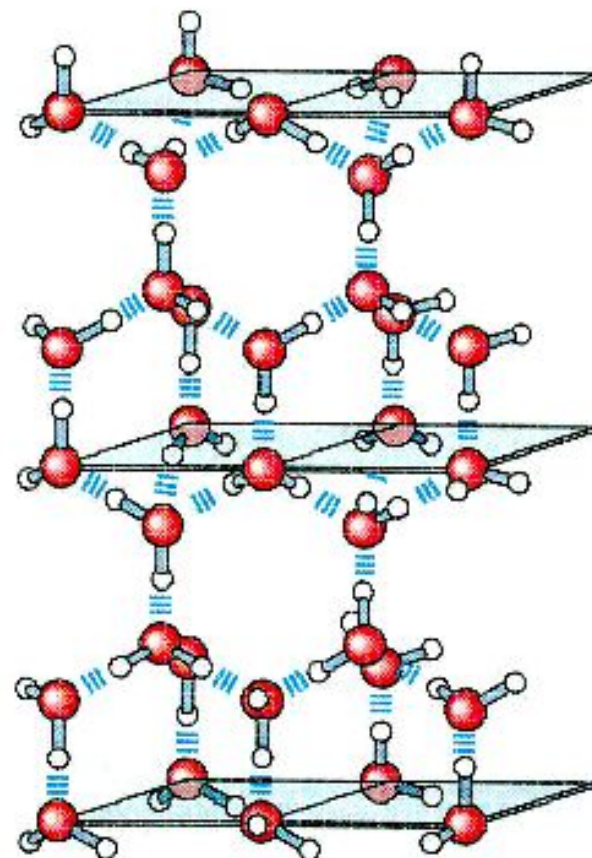
# Необычные свойства водных растворов: системообразующая роль

Водородная связь  
и необычные свойства воды

Водородная связь  
с растворенным веществом

Электростатические  
взаимодействия  
с заряженным веществом  
Гидратация ионов

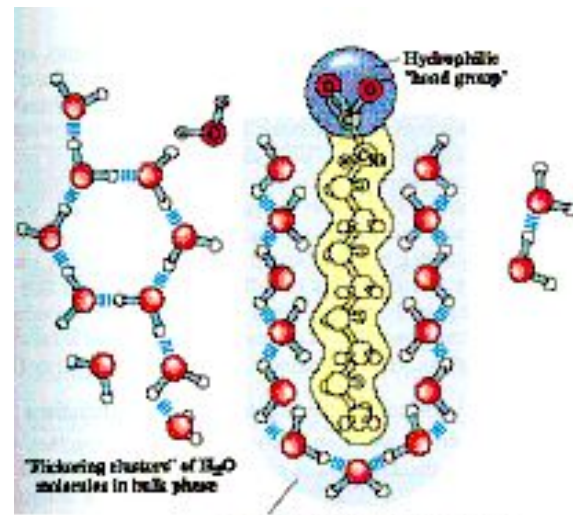
«Гидрофобные взаимодействия»  
для неполярных веществ



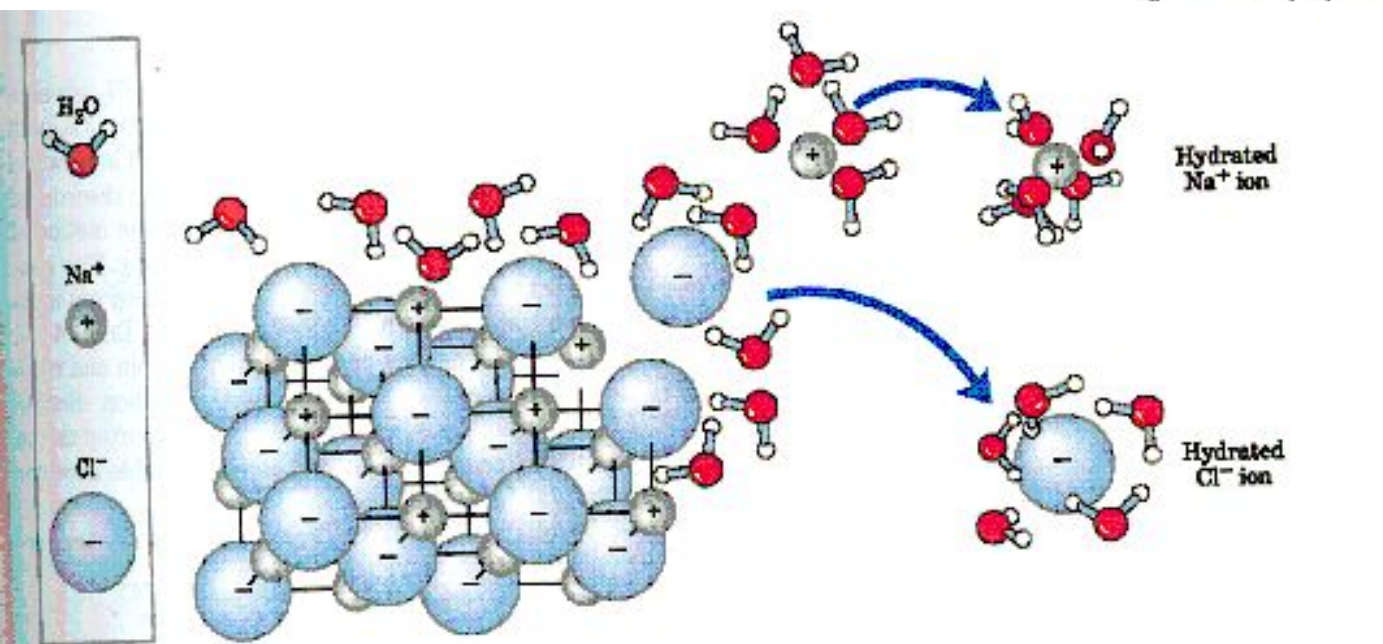
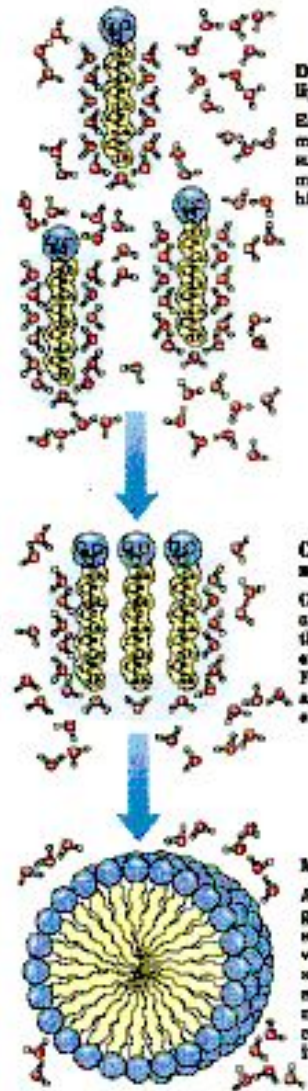


# «Гидрофобные взаимодействия» неполярных и амфипатических веществ

## Мицелла



Highly ordered  $H_2O$  molecules form "cages" around the hydrophobic alkyl chains



Электростатические взаимодействия с заряженным веществом  
Гидратация ионов

# МАКРОМОЛЕКУЛЫ (25)

Белки 15

Нуклеиновые кислоты 7

Полисахариды 3

## Почему макромолекулы?

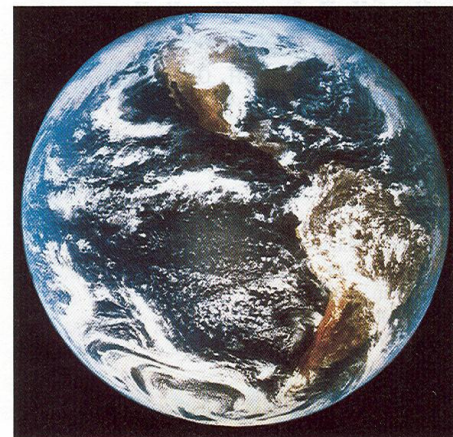
ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ ХИМИИ ЖИВОГО  
- ЗАЧЕМ ОНО ТАМ?

