



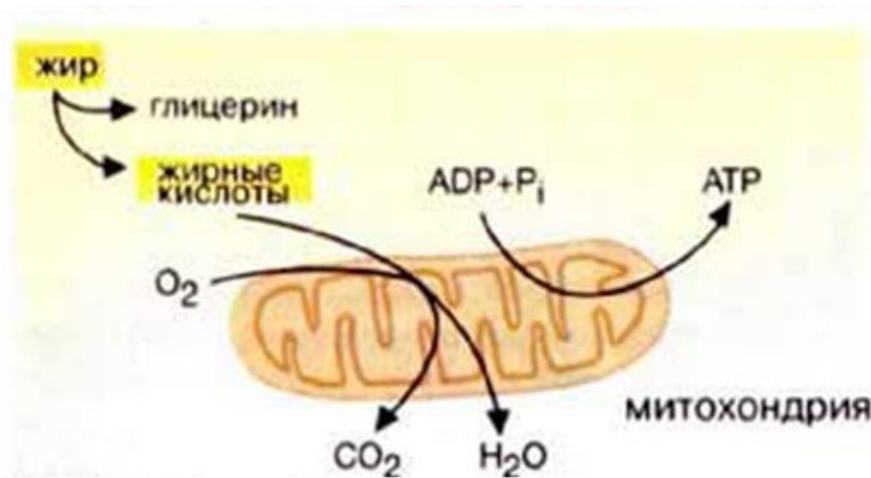
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КАФЕДРА ОБЩЕЙ ХИМИИ

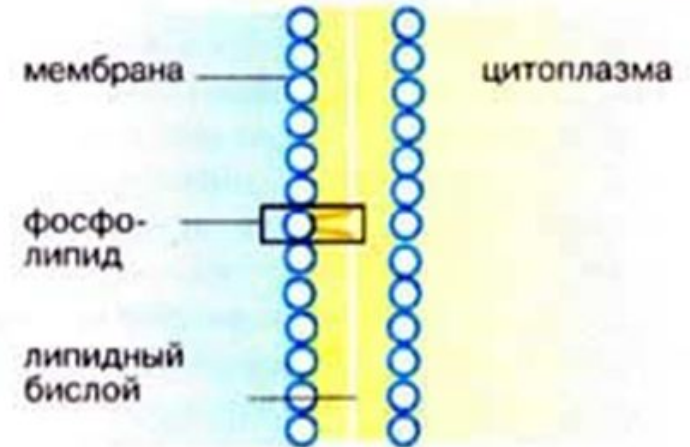
**Лекция № 7**

# ОМЫЛЯЕМЫЕ И НЕОМЫЛЯЕМЫЕ ЛИПИДЫ

# Биологическая роль липидов



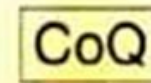
1. Резерв и источник энергии



2. Структурные блоки



3. Изолирующий материал

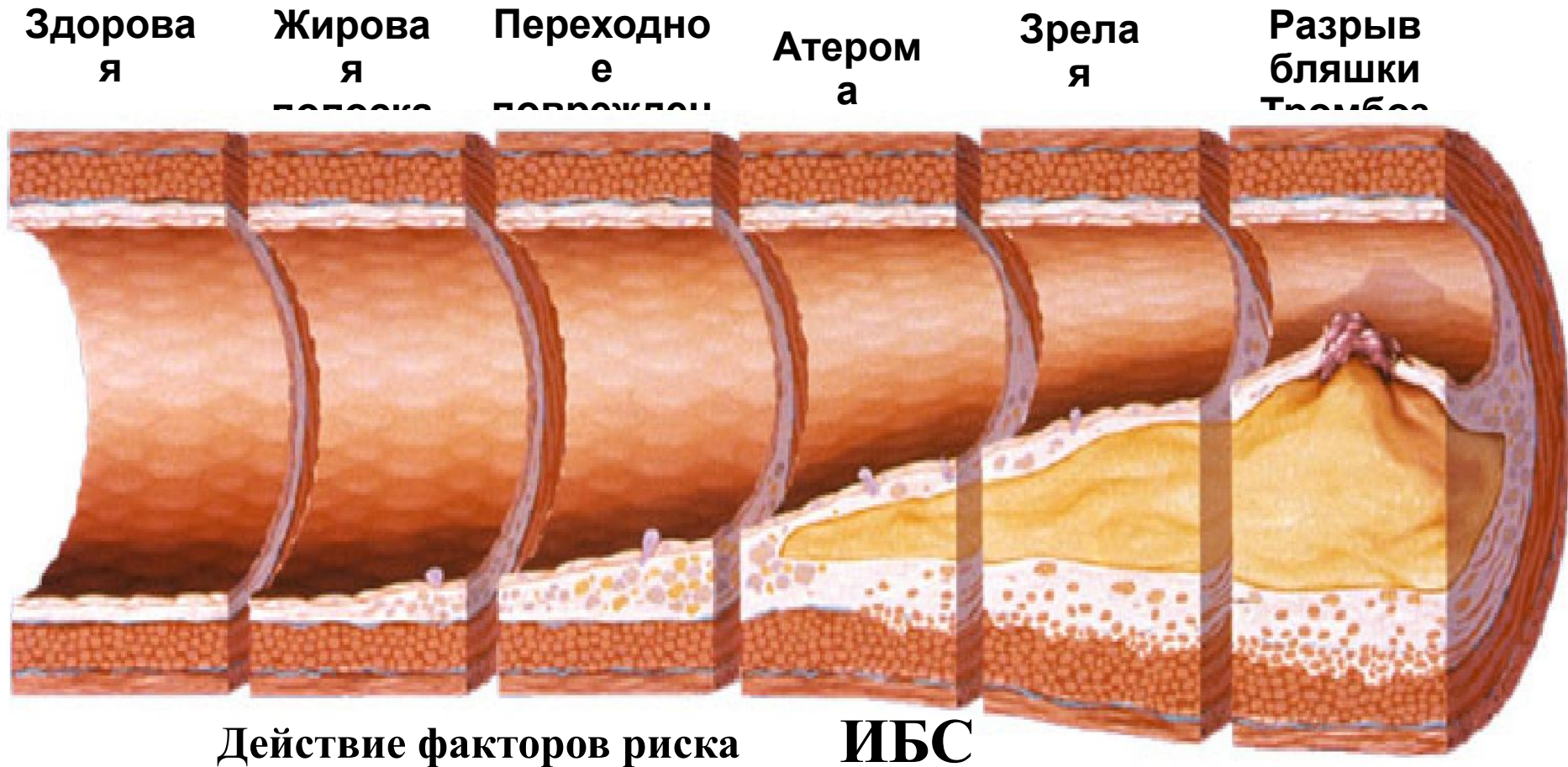


кофактор



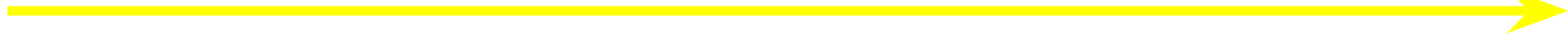
4. Прочие функции липидов

# Развитие атеросклероза



Действие факторов риска

**ИБС**



С первых десятилетий жизни

С 30 лет

С 40 лет

# Жировое перерождение печени



# Классификация липидов

## ЛИПИДЫ

```
graph TD; A[ЛИПИДЫ] --> B[простые]; A --> C[СЛОЖНЫЕ]; B --- D[Спирт + ЖК]; C --- E[Спирт + ЖК + дополнительный компонент];
```

простые

Спирт + ЖК

СЛОЖНЫЕ

Спирт + ЖК + дополнительный  
компонент

# ЛИПИДЫ

```
graph TD; L[ЛИПИДЫ] --> O[омыляемые]; L --> N[неомыляемые]; O --> P[простые]; O --> S[сложные]; N --> ST[• стероиды]; N --> TP[• терпеноиды]; P --> P1[• воски]; P --> P2[• масла, жиры]; P --> P3[• церамиды]; S --> S1[• фосфолипиды]; S --> S2[• сфинголипиды];
```

## омыляемые

## неомыляемые

### простые

- воски
- масла, жиры
- церамиды

### сложные

- фосфолипиды
- сфинголипиды

- стероиды
- терпеноиды

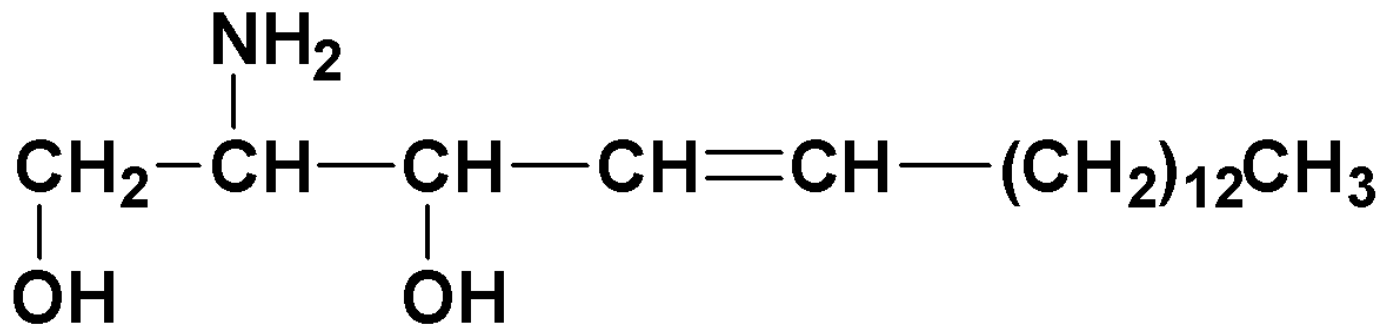
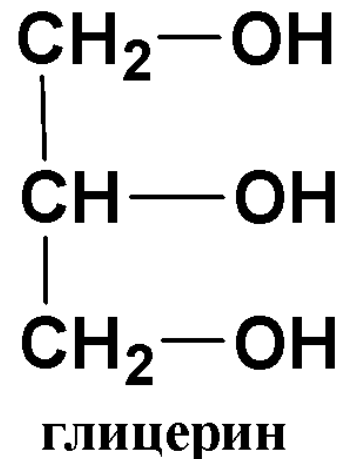
# Структурные компоненты липидов

## СПИРТЫ



n 16 и более

высшие одноатомные спирты



сфингозин

# Жирные кислоты тканей человека

Название кислоты	C <sub>n</sub> : m	ω	Структура кислот
<b>Насыщенные</b>			
Миристиновая	14 : 0		CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> -COOH
Пальмитиновая	16 : 0		CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> -COOH
Стеариновая	18 : 0		CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> -COOH
<b>Моноеновые</b>			
Пальмитолеиновая	16 : 1Δ9		CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -COOH
Олеиновая	18 : 1Δ9		CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -COOH
<b>Полиеновые</b>			
Линолевая	18 : 2Δ 9, 12	6	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH=CH-CH <sub>2</sub> -CH=CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -COOH
Линоленовая	18 : 3 Δ 9, 12, 15	3	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH=CH-CH <sub>2</sub> -CH=CH-CH <sub>2</sub> -CH=CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -COOH
Арахидоновая	20 : 4 Δ 5, 8, 11, 14	6	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH=CH-CH <sub>2</sub> -CH=CH-CH <sub>2</sub> -CH=CH-CH <sub>2</sub> -CH=CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> -COOH



# Высшие карбоновые кислоты

```
graph TD; A[Высшие карбоновые кислоты] --> B[насыщенные]; A --> C[ненасыщенные]; A --> D[Полиненасыщенные]; B --> B1[• пальмитиновая]; B --> B2[• стеариновая]; C --> C1[• олеиновая]; D --> D1[• линолевая]; D --> D2[• линоленовая]; D --> D3[• арахидоновая];
```

*насыщенные*

- пальмитиновая
- стеариновая

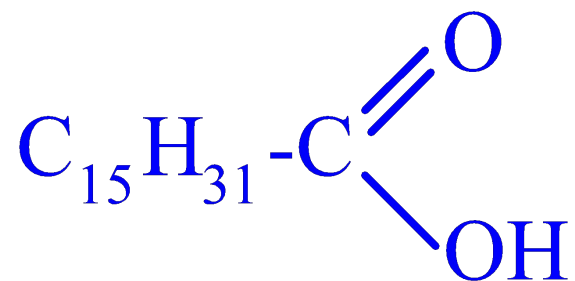
*ненасыщенные*

- олеиновая

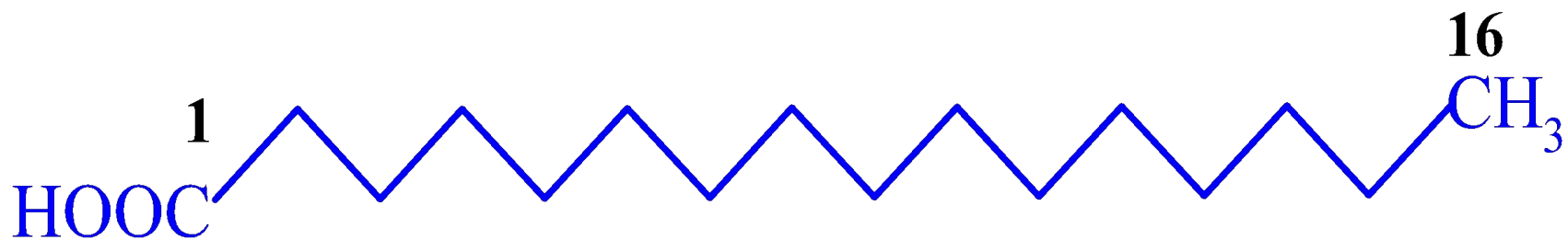
*Полиненасы-*  
*щенные*

- линолевая
- линоленовая
- арахидоновая

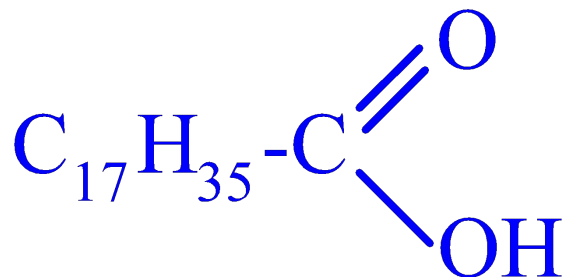
# *Насыщенная ВЖК*



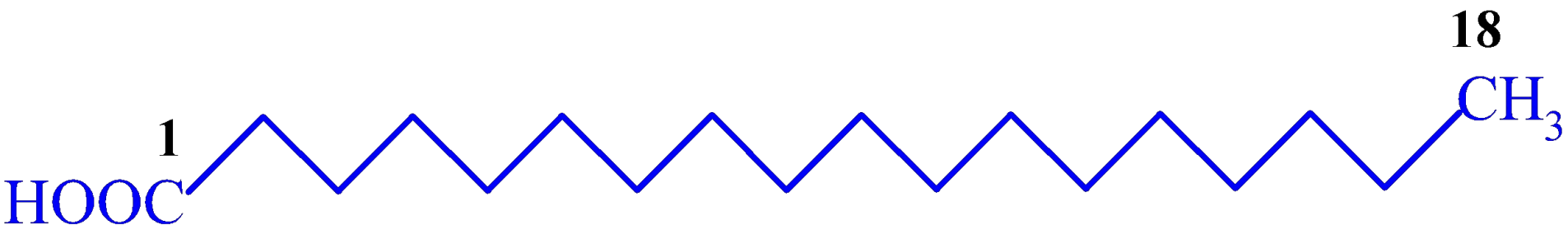
**ПАЛЬМИТИНОВАЯ  
КИСЛОТА**



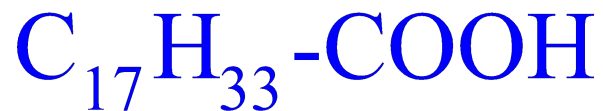
# *Насыщенная ВЖК*



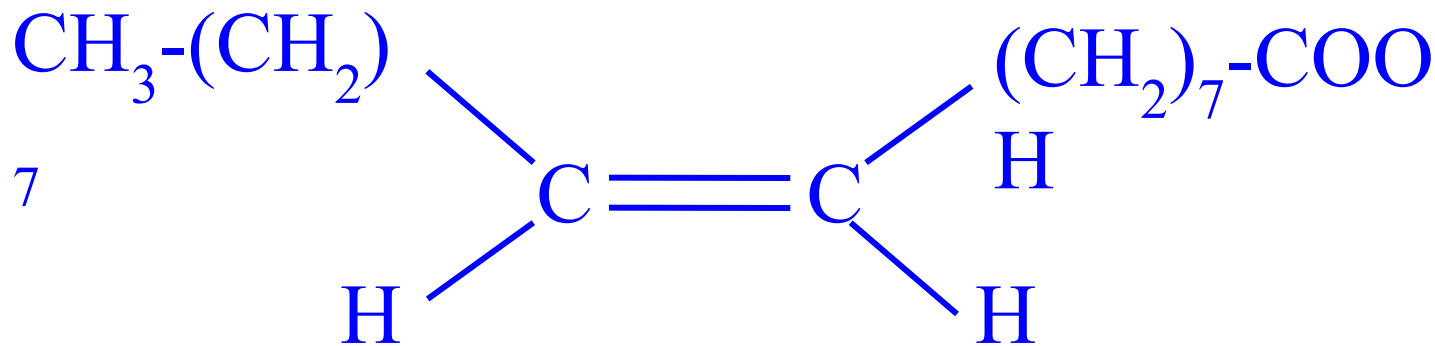
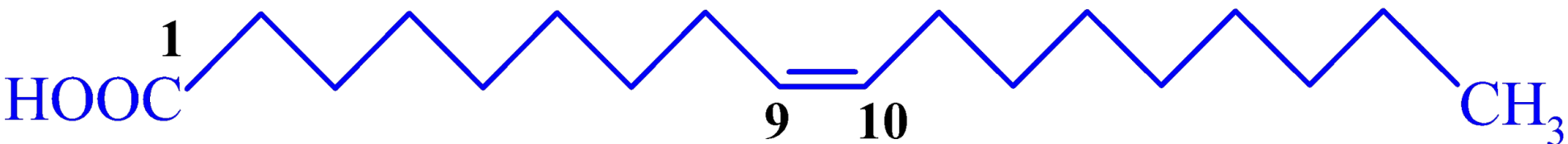
**стеариновая  
кислота**



*Ненасыщенная ВЖК*



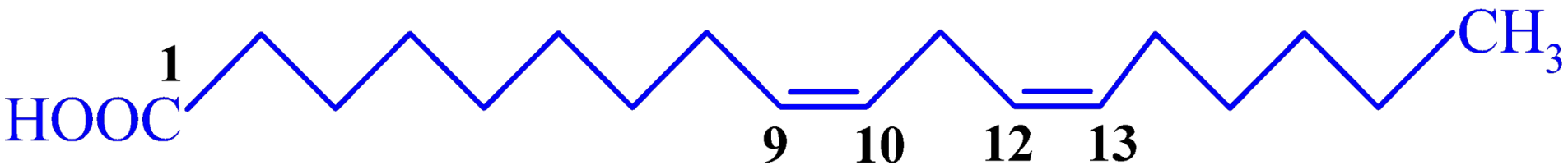
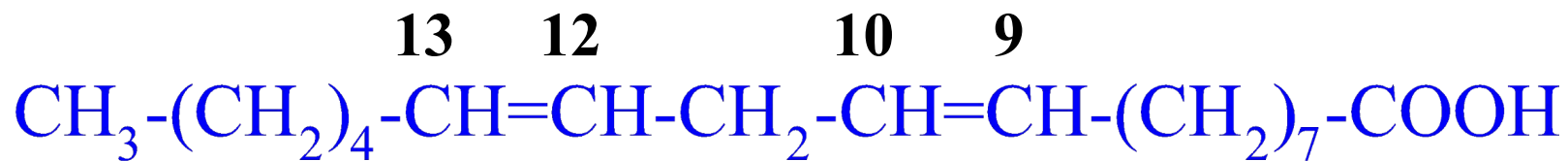
**олеиновая кислота**



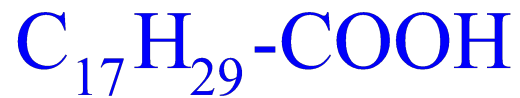
**цис-изомер**

# Полиненасыщенная ВЖК

$C_{17}H_{31}-COOH$     **линолевая кислота**

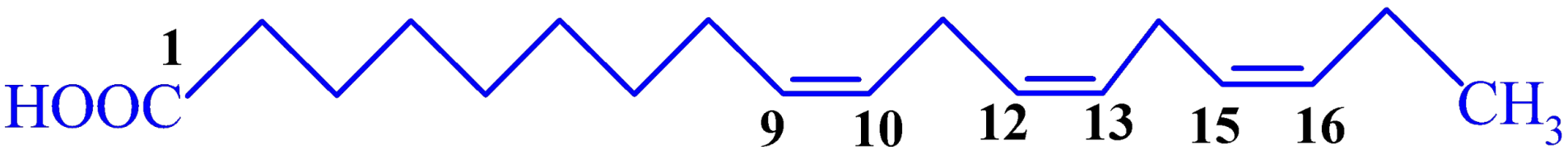


# Полиненасыщенная ВЖК

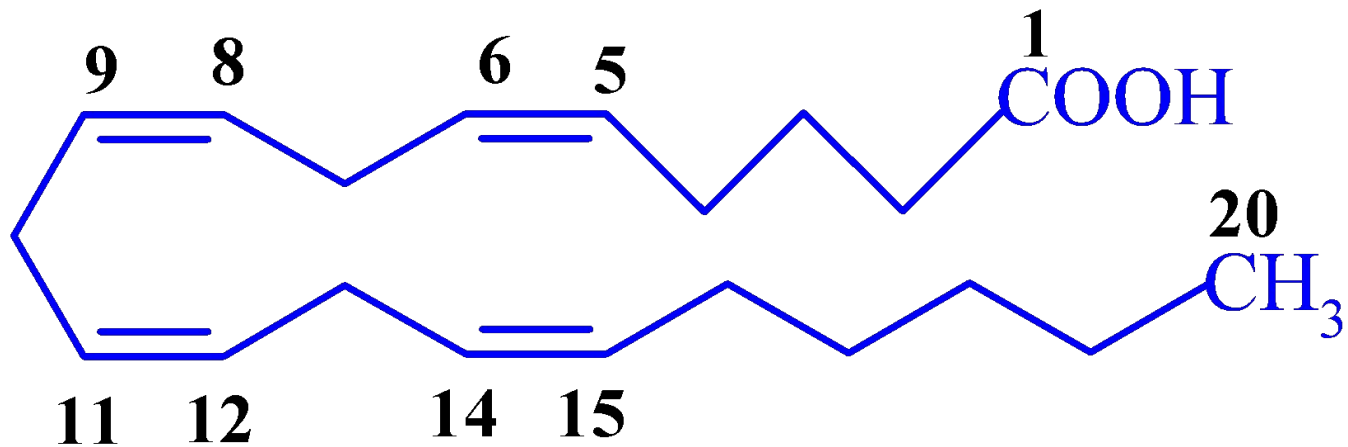


**ЛИНОЛЕНОВАЯ КИСЛОТА**

**16 15 13 12 10 9**



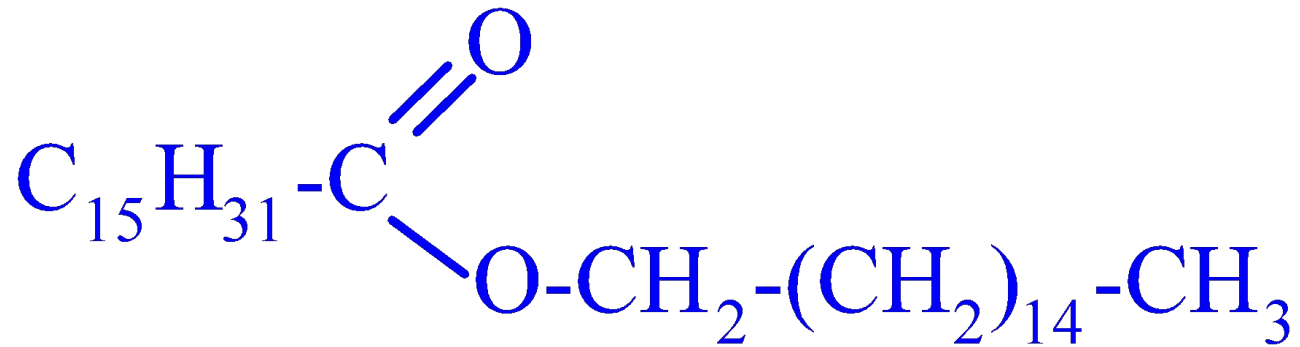
# *Полиненасыщенная ВЖК*



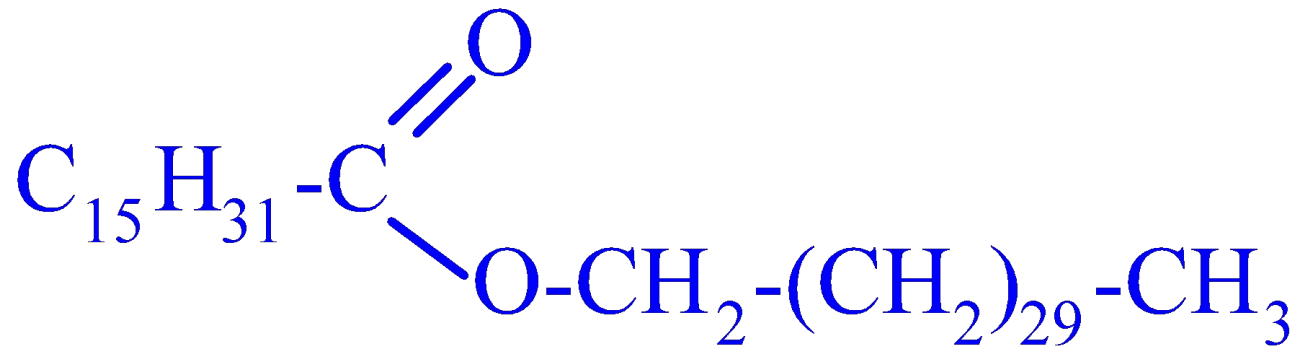
**арахидоновая кислота**

# ПРОСТЫЕ ЛИПИДЫ

*Воска -*



**цетилпальмитат**

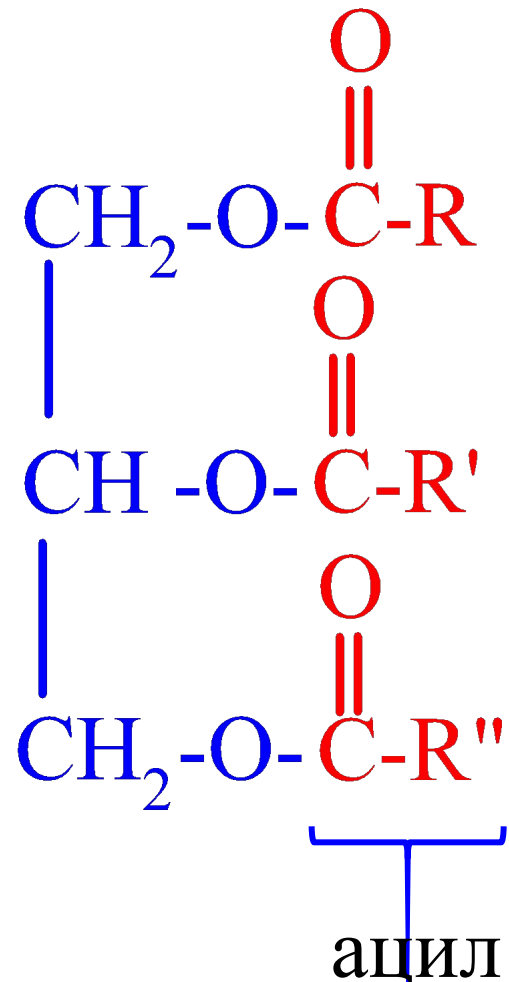


**мирицилпальмитат**



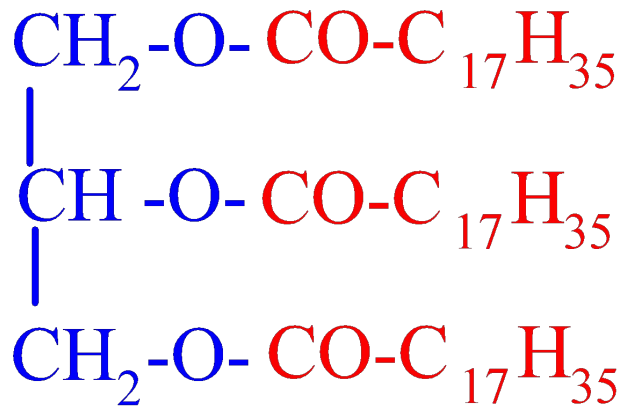
**Жиры и масла (триацилглицерины) - сложные эфиры трехатомного спирта - глицерина и высших карбоновых кислот.**

# Общая формула жиров



# Классификация триацилглицеринов

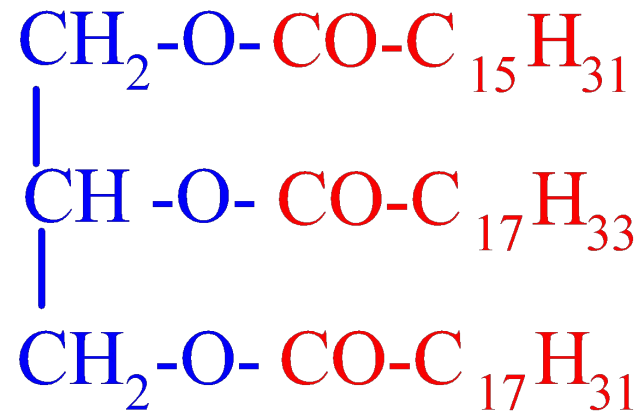
Простые



тристеарин

тристеар**оил**глицерин

Смешанные



$\alpha$ -пальмито- $\beta$ -олео-

$\alpha'$ -линолеин

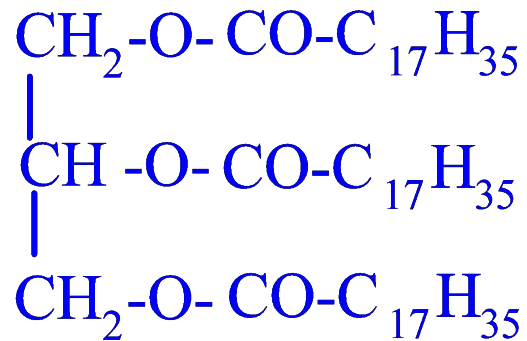
1-пальмит**оил**-2-оле**оил**-  
3-линоле**оил**глицерин

# Классификация жиров по консистенции

## Твердые – жиры

(животного и растительного  
происхождения)

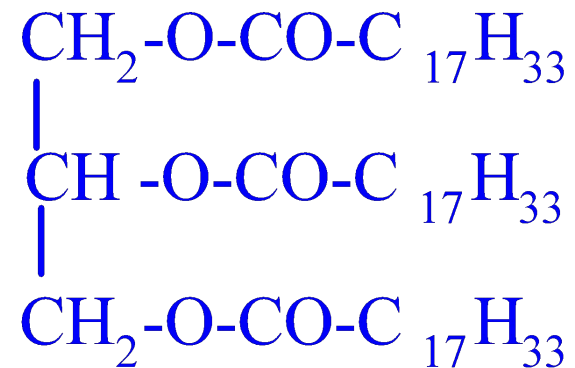
остатки насыщенных ВЖК



## Жидкие – масла

(растительного происхождения)

остатки ненасыщенных ВЖК



# Химические свойства

## жиров

*Реакции гидролиза  
сложноэфирной связи*

- кислотный
- щелочной  
(омыление)