МОЛЕКУЛЫ (75)

Вода 70

липиды 2

органические и неорганические 3



**Макромолекула** (некорр. полимер) – химическое соединение, молекулы которого состоят из большого числа повторяющихся звеньев (структурных звеньев)

**Мономер** – низкомолекулярное вещество, из которого полимеризацией (или поликонденсацией) получается полимер

**Поликонденсация** – полимеризация, при которой, кроме полимера, образуются низкомолекулярные вещества

Если в полимеризации (поликонденсации) участвуют разные молекулы, то получается **сополимер**, структурное звено которого состоит из остатков каждой молекулы, участвующей в реакции

# Природные макромолекулы -

белки

нуклеиновые кислоты (ДНК, РНК)

[полисахариды]

- получаютя поликонденсацией
- линейные, неразветвленные
- асимметричные (векторные)

Белки и нуклеиновые кислоты:

- информационные (текст из 20 ак или 4 н)
- самоорганизующиеся в пространстве

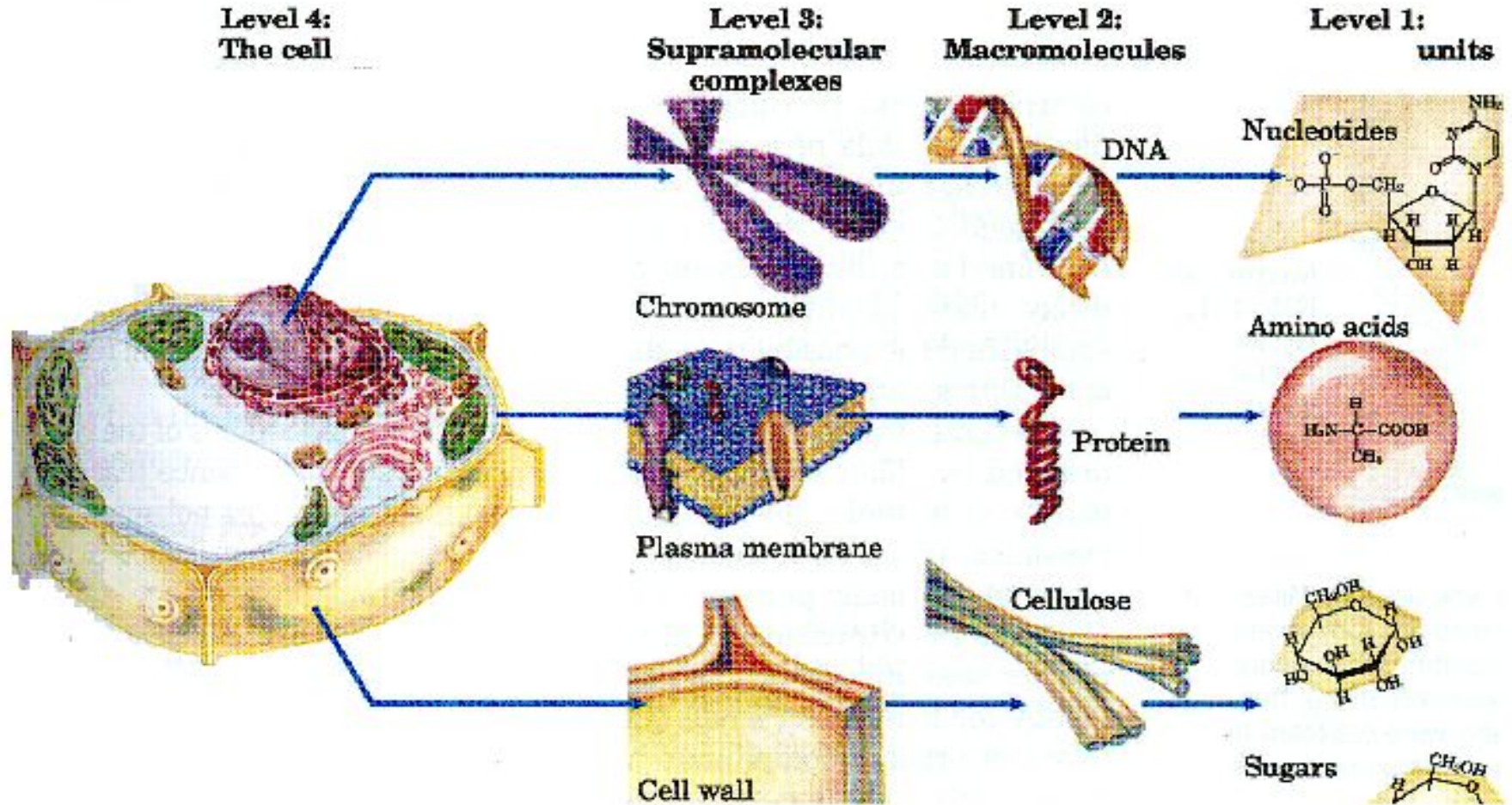


# Уровни сложности структурной организации

Клетка      Супрамакромол.      Макромол.      Повтор.

Ед.

КОМПЛЕКС



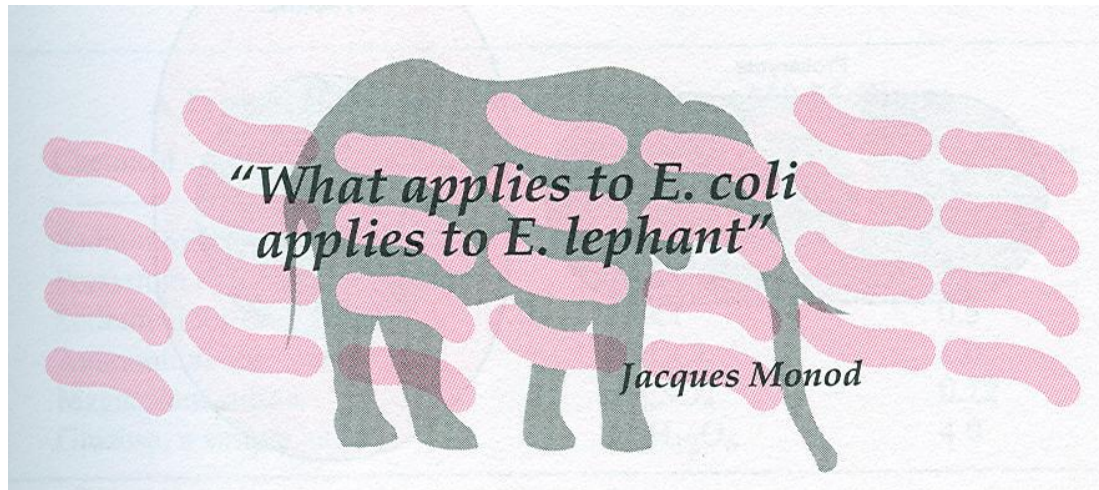
# Жизнь

использует именно  
макромолекулы НК и белка  
как предельный случай  
упорядоченной  
химической организации  
вещества и информации  
в пространственно - временном  
континууме клетки

Обучение использует  
лекции  
как предельный случай  
упорядоченной организации  
информации в  
пространственно -  
временном континууме



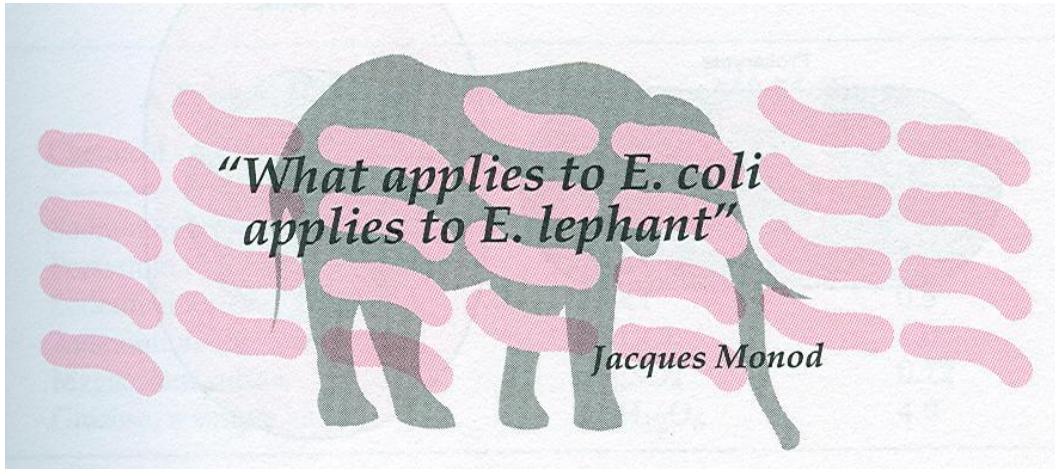
# Единообразие структурной химии живого



Jacques Monod

Что справедливо для слона  
- справедливо и для бактерии

# Единообразии функциональной химии живого



Jacques Monod

Что справедливо для слона  
- справедливо и для бактерии

**ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ** представляют собой открытые (т. е. обменивающиеся с окружающей средой веществом и энергией), саморегулирующиеся и самовоспроизводящиеся **сложные системы**, важнейшими функционирующими веществами которых являются белки и нуклеиновые кислоты.

Живому свойственен ряд совокупных признаков, таких, как способность к воспроизведению (репродукции), трансформация энергии, метаболизм, чувствительность, изменчивость. Совокупность этих признаков можно обнаружить уже на клеточном уровне.

**Нет меньшей единицы живого, чем клетка.**

**Вирус не является живой системой!**

**Клетка** - это ограниченная активной мембраной, упорядоченная, структурированная система биополимеров (белков, нуклеиновых кислот и др.) и их молекулярных комплексов, участвующих в единой совокупности метаболических и энергетических процессов, осуществляющих поддержание и воспроизведение всей **системы** в целом.

**Нет меньшей единицы живого, чем клетка.**

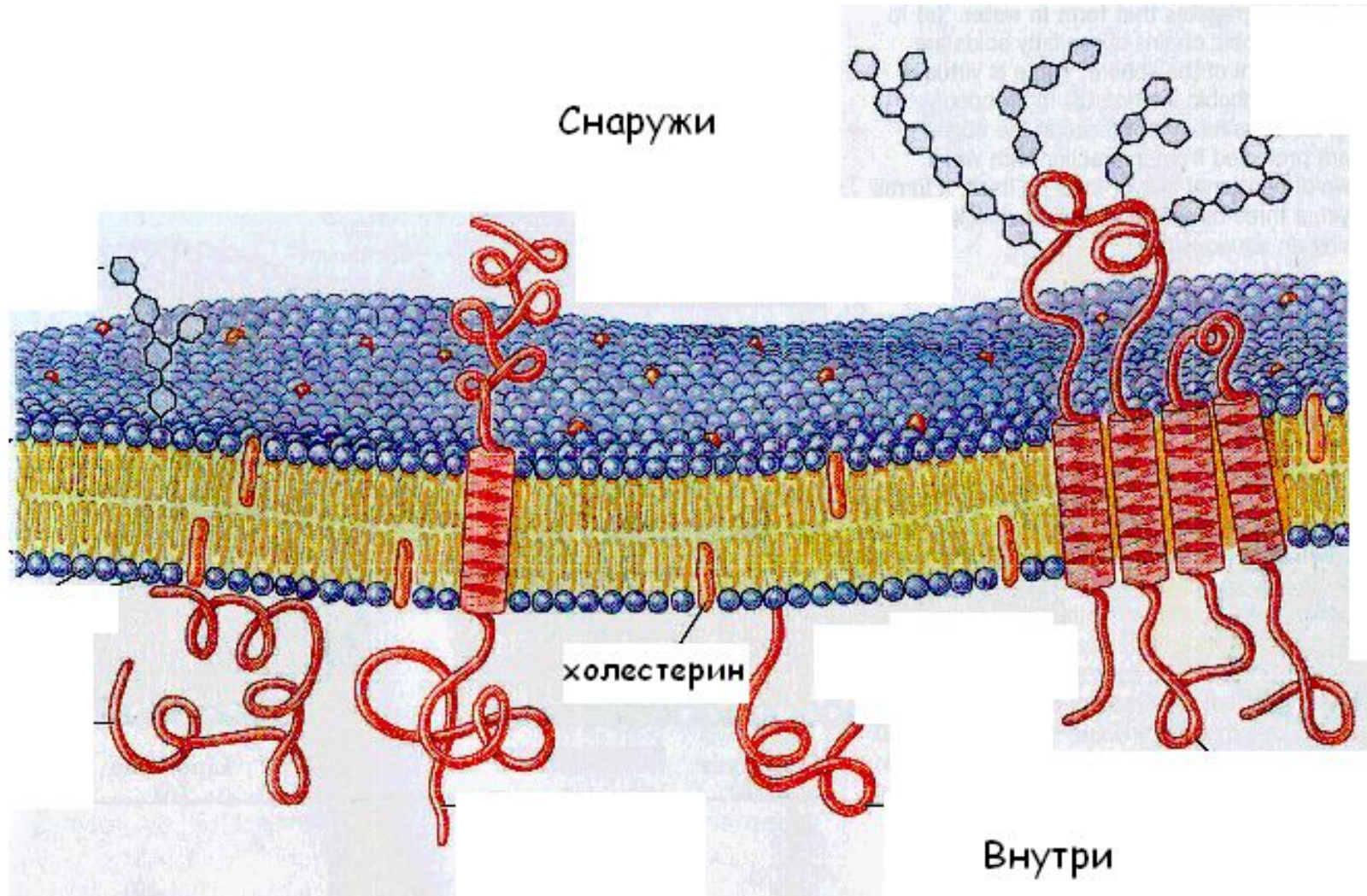
**Вирус не является живой системой!**

# Лекция 2

1. Биологические мембраны
2. Липиды
3. Липосомы
4. Мембранные белки
5. Мембранный транспорт



# Биологическая мембрана = липидный бислой + белки



# Биологические мембраны -

сложные высокоорганизованные системы, состоящие из

## липидных бислоёв и белков

Мембраны окружают все живые клетки и клеточные компартменты (ядра, митохондрии, хлоропласты)

Функции биологических мембран:

- образование динамичных границ раздела
- селективный транспорт
- сенсорные



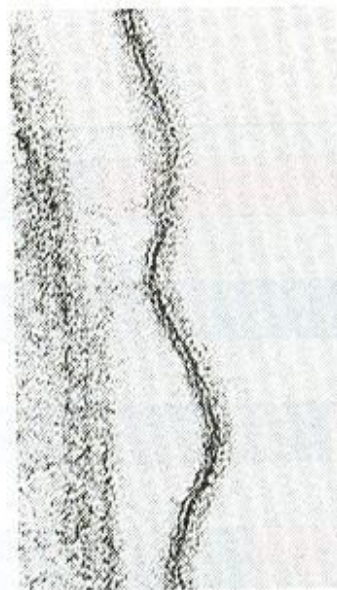
# СВОЙСТВА БИОЛОГИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЫ

- Двумерная
- Гибкая (движение)
- Самоорганизация  
(деление и слияние клеток)
- Встроенные белки  
(свойства и «лицо» клетки)
- Селективно (избирательно) проницаема  
(биоэнергетика)

# Микроскопия биологических мембран



(a)



(b)



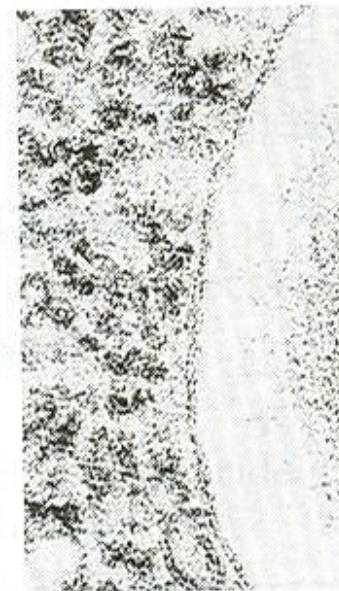
(c)



(d)



(e)



(f)

# Липиды и белки клеточных мембран (% по весу)

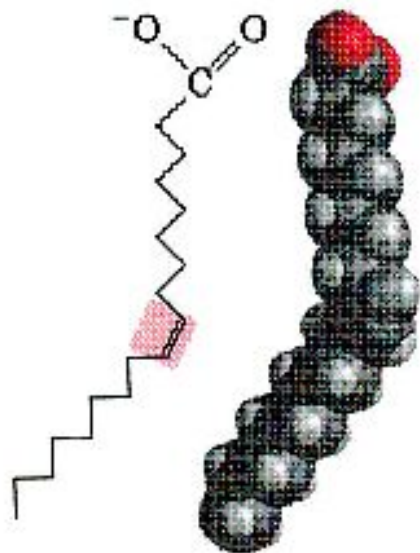
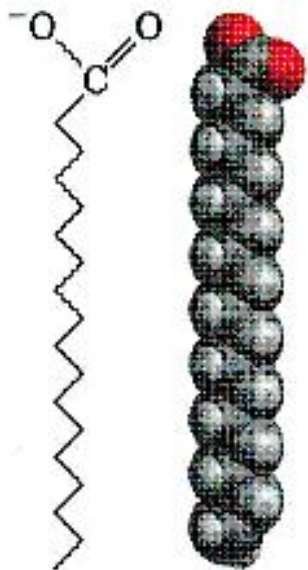
	Липиды		Белки
	Фосфолипиды	Стерины (холестерин)	
Человек (миелиновая оболочка)	30	19	30
Кукуруза (лист)	26	7	47
Дрожжи	7	4	52
Бактерии ( <i>E. coli</i> )	25		75