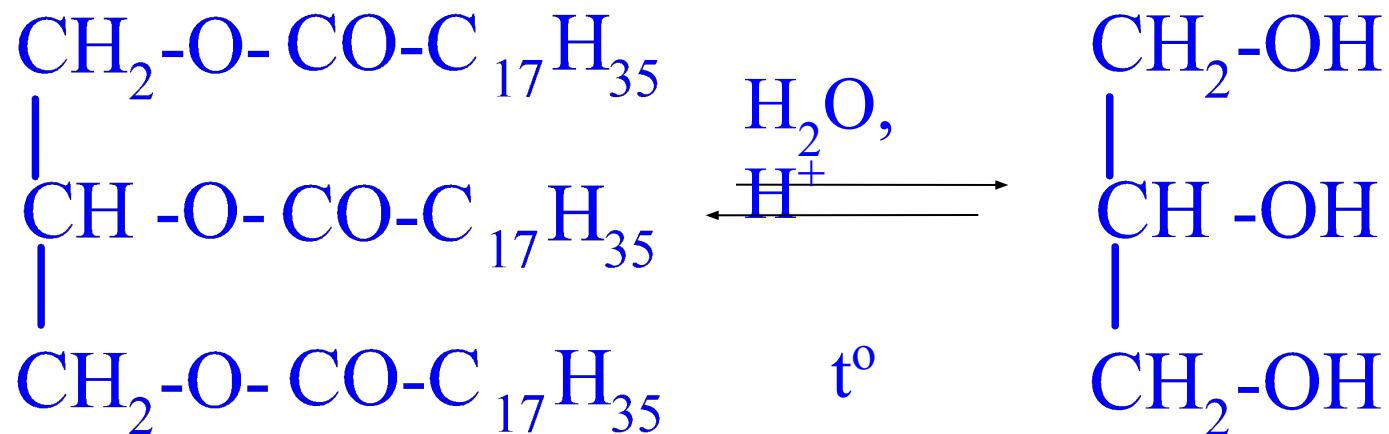
*Реакции присоединения*

- гидрирование
- галогенирование  
(бромирование,  
иодирование)

*Окисление*

- мягкое
- жесткое
- пероксидное  
(прогоркание)

## *Реакции кислотного гидролиза*



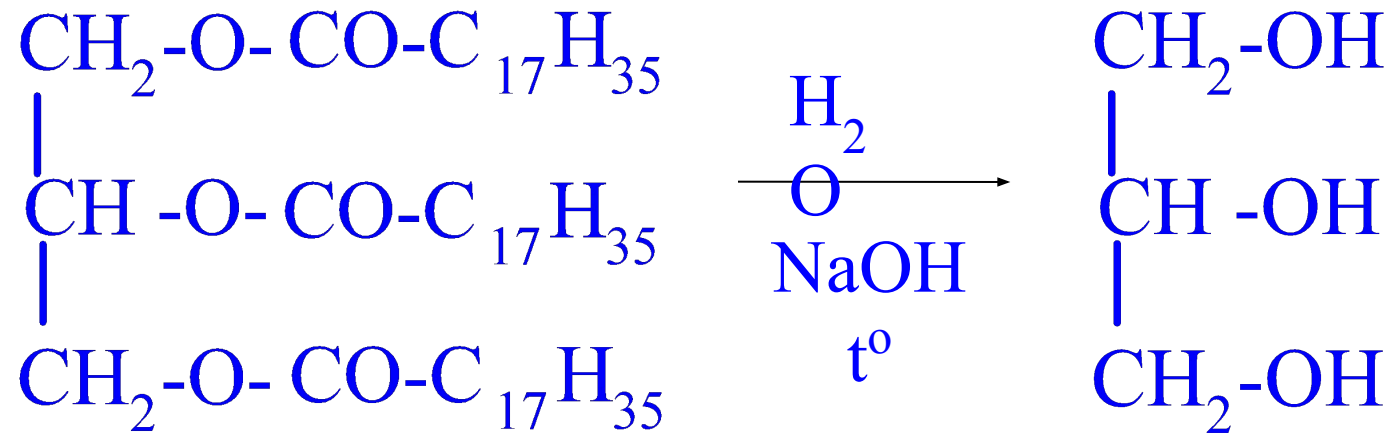
**тристеарин**

**глицерин**

+ 3

**$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{-COOH}$   
стеариновая кислота**

# Реакции щелочного гидролиза (омыление)



**тристеарин**

**глицерин**

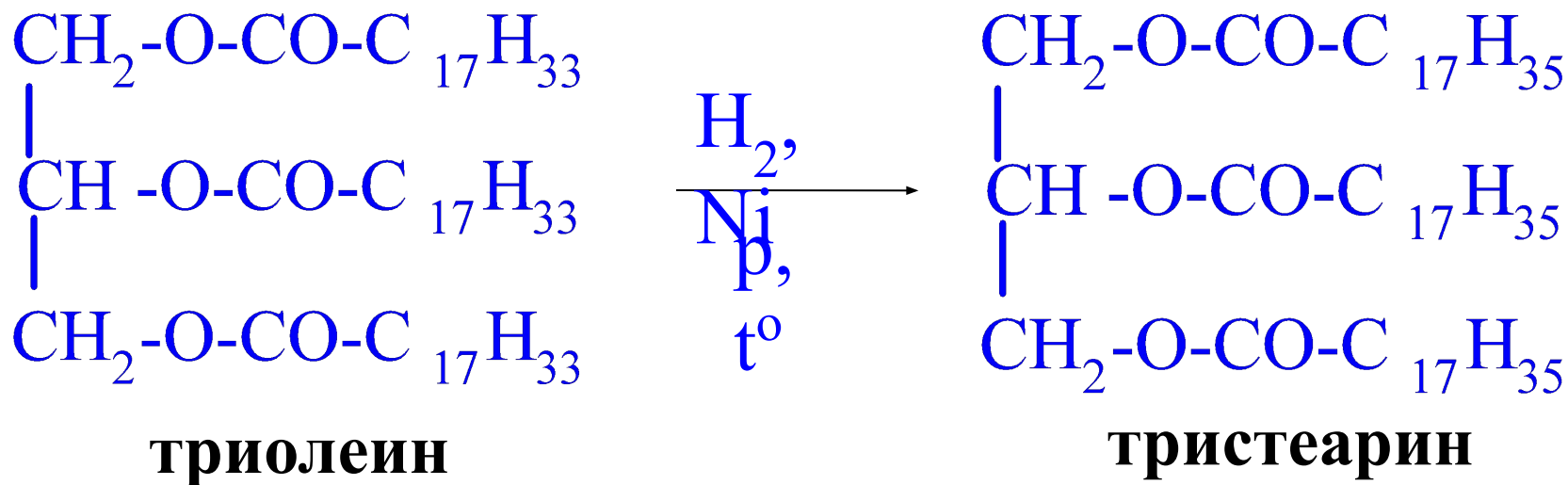


**стеарат натрия**



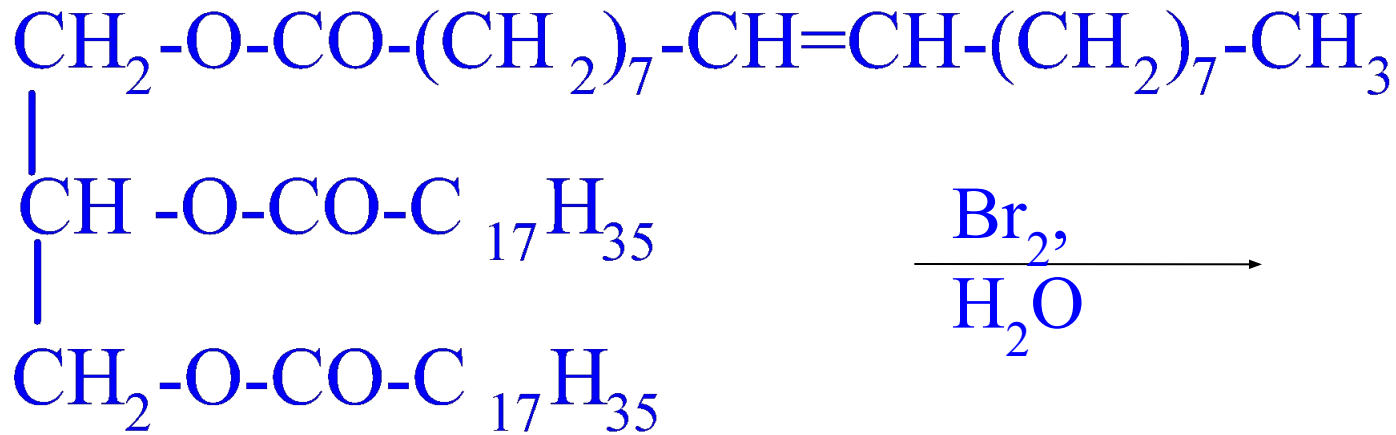
**МЫЛО**

# *Реакция присоединения – гидрирования (гидрогенизации)*

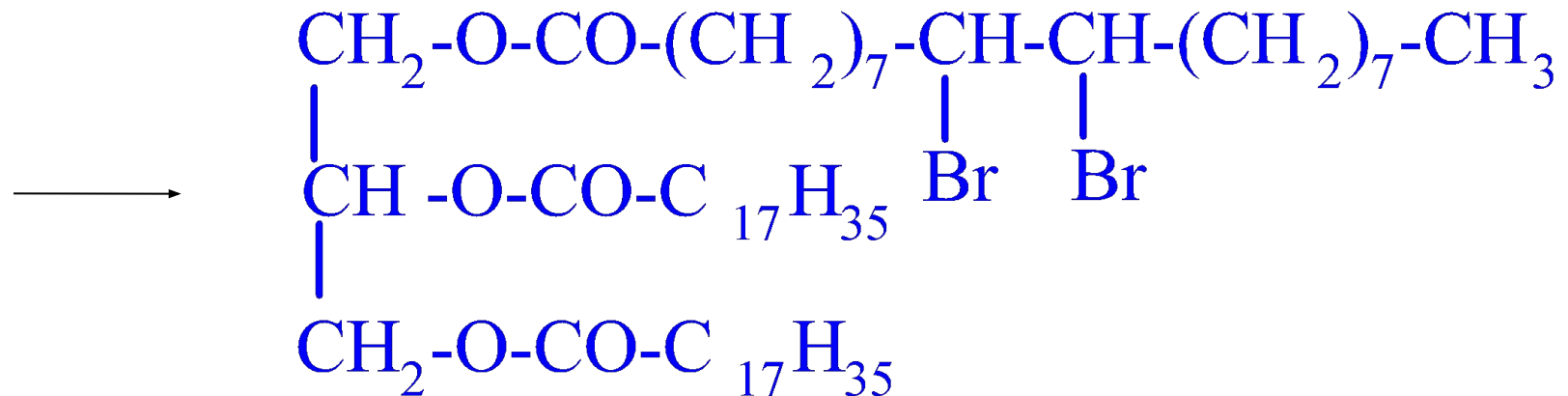




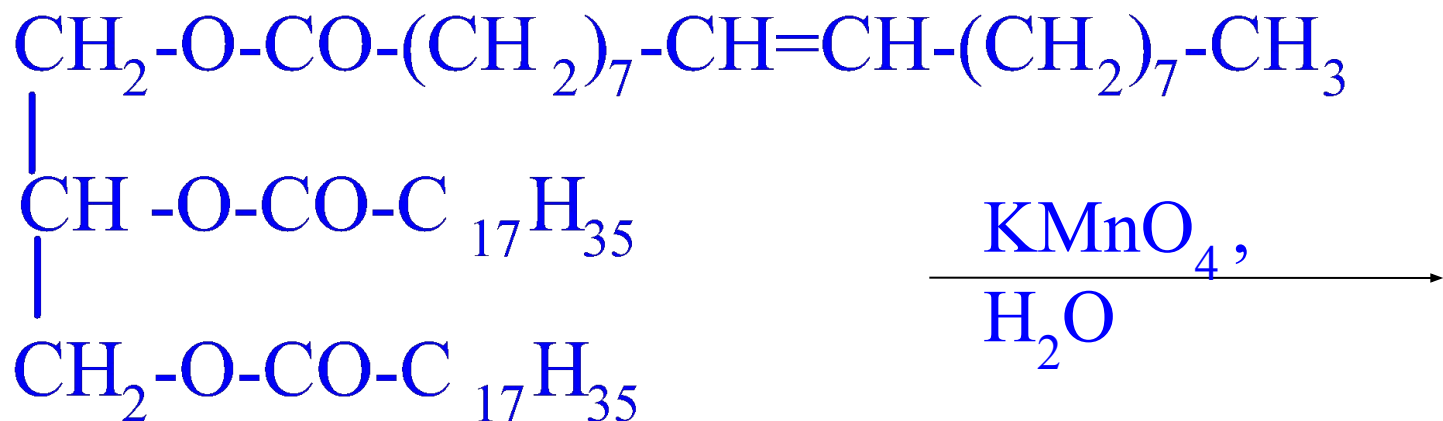
*Реакция присоединения –  
галогенирования (бромирование)*



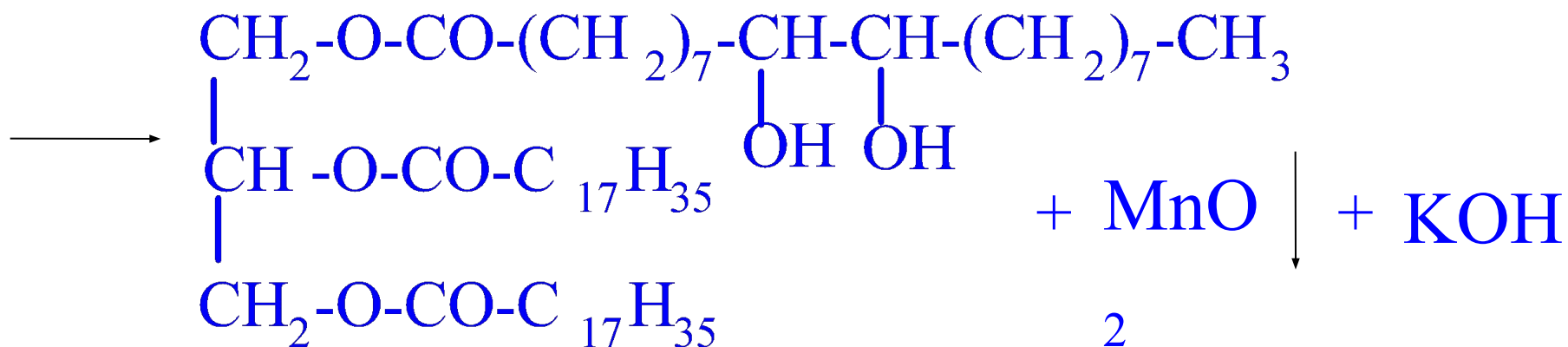
**$\alpha$ -олео- $\alpha'$ , $\beta$ -дистеарин**