# Липиды

λίπος (греч. - жир)

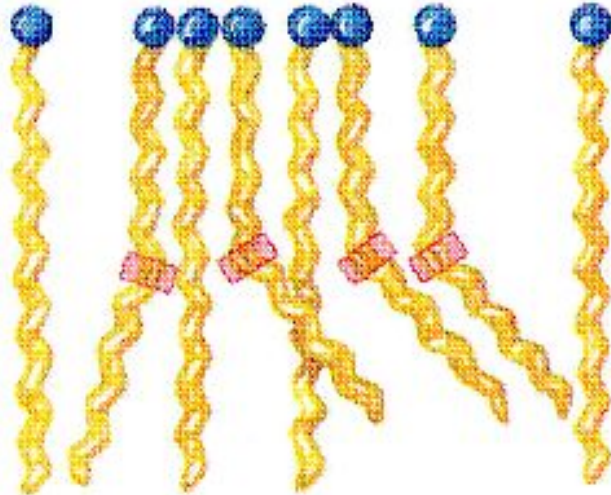
Растворимые в жирах и  
жирорастворителях  
(и нерастворимые в воде)  
низкомолекулярные органические  
соединения, в том числе  
жиры, стеролы и изопреноиды

например,  
триглицериды, холестерин, каротин



(a)

(b)

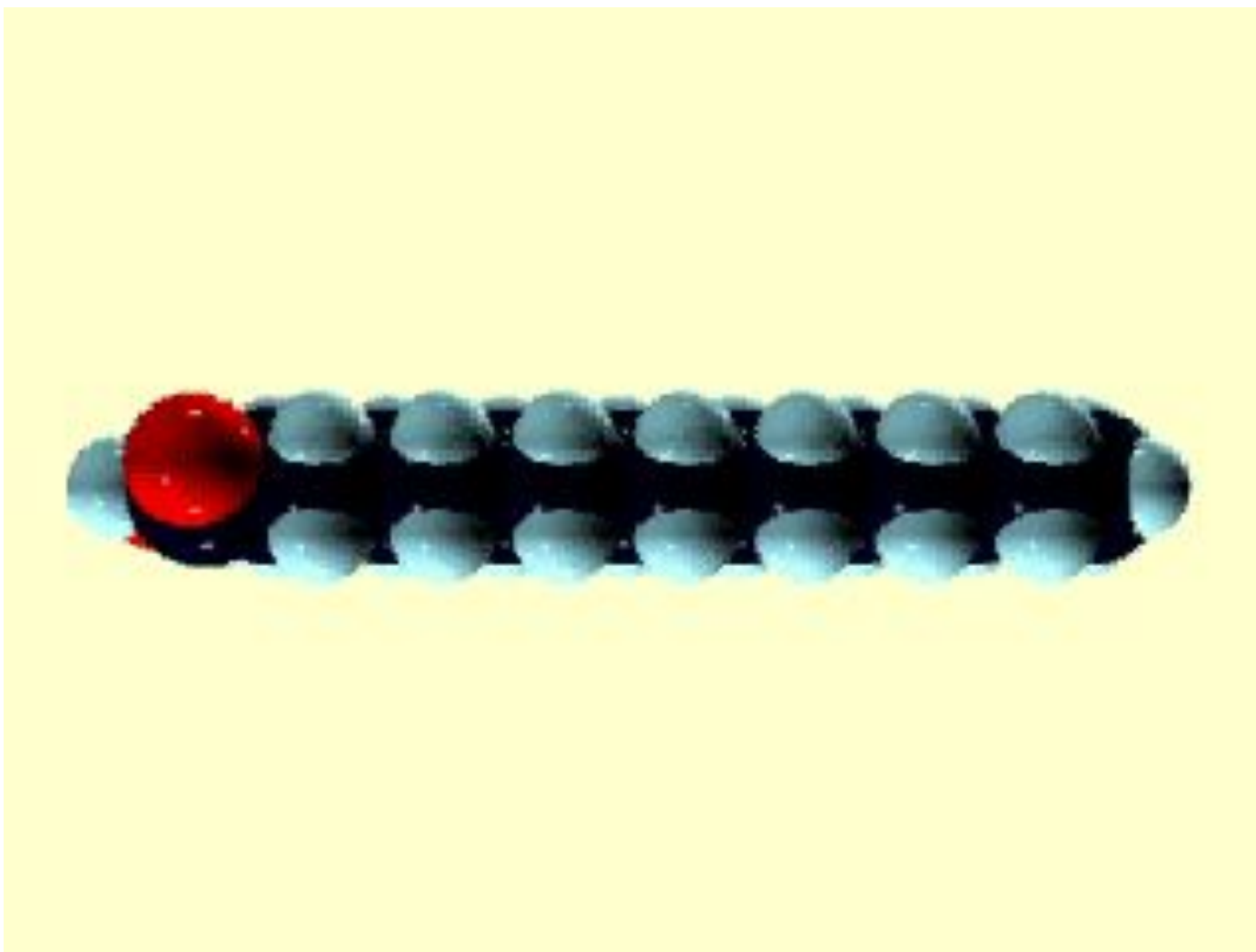


# Жирные КИСЛОТЫ: предельные и непредельные

- $C_{15}H_{31}COOH$  - пальмитиновая
- $C_{17}H_{35}COOH$  - стеариновая
- $C_{17}H_{33}COOH$  - олеиновая



# Жирная кислота

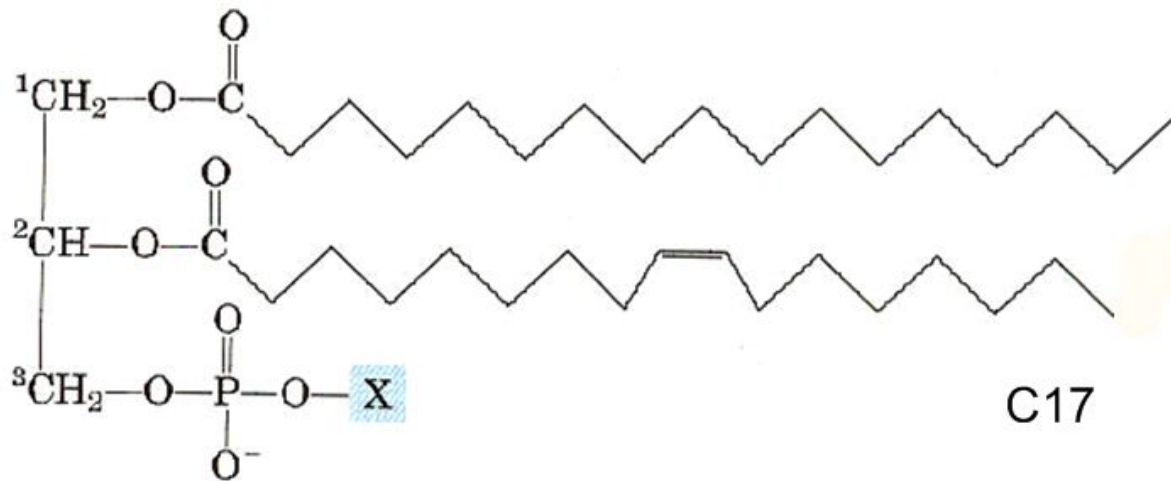


# Триглицерид

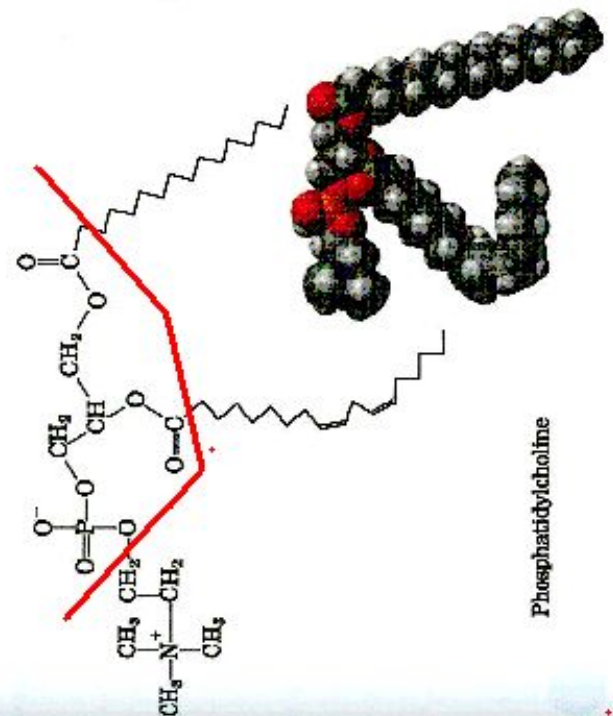




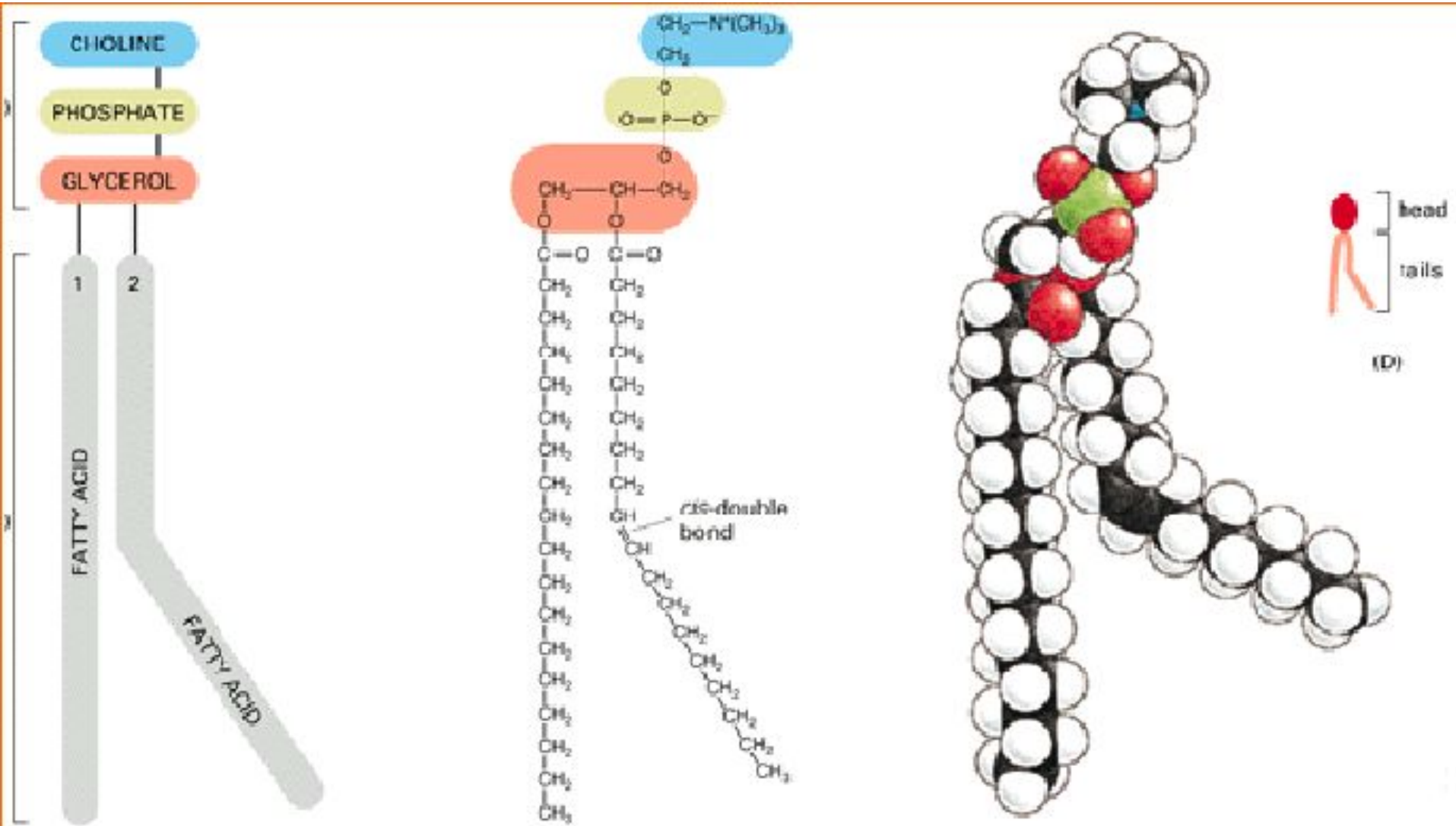
# Фосфолипид



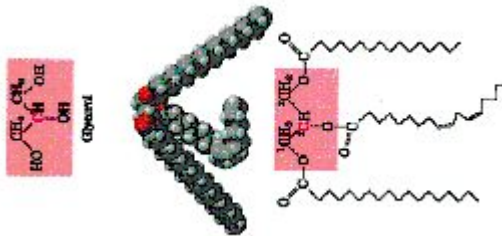
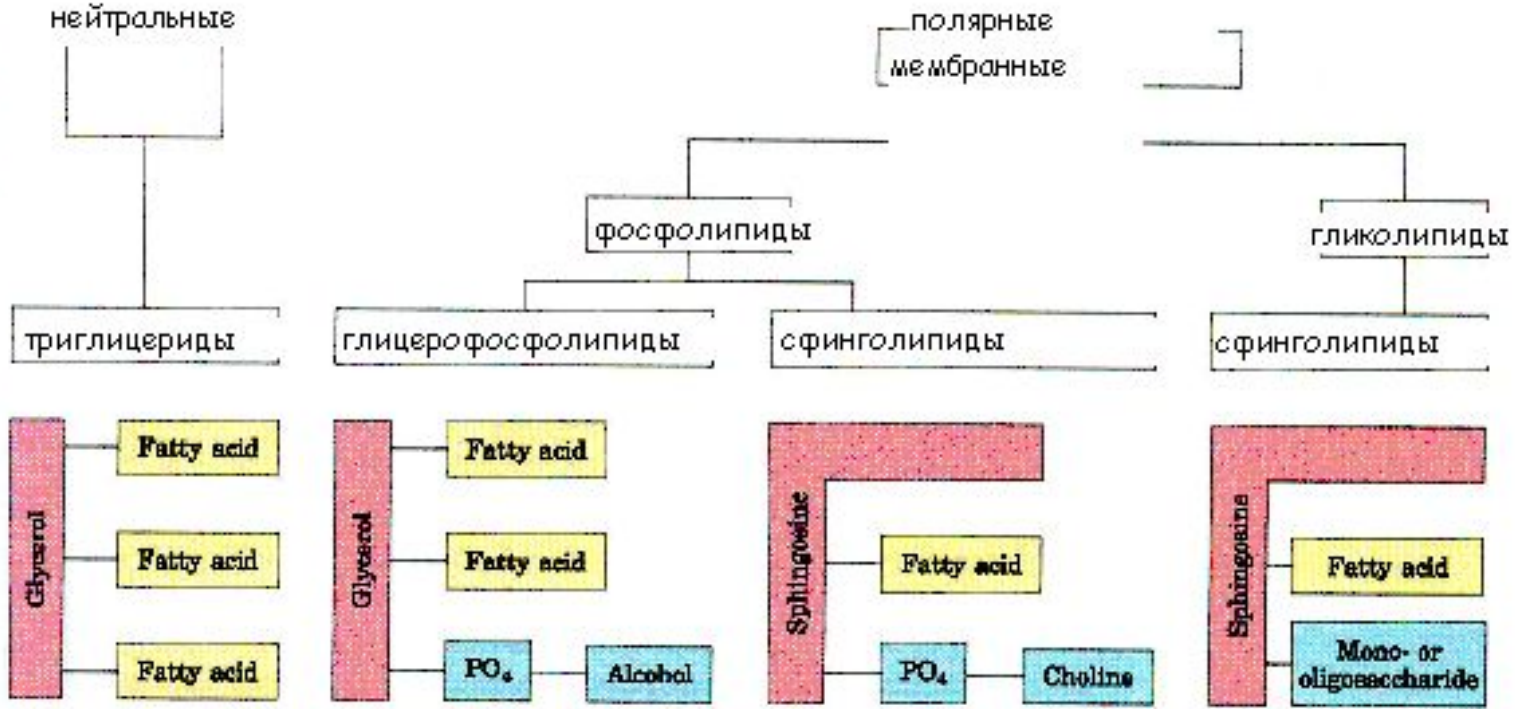
фосфатидилхолин