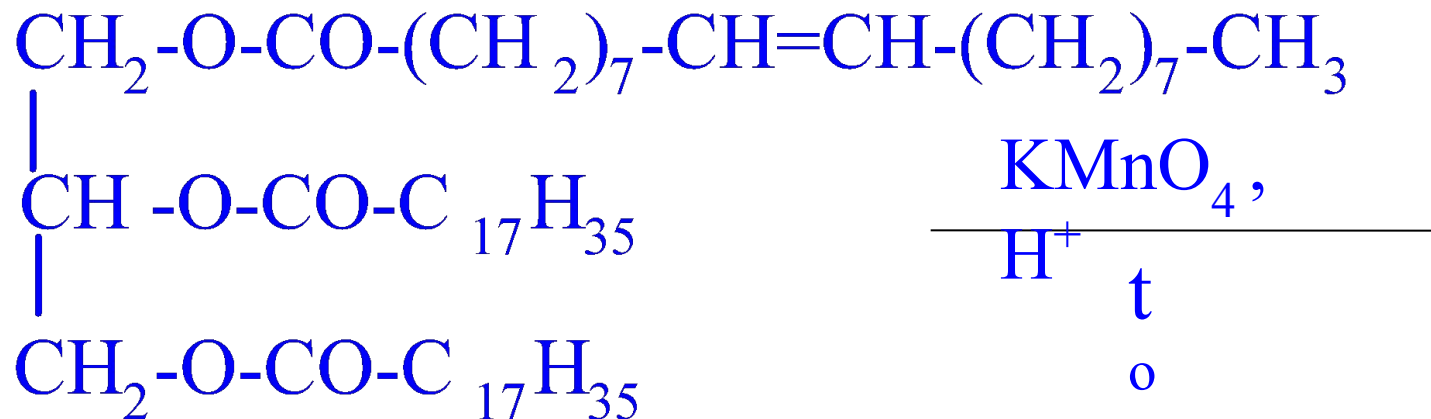
# Реакция мягкого окисления



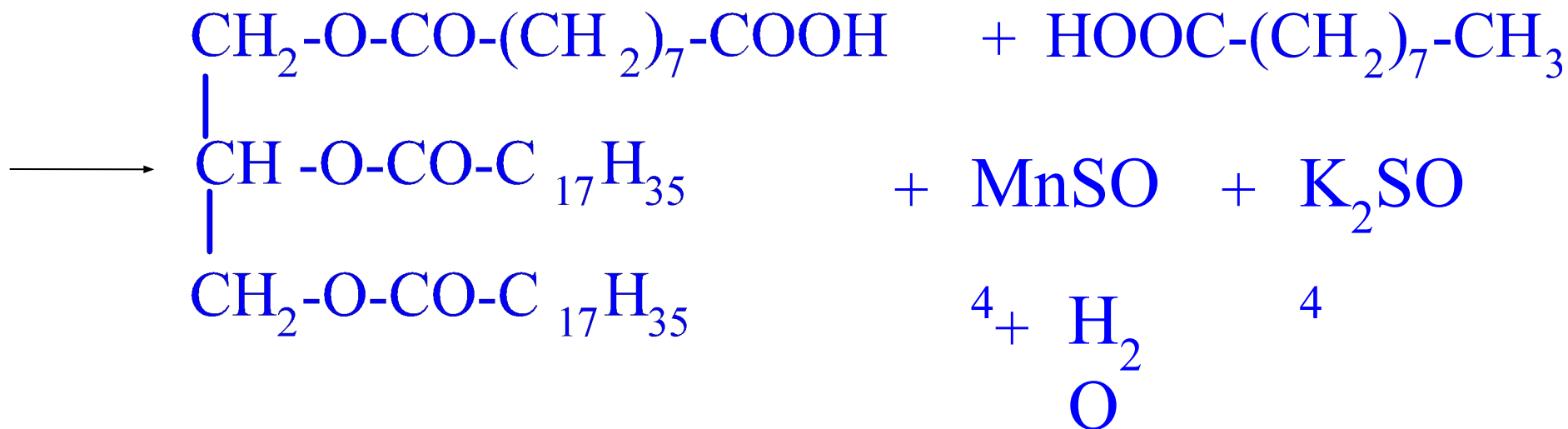
**$\alpha$ -олео- $\alpha'$ , $\beta$ -дистеарин**



# *Реакция жесткого окисления*

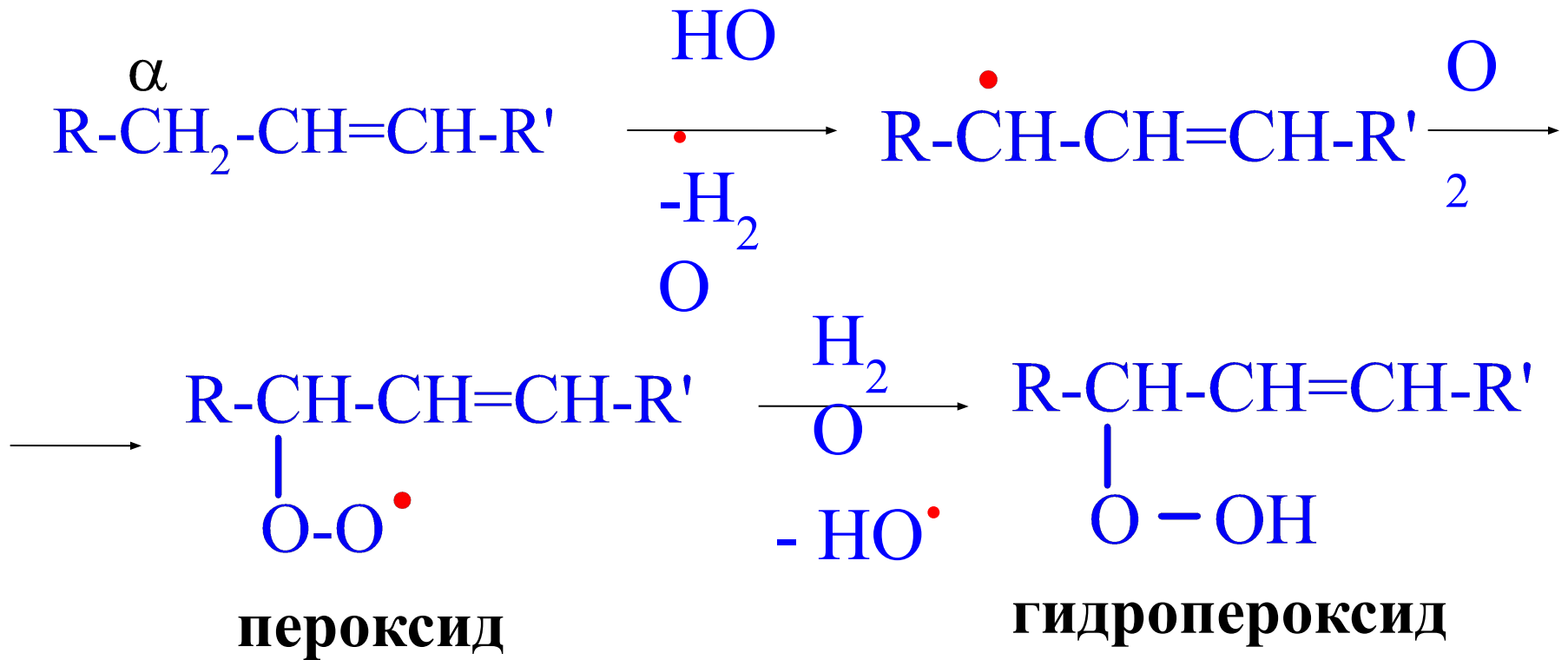


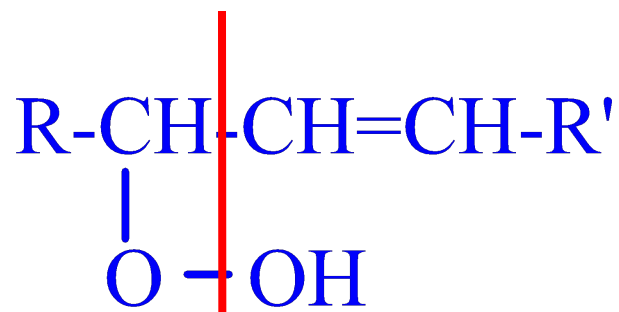
**$\alpha$ -олео- $\alpha'$ , $\beta$ -дистеарин**



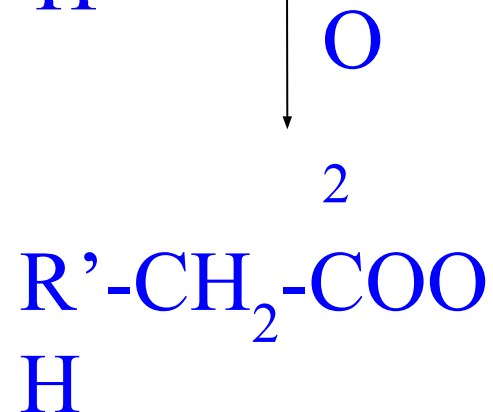
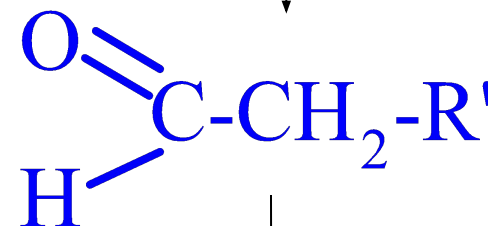
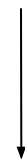
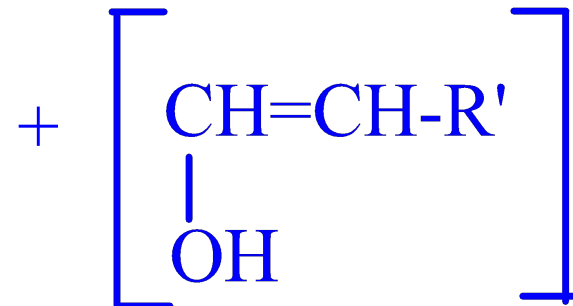
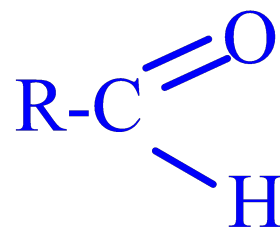
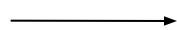
# Реакция пероксидного окисления (прогоркание)

под действием кислорода воздуха при хранении





гидропероксид



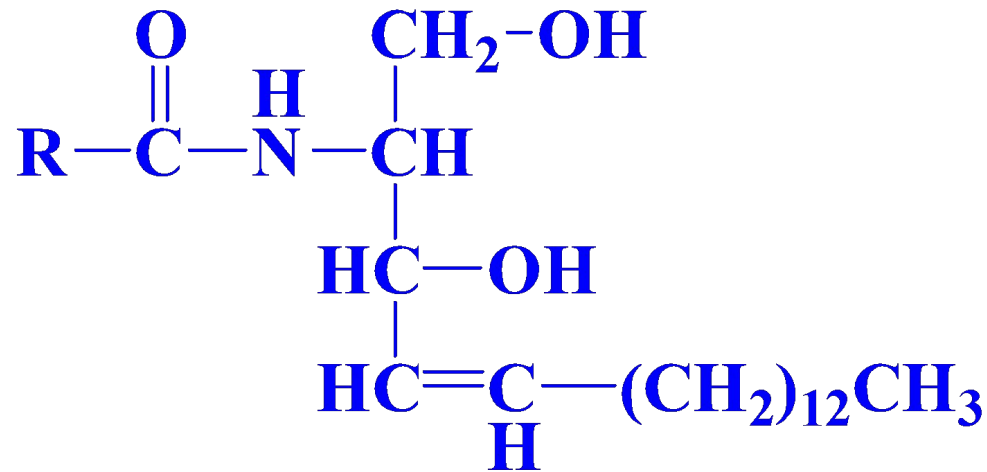
O

2

O

2

Церамиды – N-ацилированные производные спирта сфингозина.

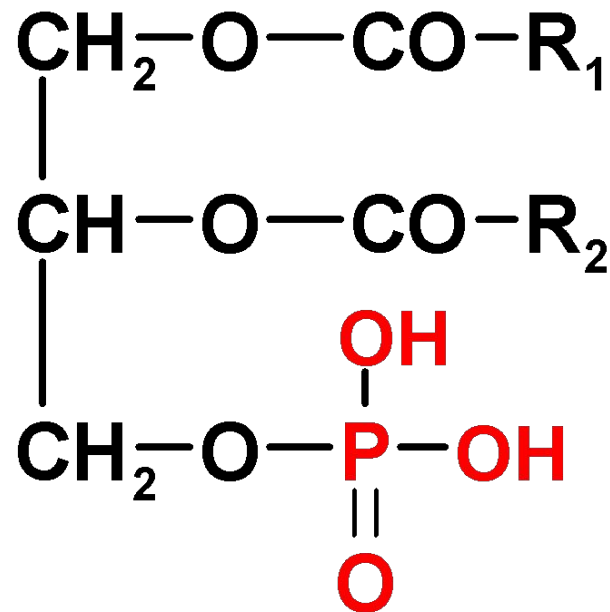


# Сложные липиды

## 1. Фосфолипиды, их функции

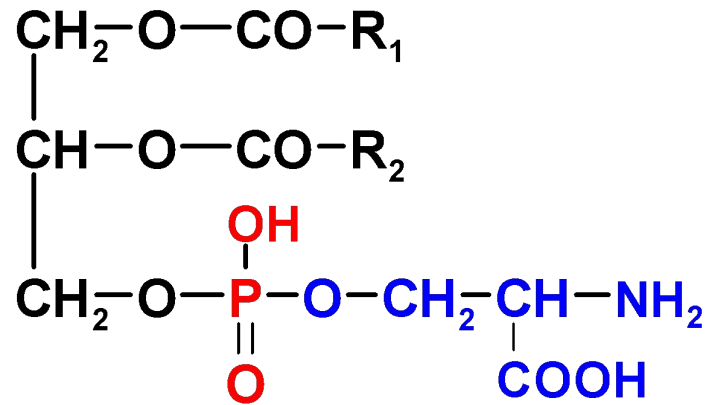
- Структурный компонент клеточных мембран
- Структурный компонент транспортных липопротеинов
- Энергетический материал клеток
- Регулятор

- В группу фосфолипидов входят глицерофосфолипиды и некоторые сфинголипиды.
- Являются производными фосфатидовой кислоты (L-глицеро-3-фосфата).

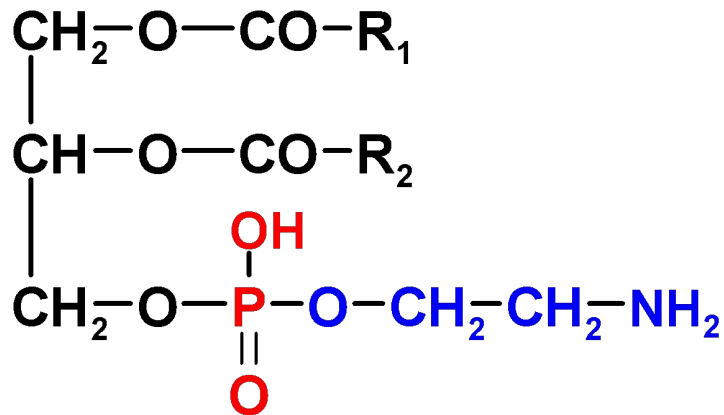




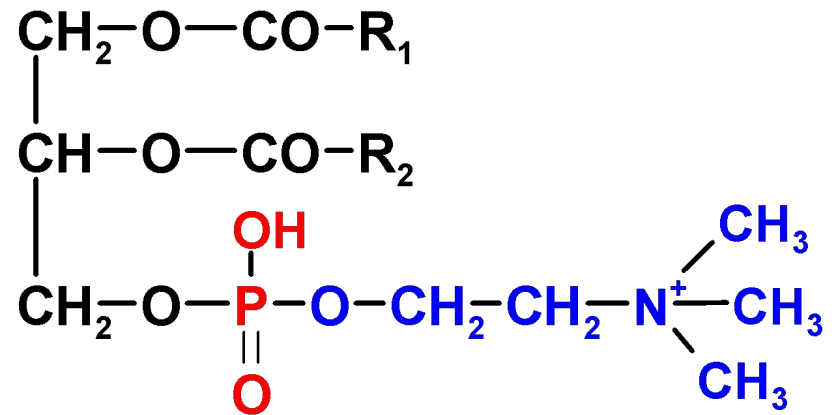
# Глицерофосфолипиды



фосфатидилсерин  
(серинкефалин)