# Фосфолипид

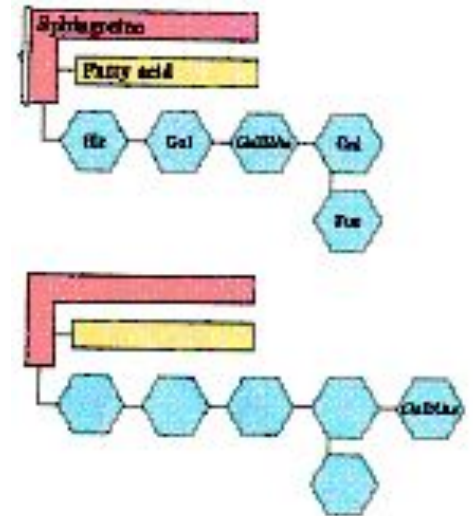


# Классификация липидов

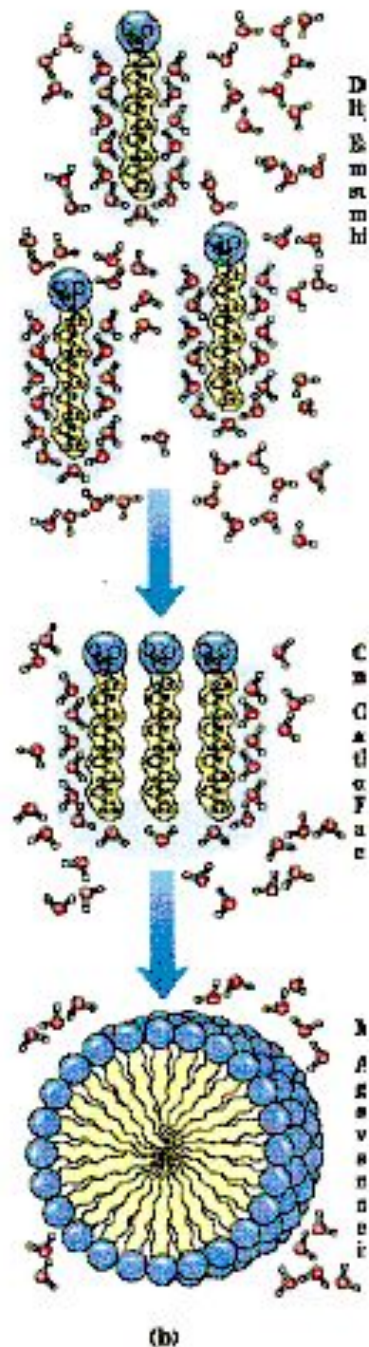
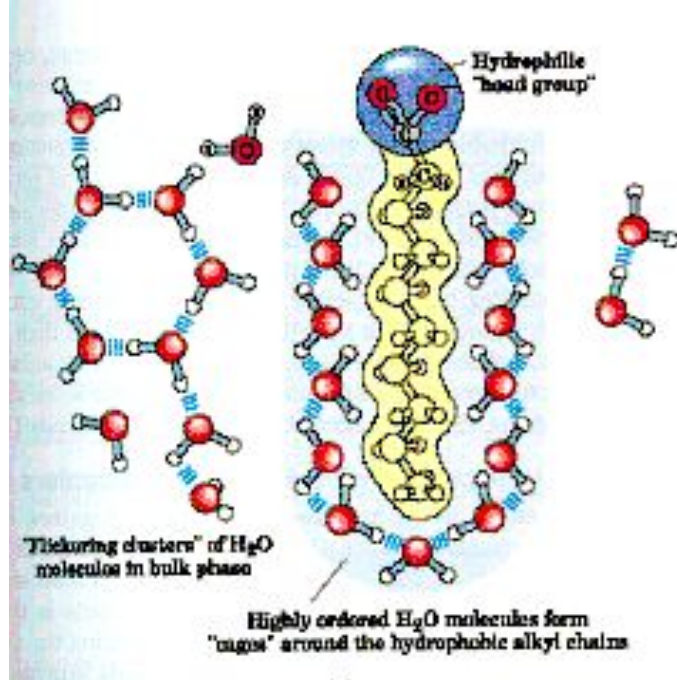


Жиры

Группы крови

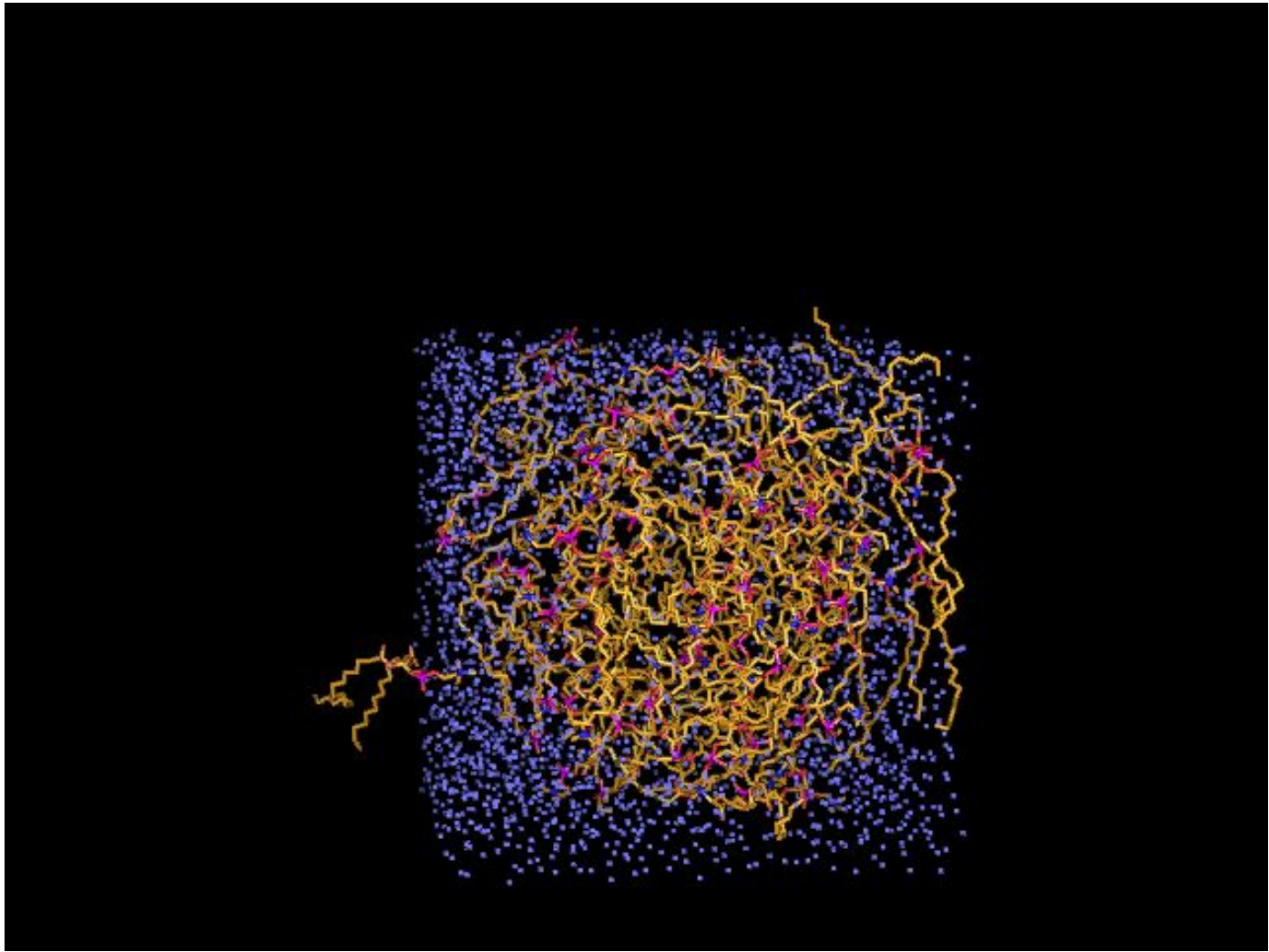


# “Гидрофобные взаимодействия” неполярных веществ в воде



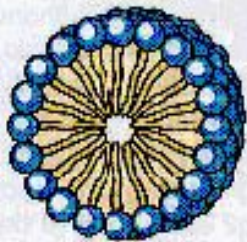


# Фосфолипидный бислой

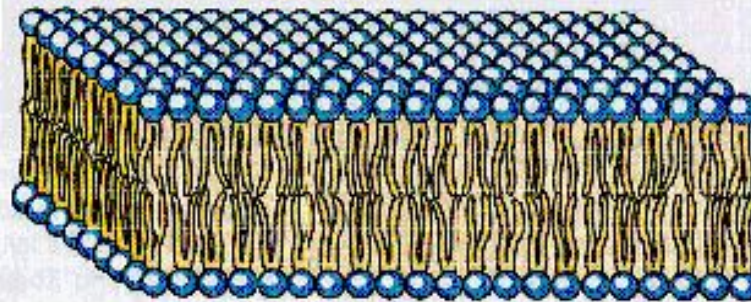


Молекулярная динамика на суперкомпьютерах

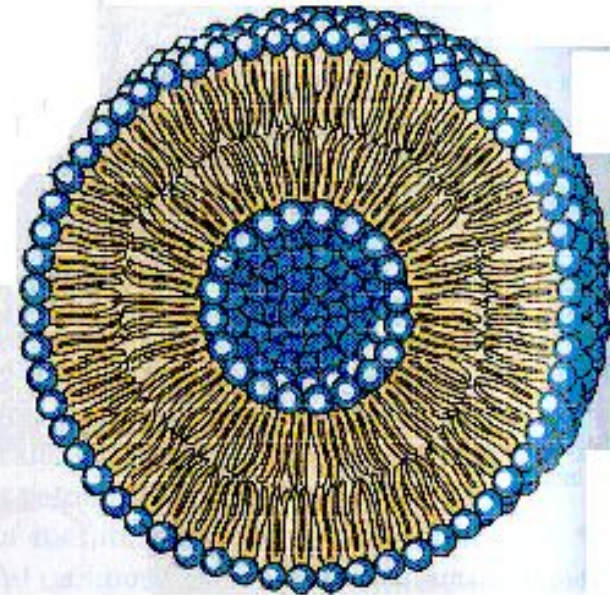
# Липидная мицелла, бислой, липосома



Мицелла



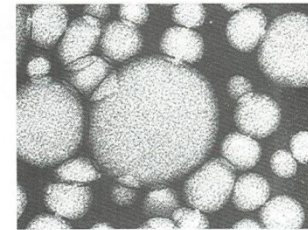
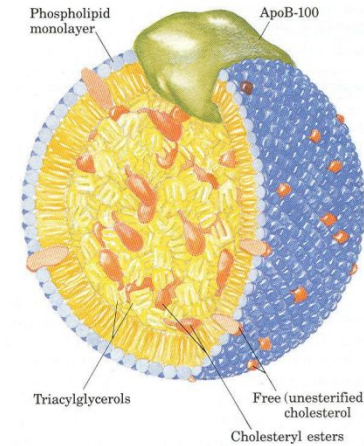
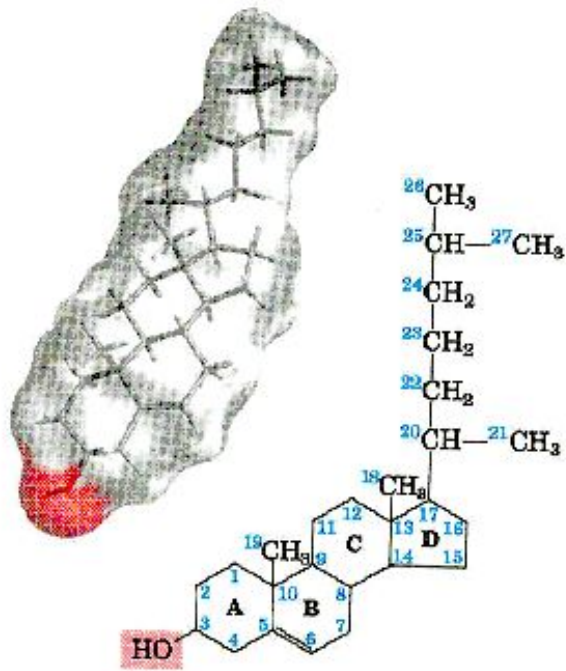
Бислой



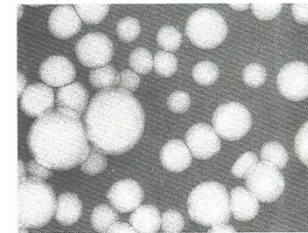
Липосома

Свойства бислоя зависят от липидного состава:  
предельные и непредельные кислоты, холестерин

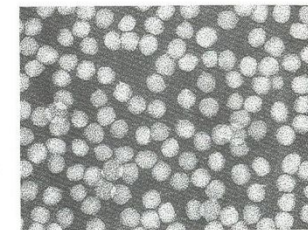
# Лipoproteиды (ЛПТТ) крови переносят жиры и холестерин



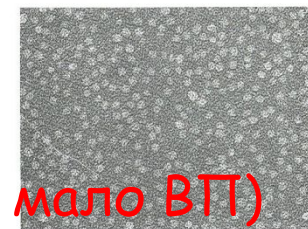
Chylomicrons ( $\times 60,000$ )



VLDL ( $\times 180,000$ )



LDL ( $\times 180,000$ )



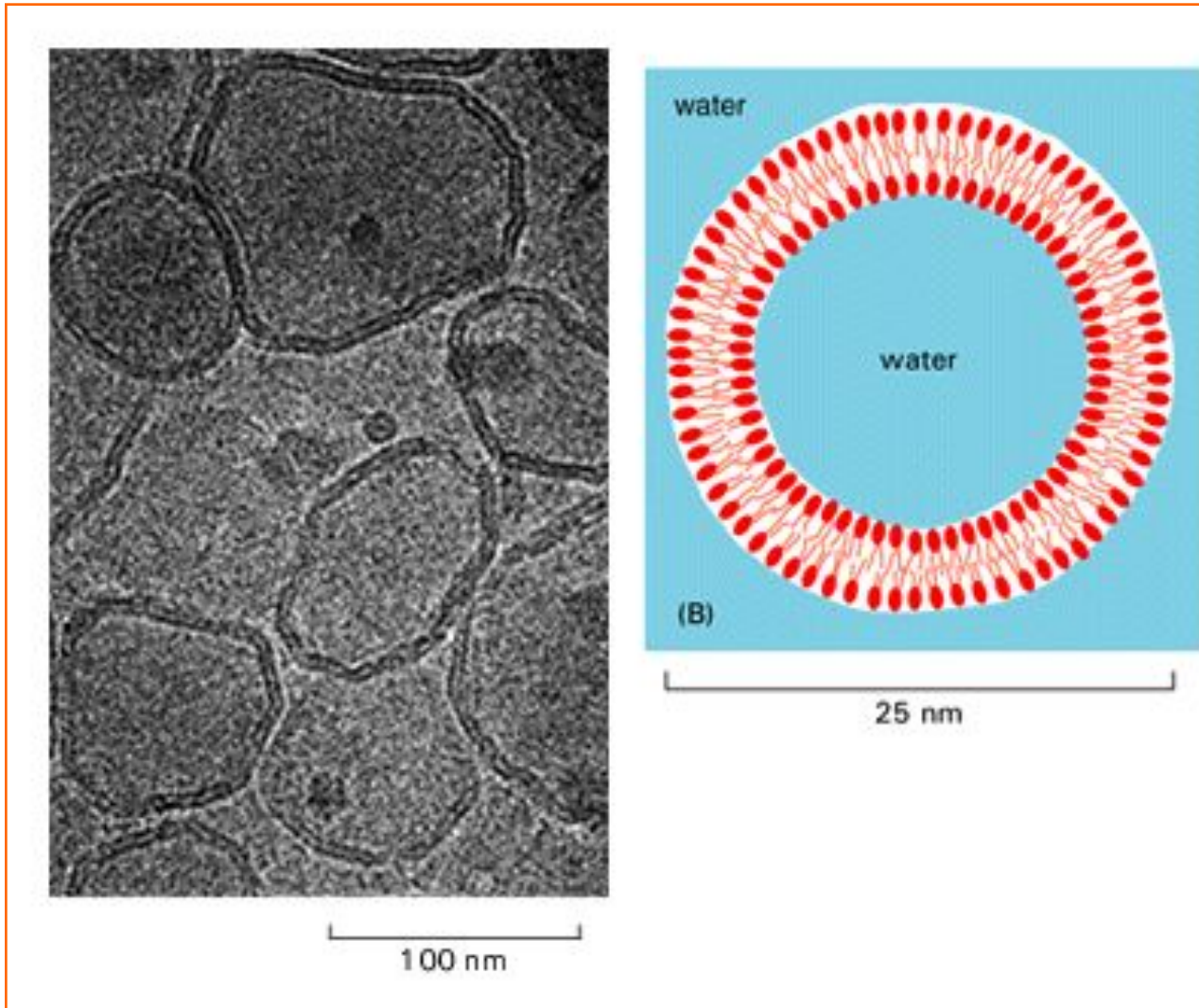
HDL ( $\times 180,000$ )