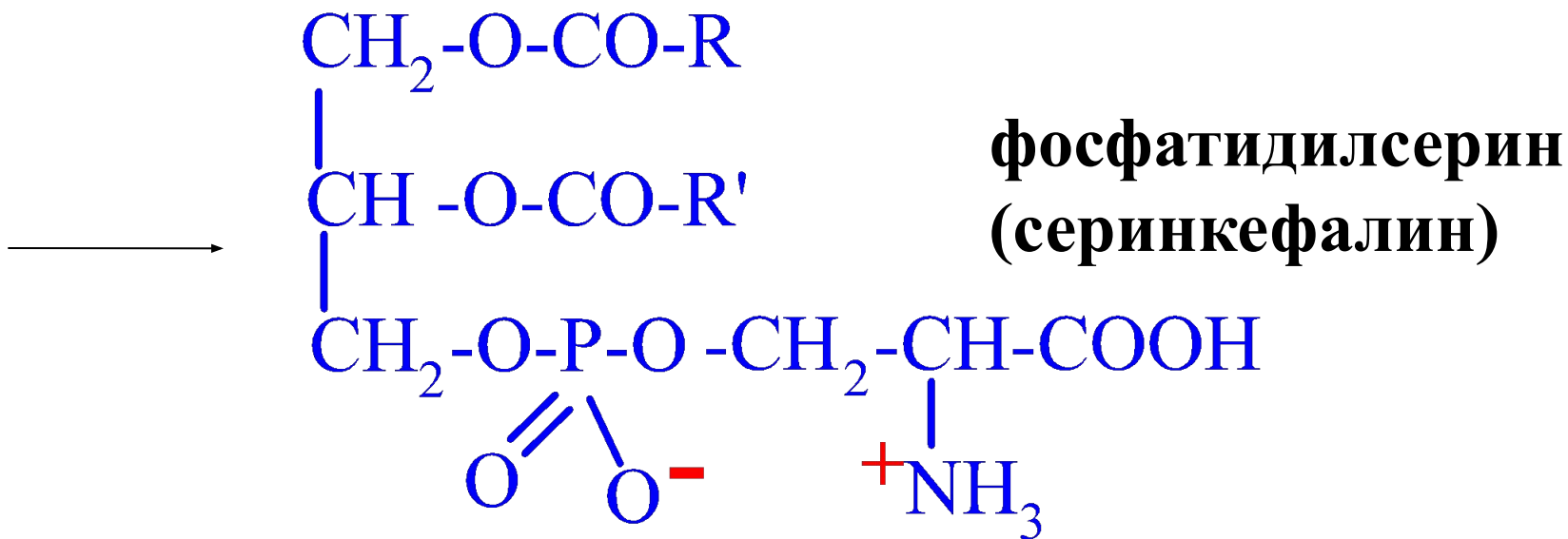
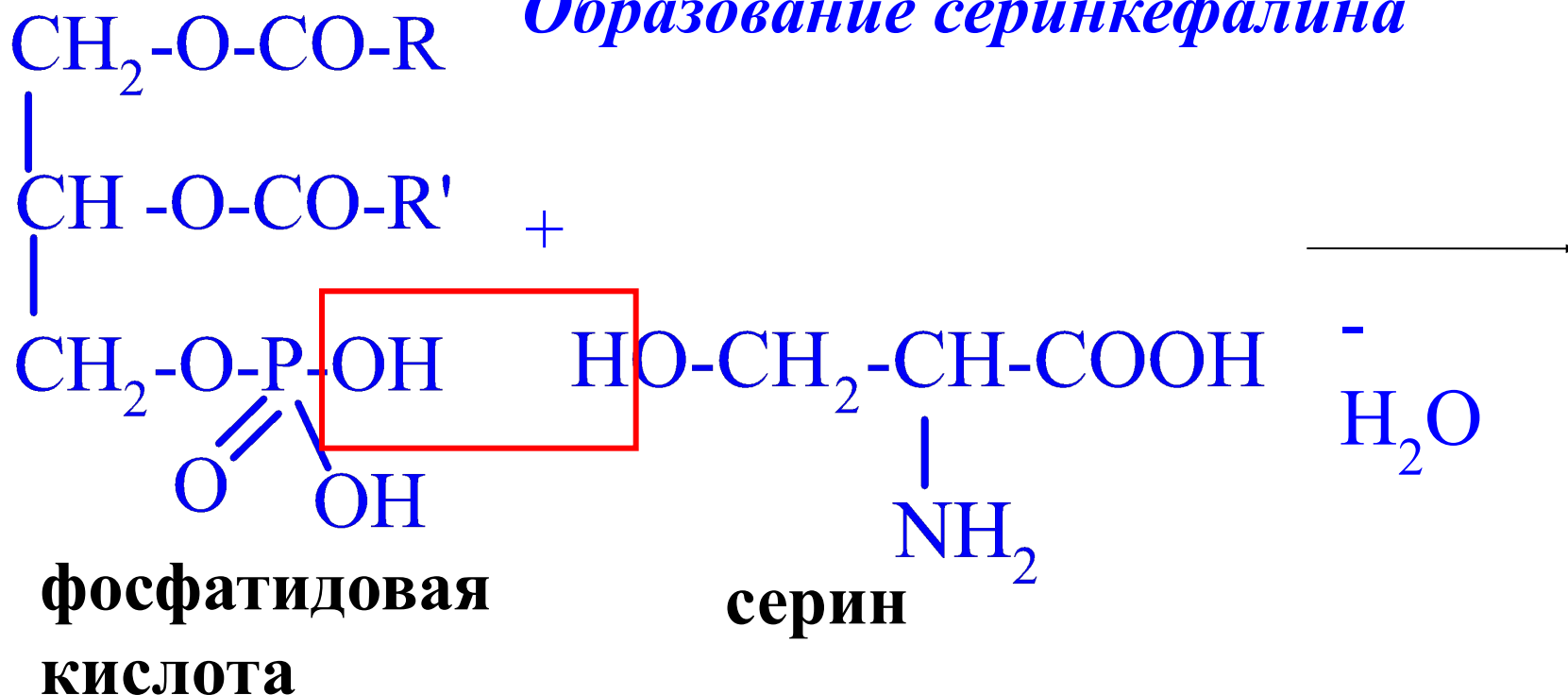


фосфатидилэтаноламин  
(кефалин)



фосфатидилхолин  
(лецитин)

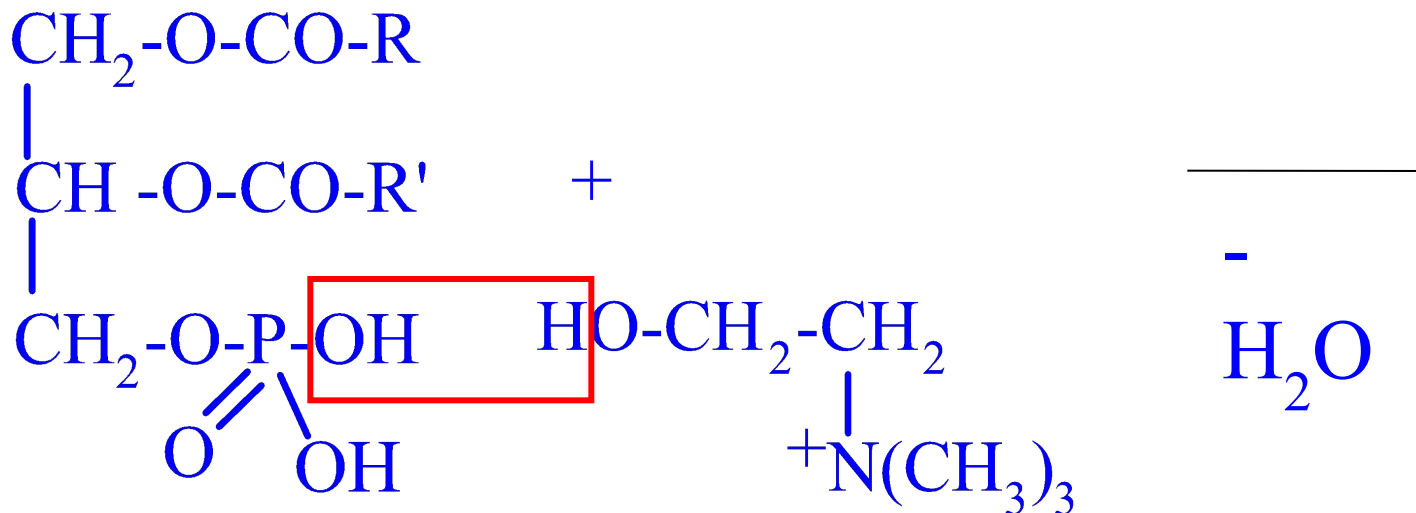
# Образование серинкефалина







## Образование лецитина

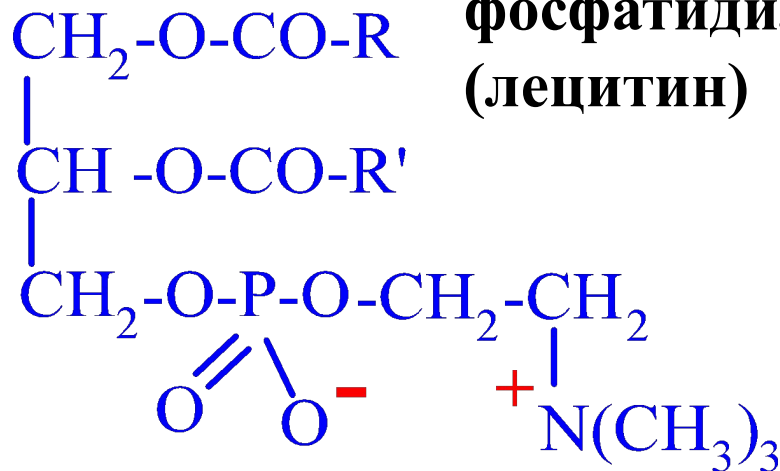
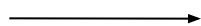


**фосфатидовая**

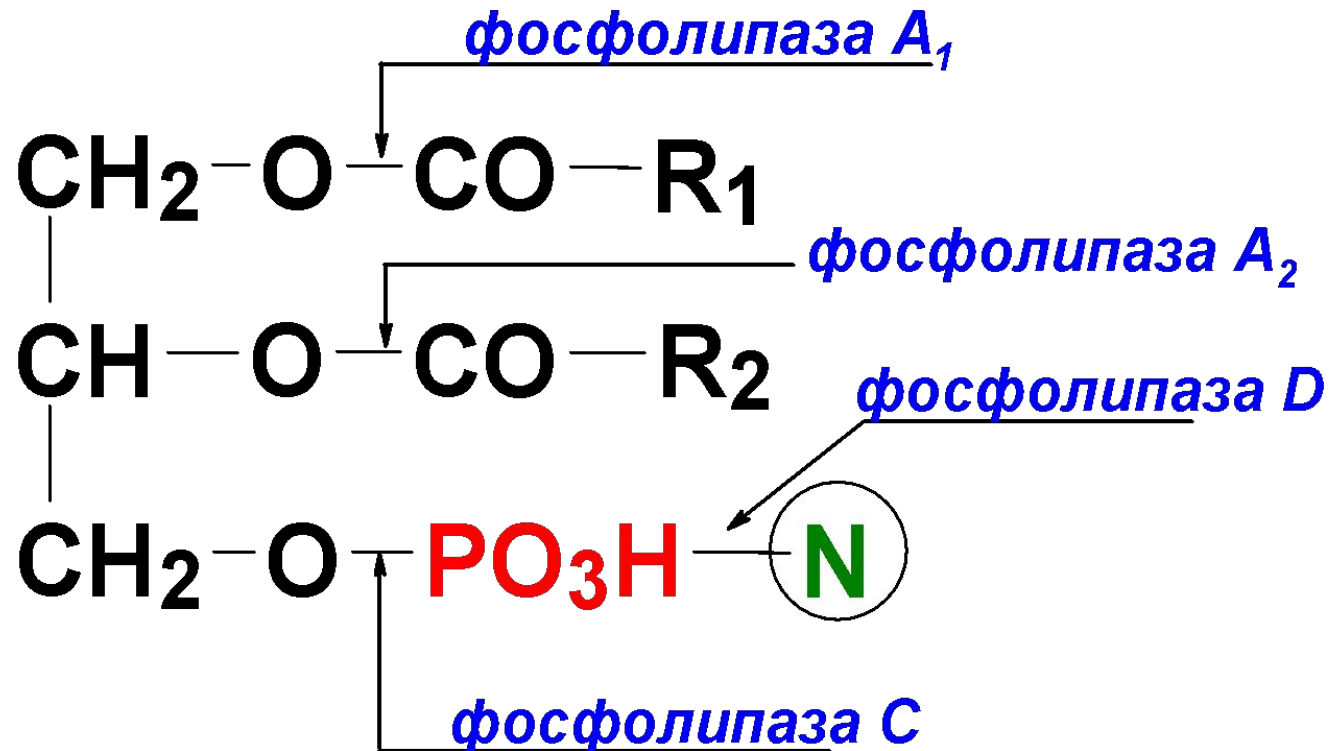
**ХОЛИН**

**кислота**

**фосфатидилхолин  
(лецитин)**



# Переваривание фосфолипидов

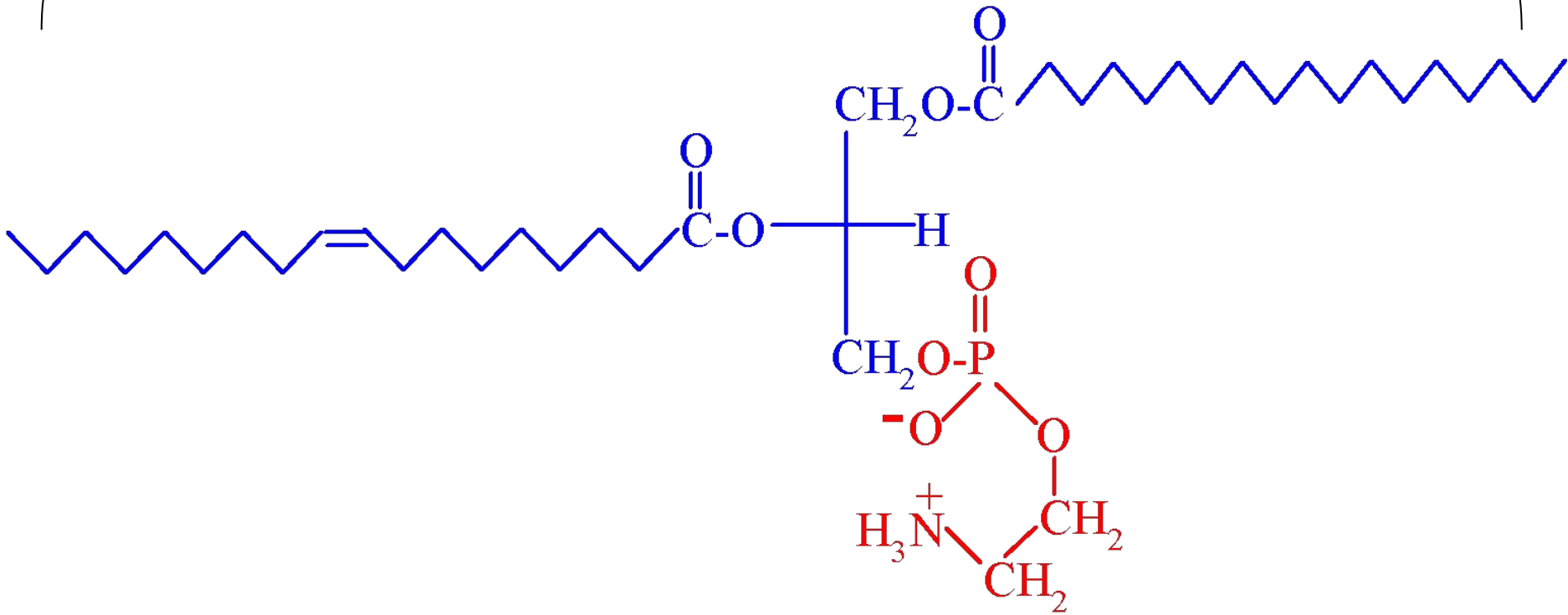


R<sub>1</sub>-COOH – насыщенная ЖК

R<sub>2</sub>-COOH – ненасыщенная  
ЖК

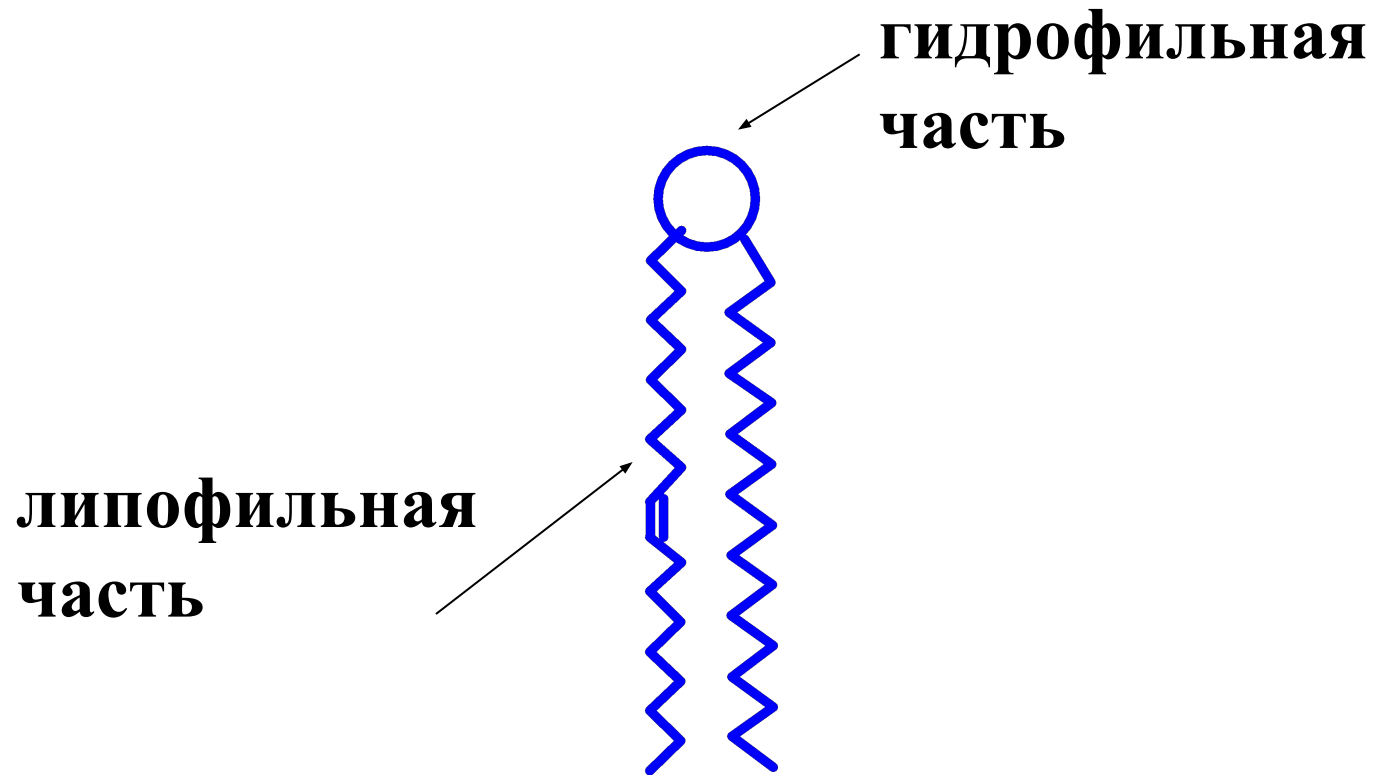


**липофильная часть**

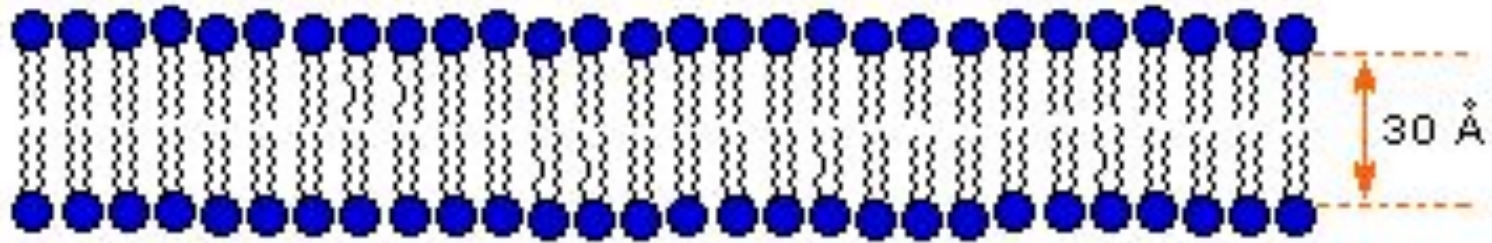


**гидрофильная  
часть**



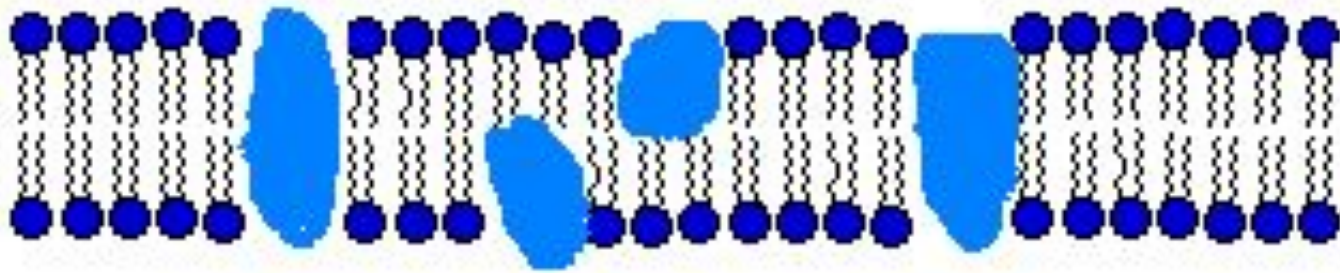


# *Липидный бислой*



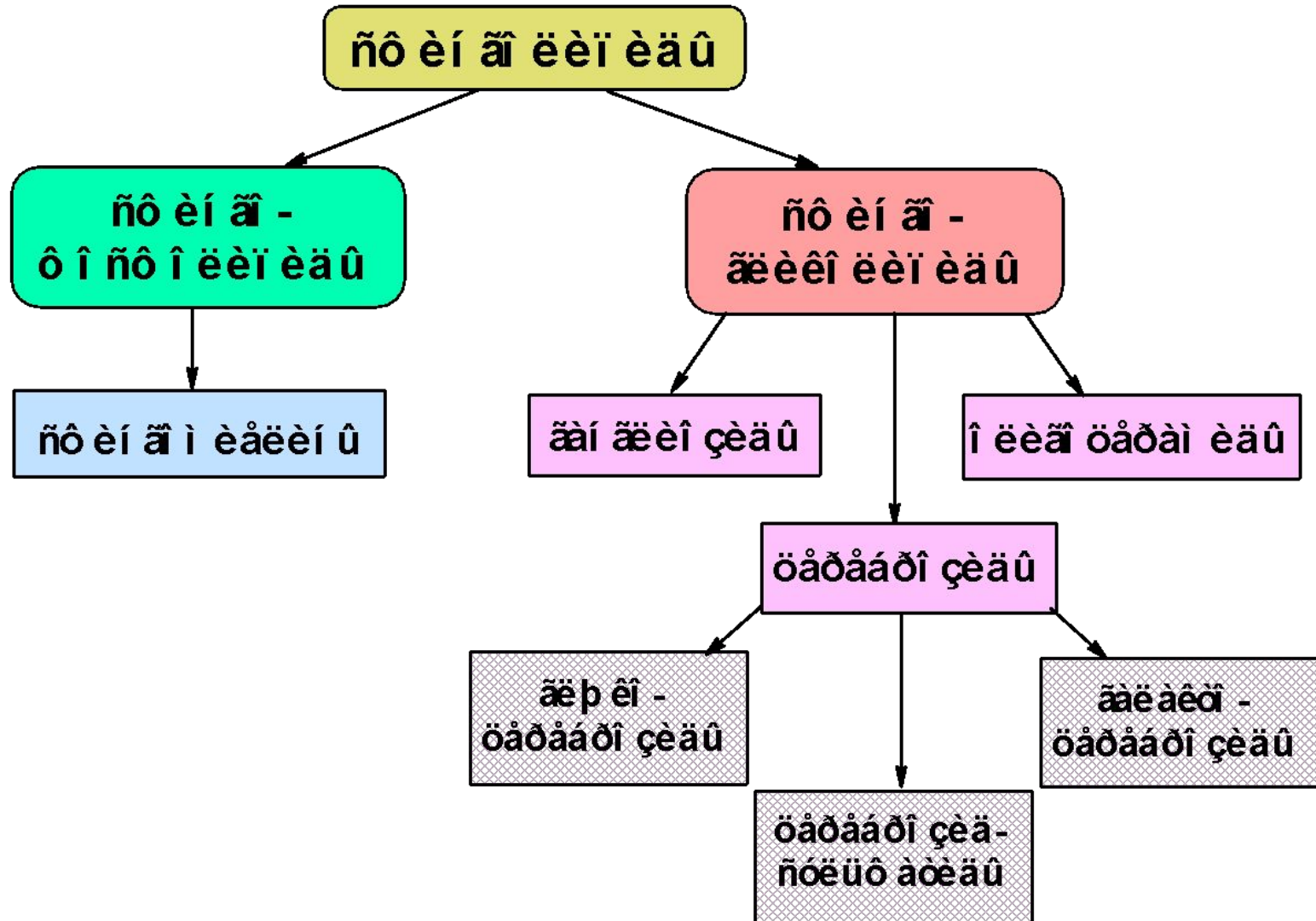


# *Жидкомозаичная модель клеточной мембраны*



**молекулы белка**

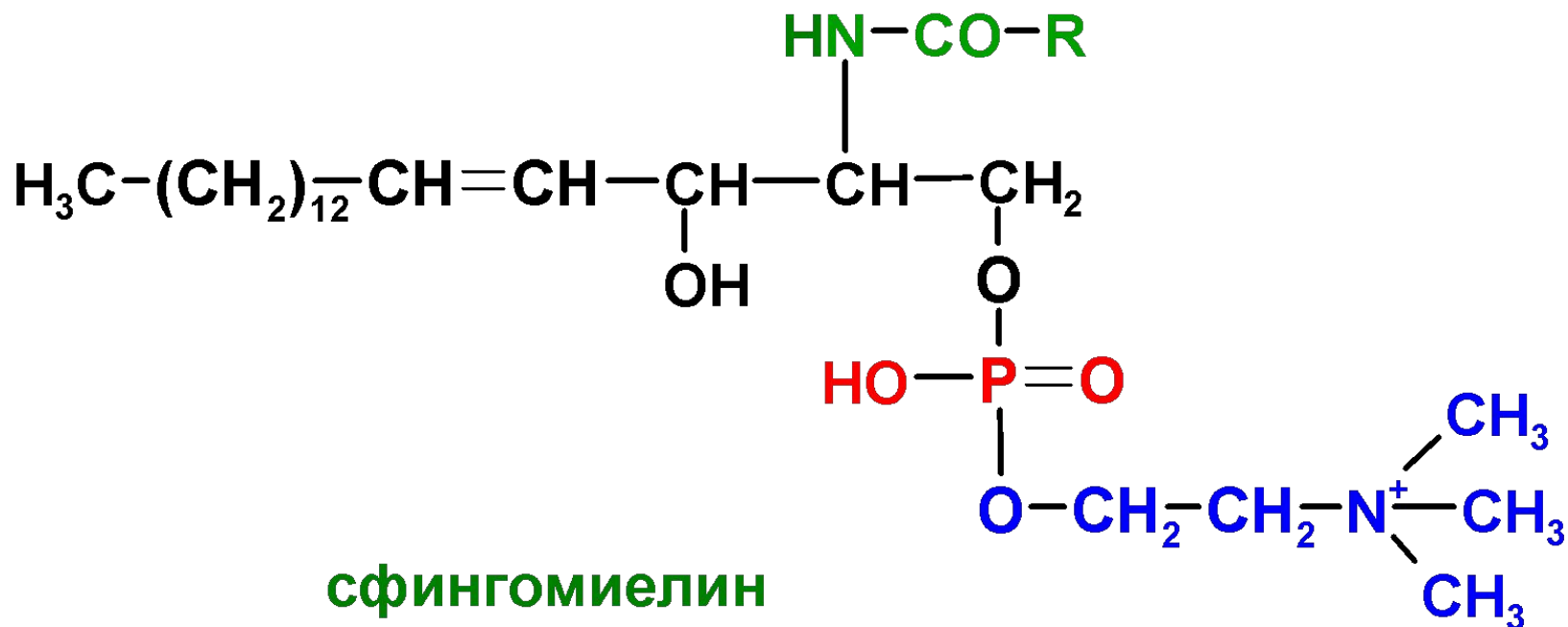
# Классификация сфинголипидов



# Функции сфинголипидов

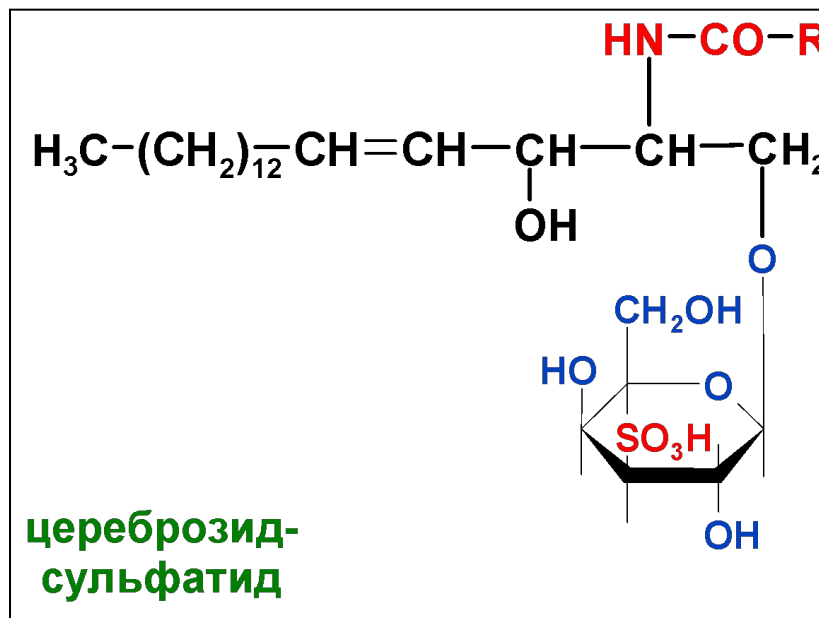
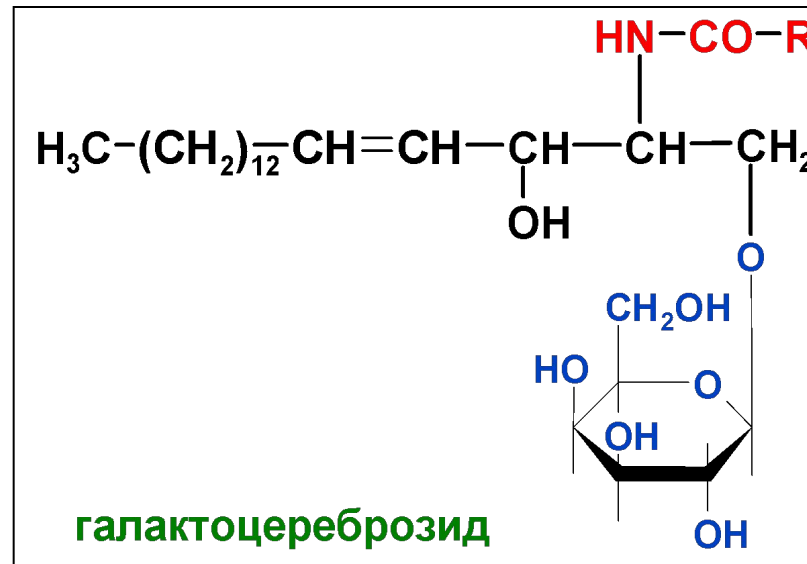
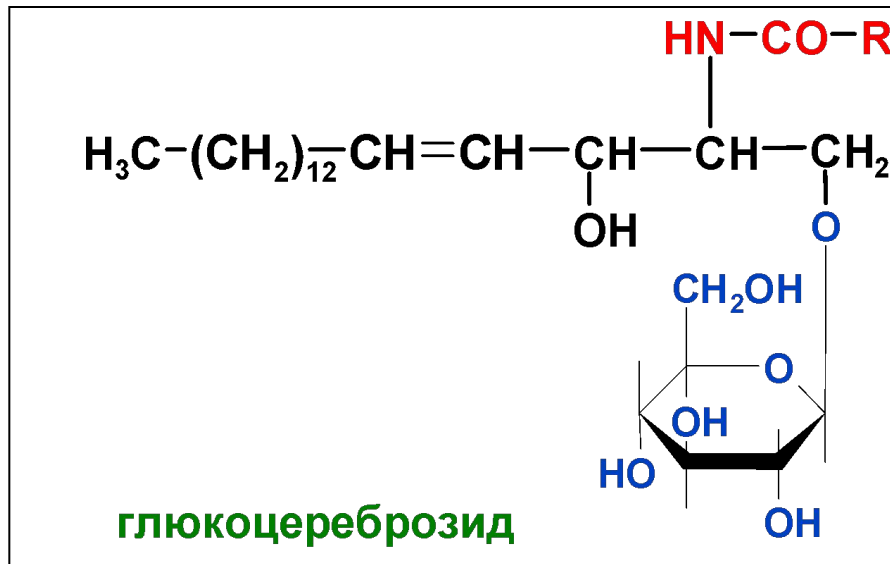
- Структурный компонент клеточных мембран, обеспечивающий выполнение мембранами функций
- Изолирующий компонент мембран нервных клеток
- Рецепторный аппарат клеток
- Энергетический материал