Встраивание холестерина в мембрану меняет ее свойства

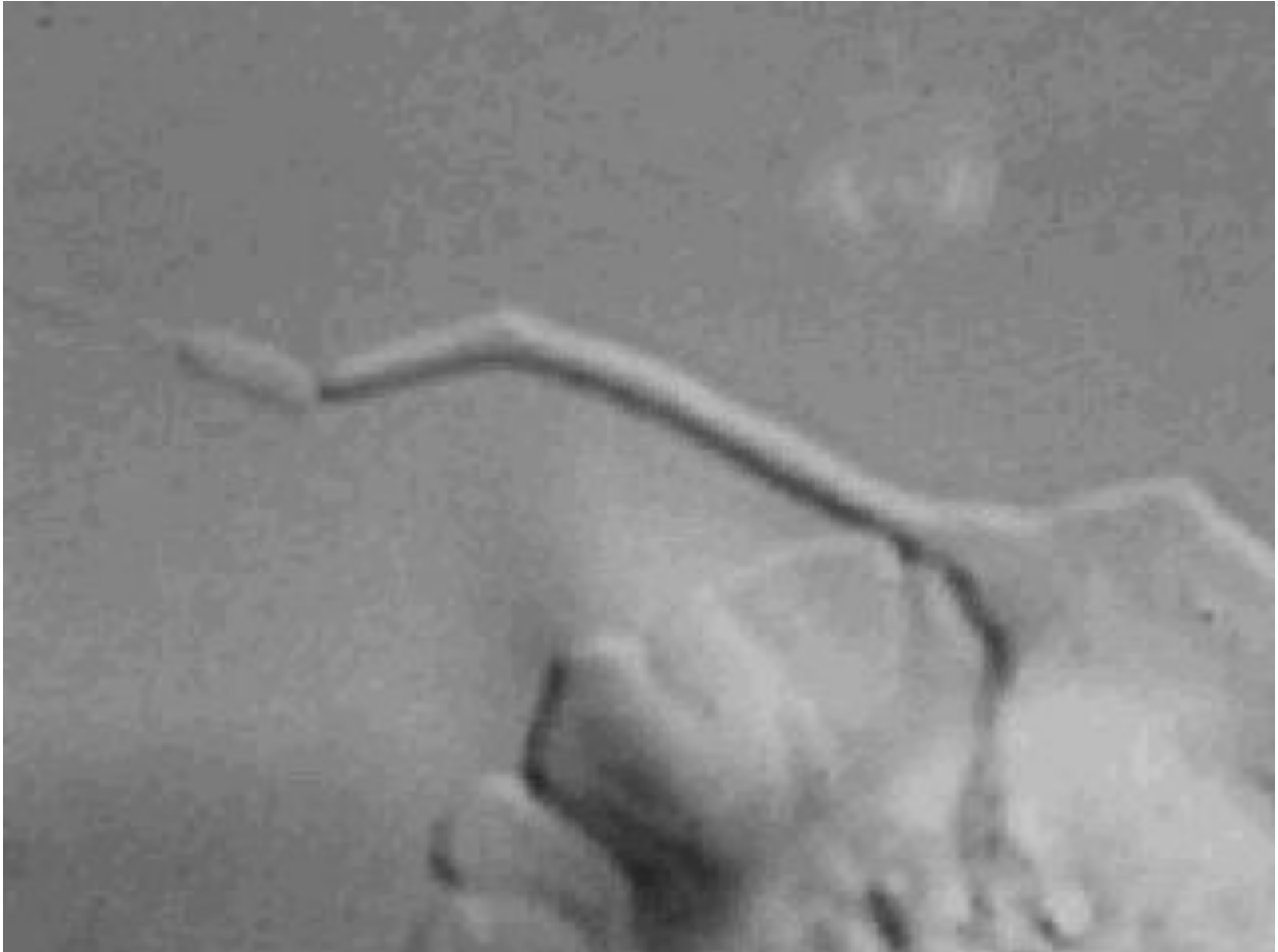
Медицинский анализ ЛПТТ:  
НПТ переносят, а ВПТ удаляют холестерин  
Атеросклеротические бляшки сосудов сердца (много НПТ и мало ВПТ)



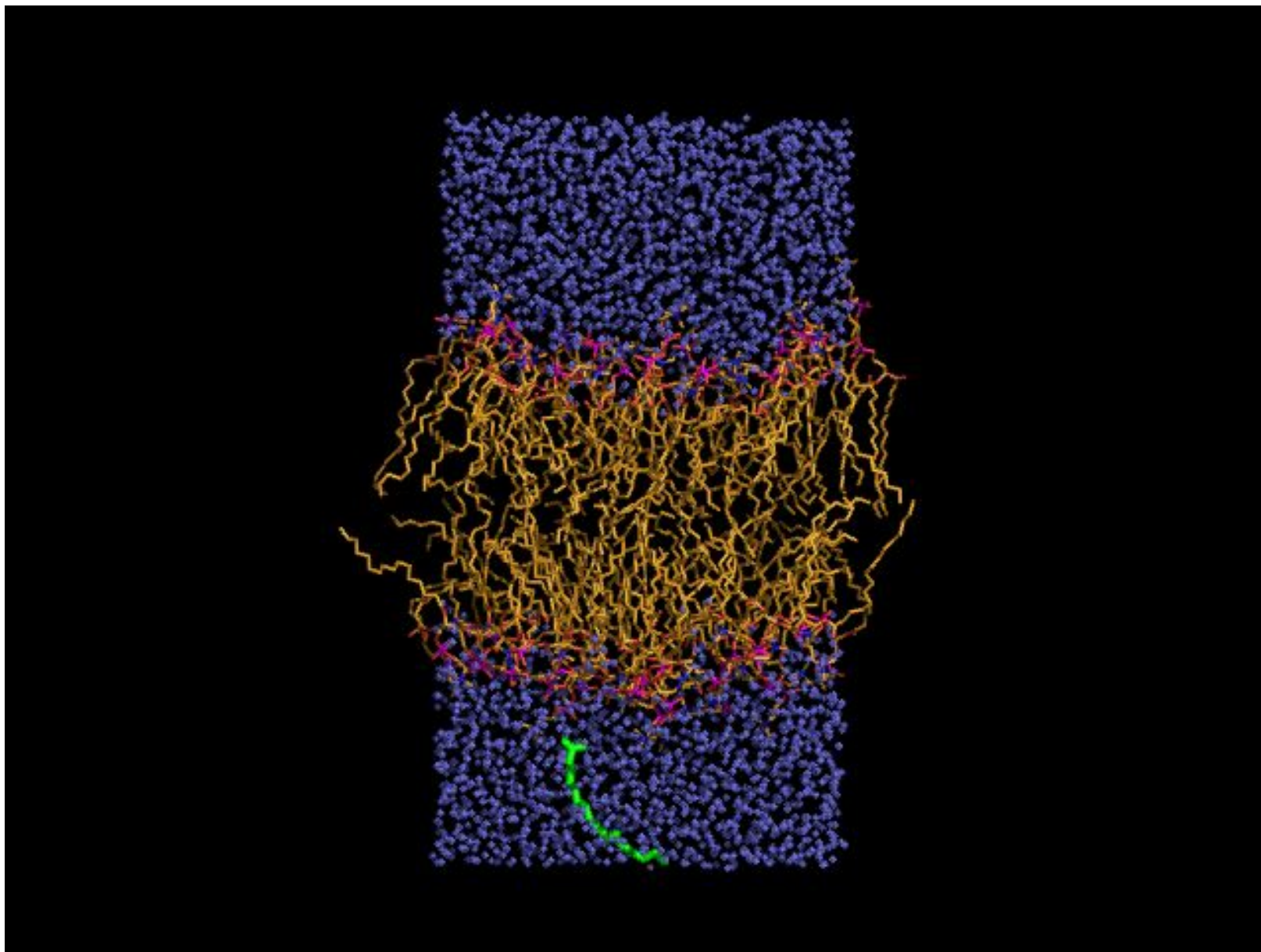
# Липосомы



# Текучность клеточной мембраны



# Проникновение липидов и ПАВ в бислой



# Разрушение мембраны детергентом (ПАВ)



# Биологическая мембрана: липидный бислой + белки