# Строение сфингофосфолипидов



# Строение гликолипидов (сфингогликолипидов)

## Цереброзиды

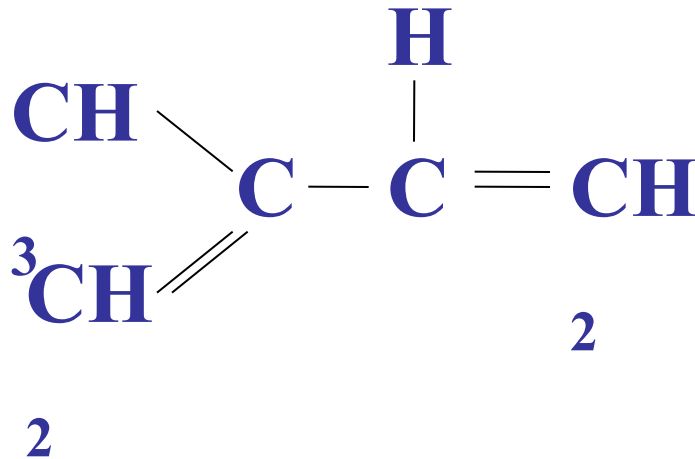
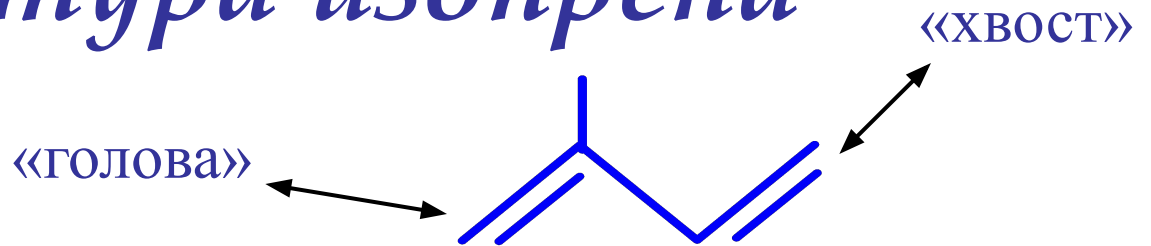




# Терпеноиды

- это большой класс природных соединений с общей формулой  $(C_5H_8)_n$ , где  $n > 2$

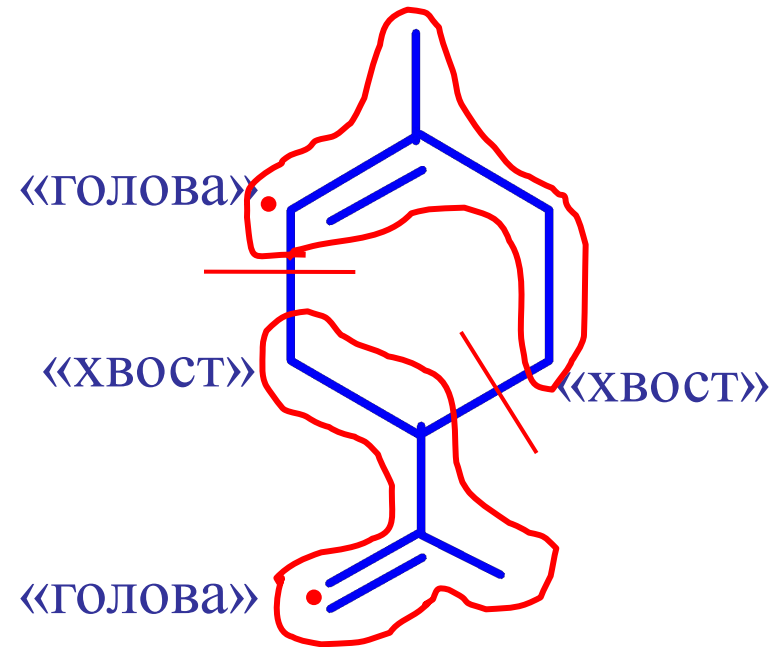
# Структура изопрена



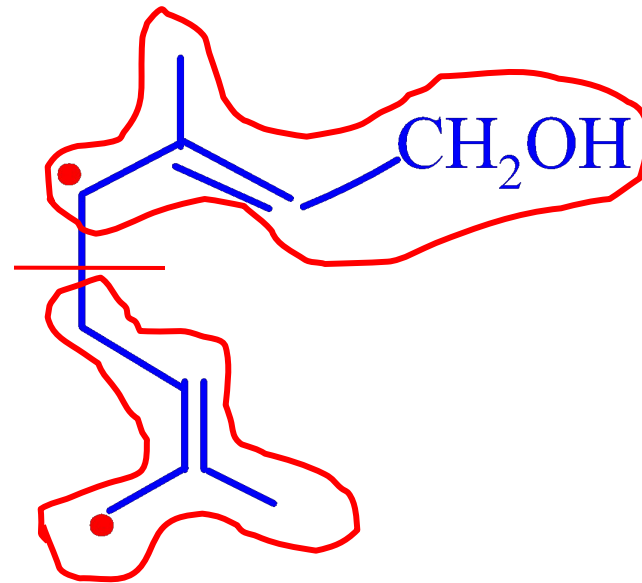
Разветвленный конец  
изопреновой единицы –  
**голова**

неразветвленный конец  
изопреновой единицы –  
**хвост**

# Изопреновое правило (Л. Ружичка)



ЛИМОНЕН



гераниол

# Классификация терпенов $(C_5H_8)_n$

## Терпены

```
graph TD; A[Терпены] --> B[• монотерпены (n=2)  
• сесквитерпены (n=3)  
• дитерпены (n=4)  
• тритерпены (n=6)  
• тетратерпены (n=8)  
• политерпены (n>8)]; A --> C[• ациклические  
• моноциклические  
• бициклические  
• полициклические]
```

- монотерпены (n=2)
- сесквитерпены (n=3)
- дитерпены (n=4)
- тритерпены (n=6)
- тетратерпены (n=8)
- политерпены (n>8)

- ациклические
- моноциклические
- бициклические
- полициклические

# Монотерпены –

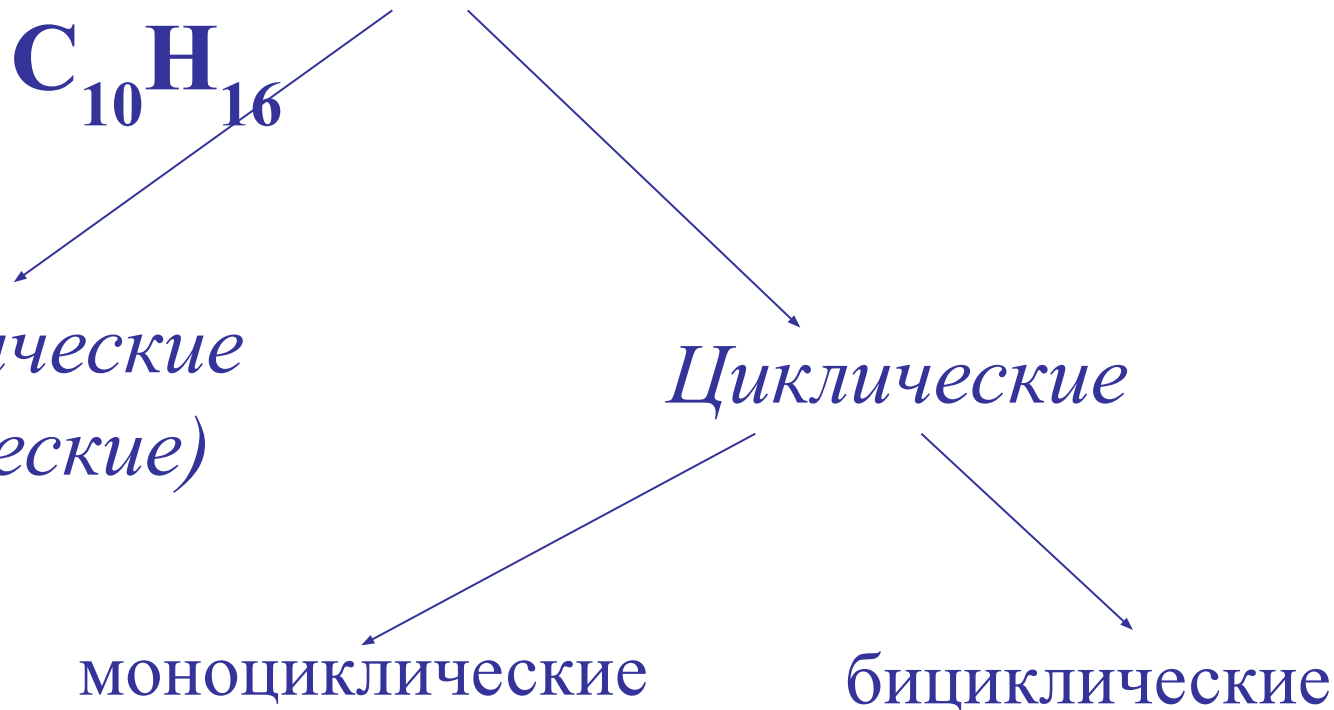


*Алифатические  
(ациклические)*

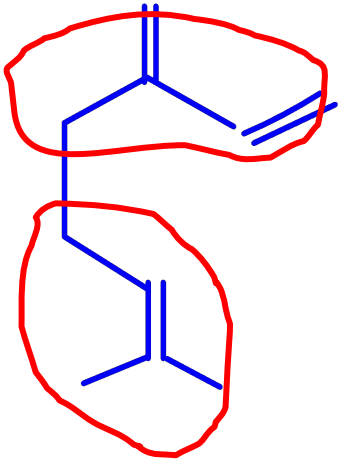
*Циклические*

МОНОЦИКЛИЧЕСКИЕ

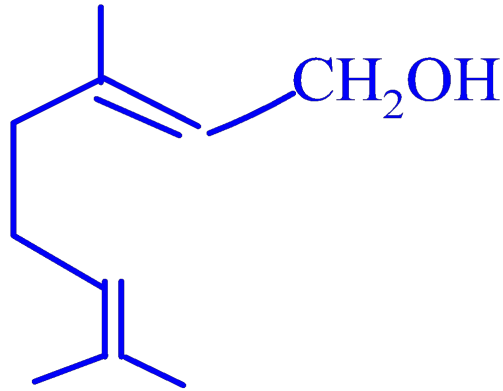
БИЦИКЛИЧЕСКИЕ



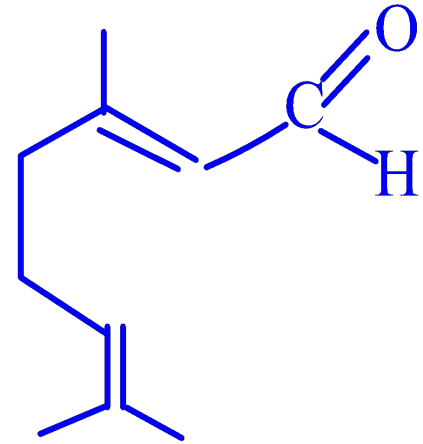
# Ациклические терпены



мирцен

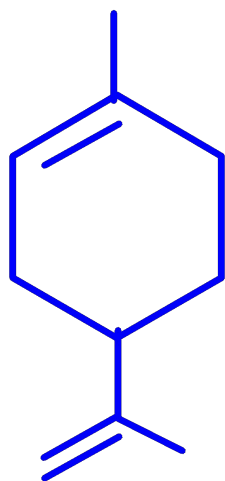


гераниол

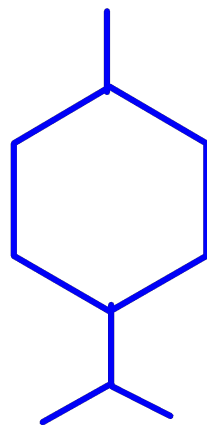
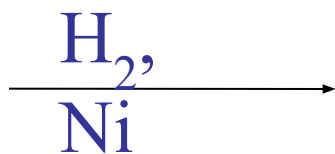


гераниаль  
(цитраль)

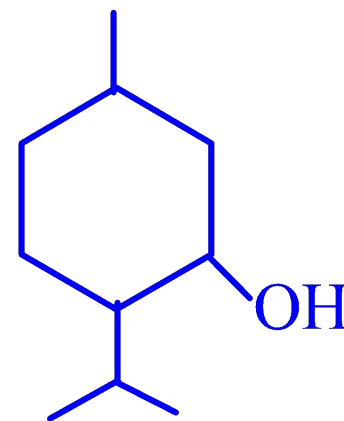
# *Моноциклические терпены*



**ЛИМОНЕН**

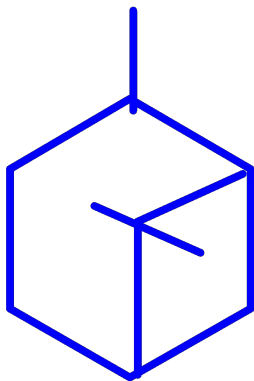


**МЕНТАН**

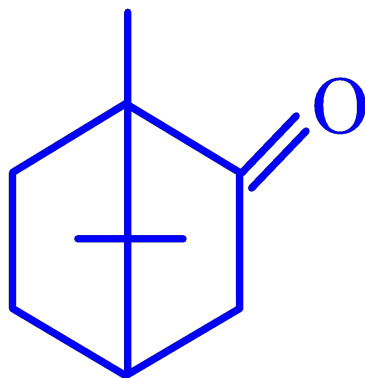


**МЕНТОЛ**

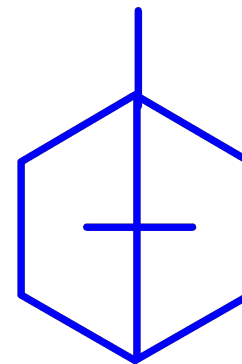
# *Бициклические терпены*



**пинан**



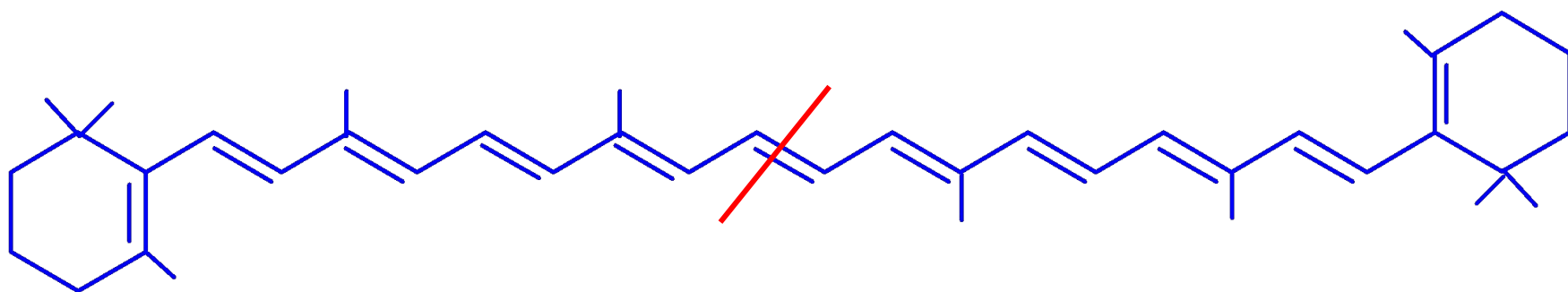
**камфора**



**камфан**



## Тетратерпены



**β-каротин**

# Дитерпены

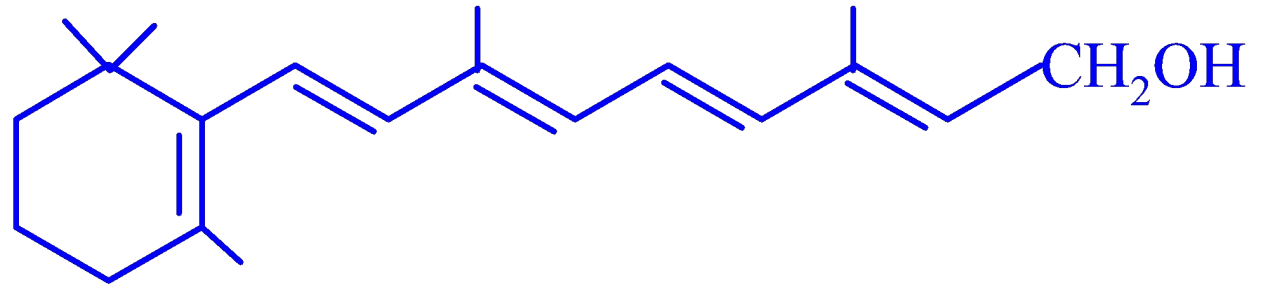
## *Витамин А*



**$\beta$ -каротин**

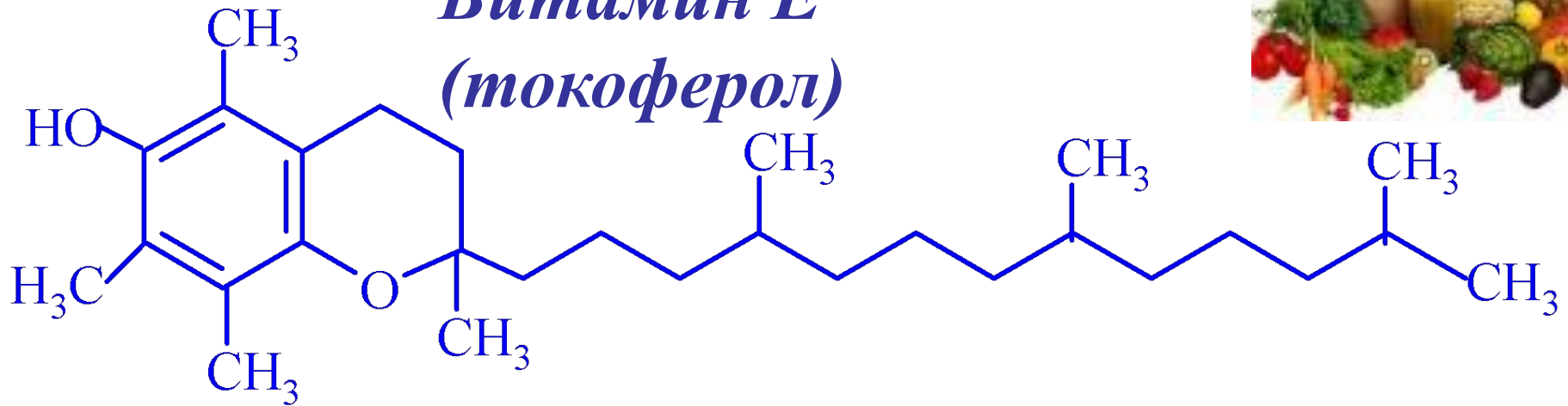


2



Применение: гиповитаминоз и авитаминоз А,  
инфекционные заболевания,  
заболевания кожи,  
заболевания глаз,  
эпителиальные опухоли и лейкозы мастопатия и др..

# *Витамин Е* *(токоферол)*



## **Значение витамина Е (токоферола):**

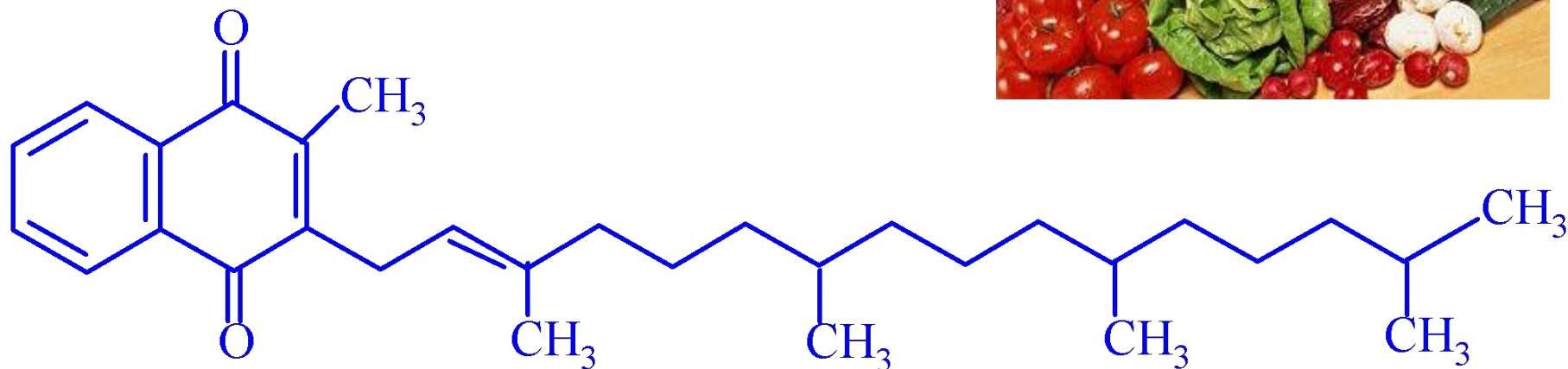
- вещество-антиоксидант
- Замедляет процесс старения клеток
- Способствует обогащению крови кислородом
  - Улучшает питание клеток
  - Укрепляет стенки кровеносных сосудов
- Защищает красные кровяные тельца от вредных токсинов
- Предотвращает образование тромбов и способствует их рассасыванию
  - Укрепляет сердечную мышцу

## **Источники витамина Е (токоферола):**

Орехи, масла, шпинат, подсолнечное масло и семечки, цельные зерна

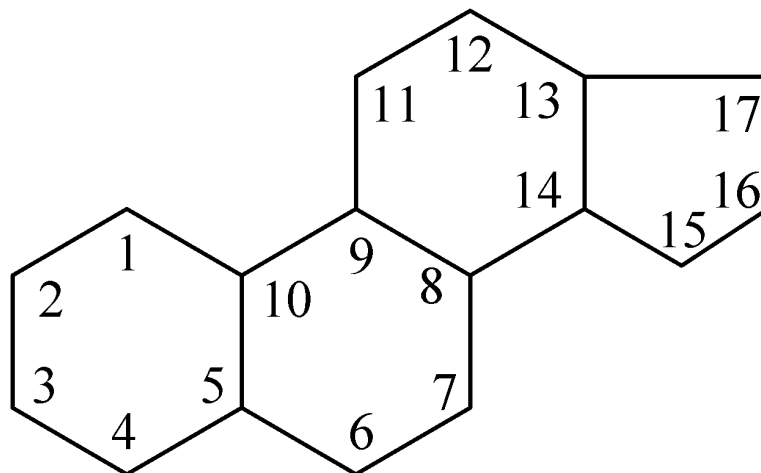
# *Витамин K<sub>1</sub>*

производное 1,4-нафтохинона



стимулирует свертывание крови

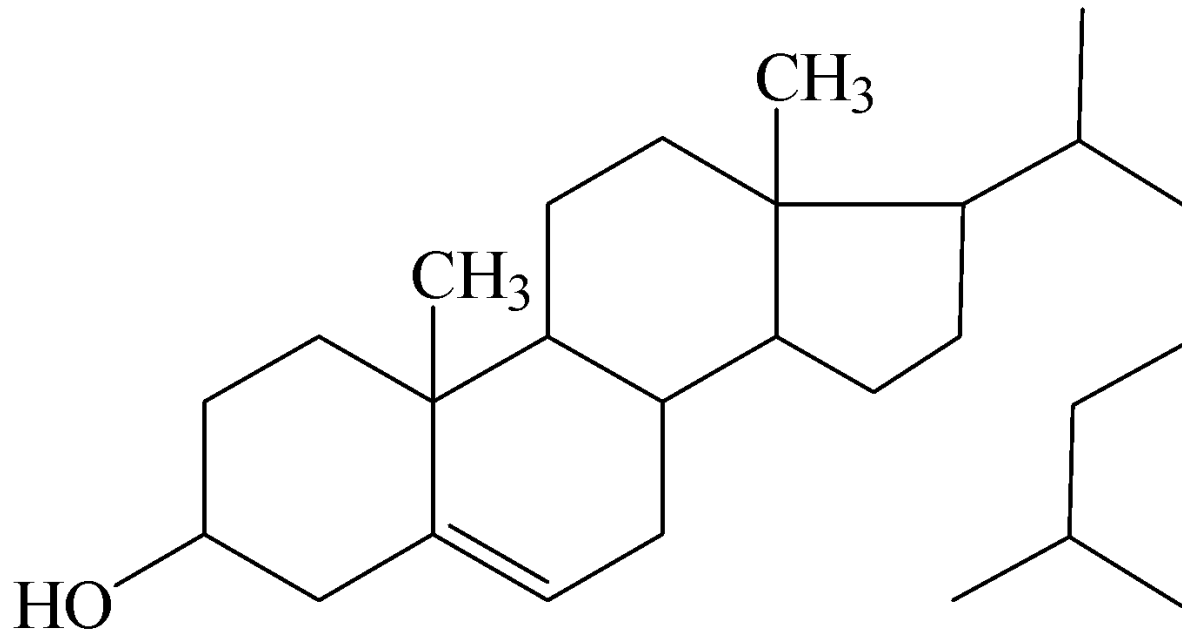
# ***Стероиды***



**Гонан**

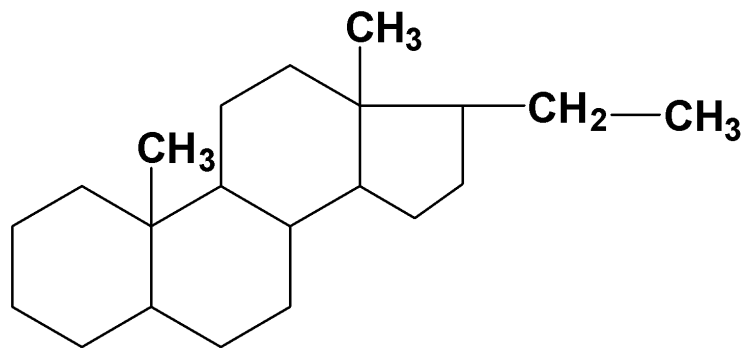
**пергидроциклопентафенантрен**

# *Холестерин*

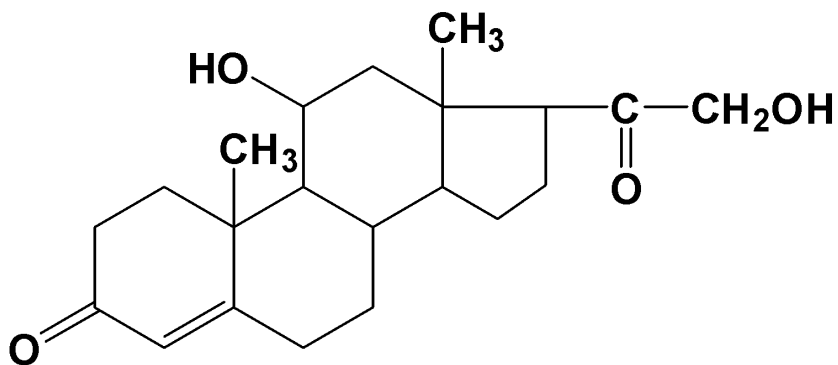


# Стероидные гормоны

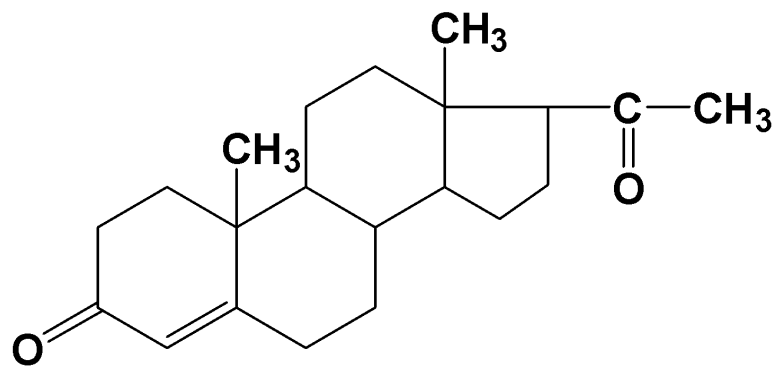
## Производные прегнана



**Прегнан**

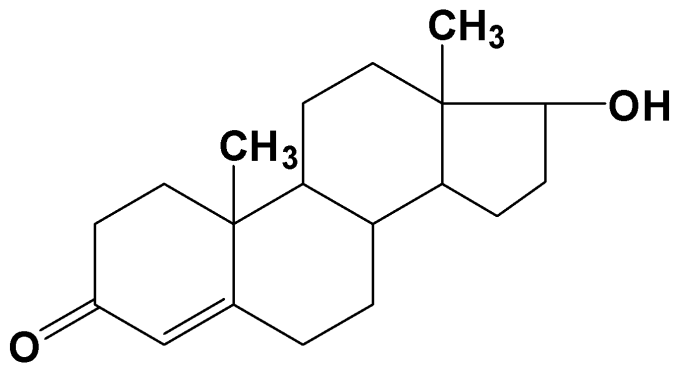


**Кортикостерон**

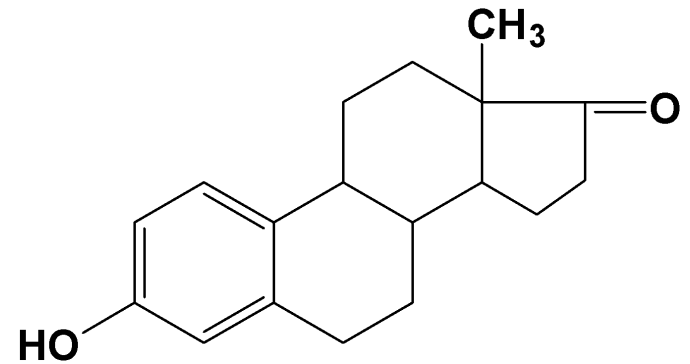


**Прогестерон**

# Стероидные гормоны



**Тестостерон**



**Эстрон**