



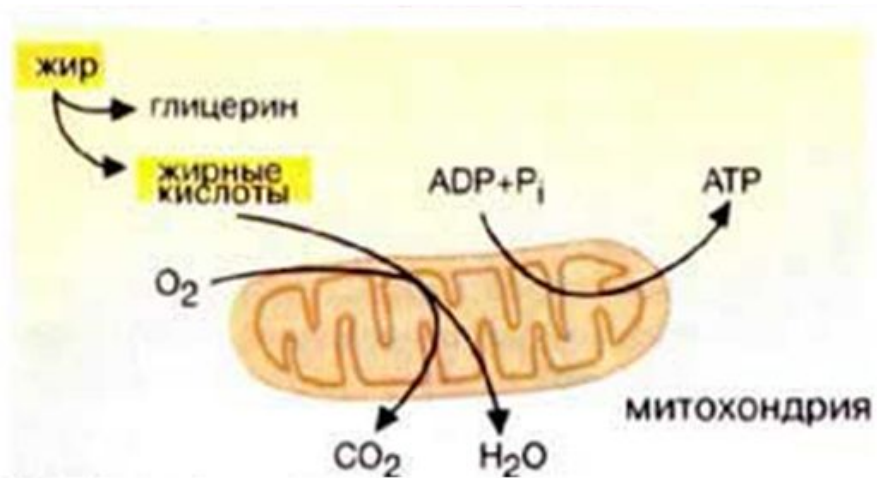
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КАФЕДРА ОБЩЕЙ ХИМИИ

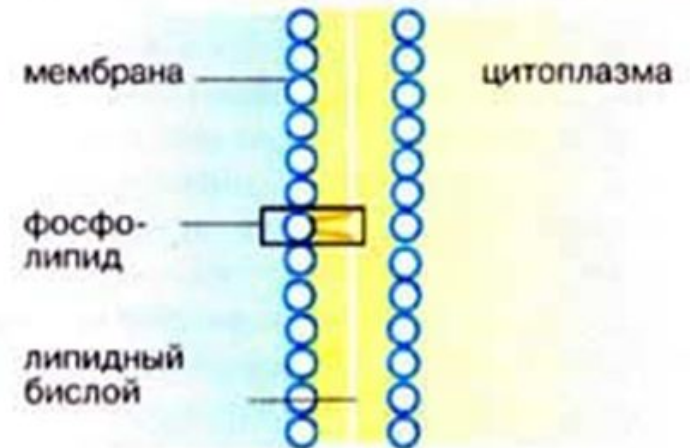
Лекция № 7

ОМЫЛЯЕМЫЕ И НЕОМЫЛЯЕМЫЕ ЛИПИДЫ

Биологическая роль липидов



1. Резерв и источник энергии



2. Структурные блоки

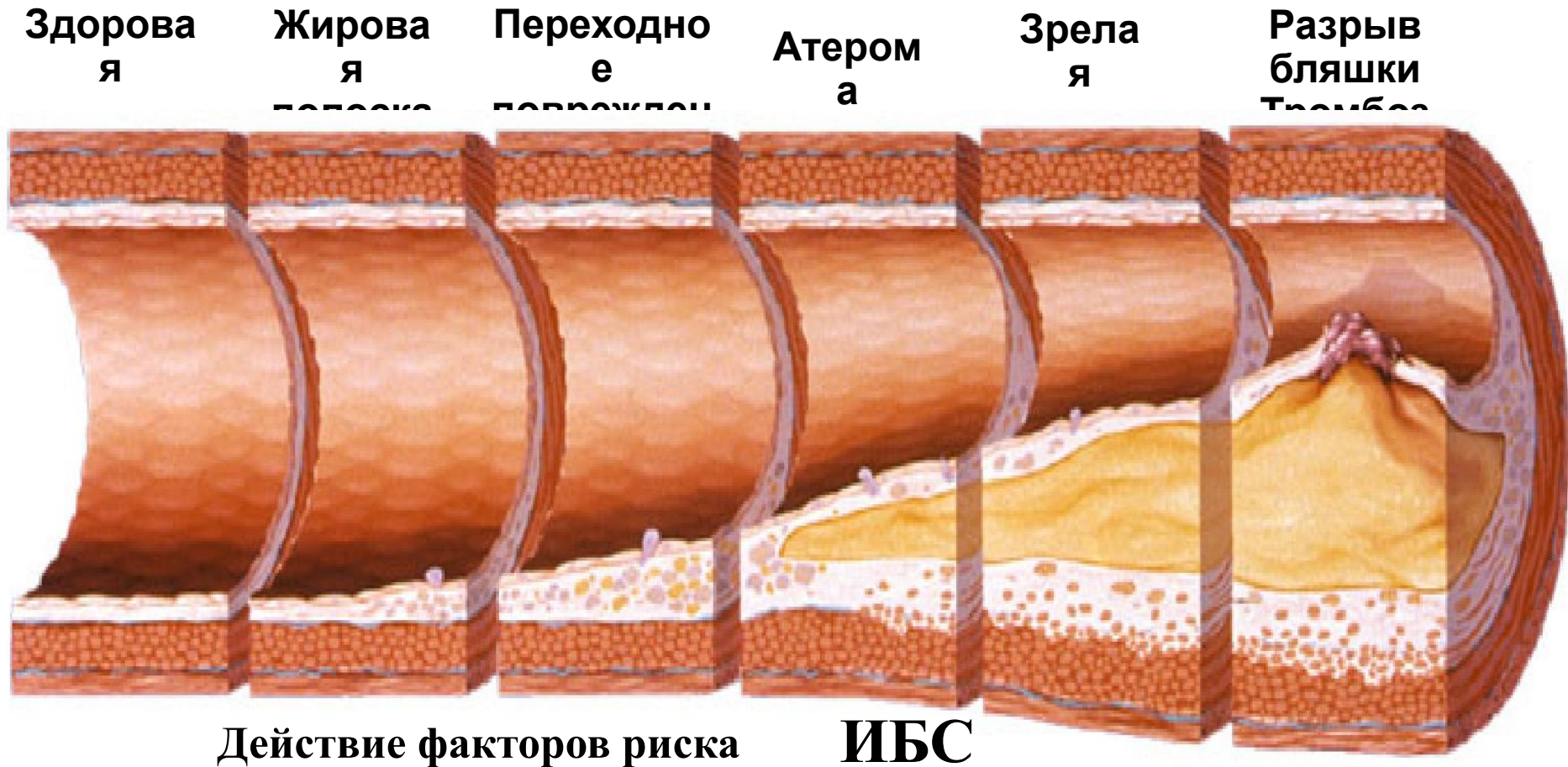


3. Изолирующий материал



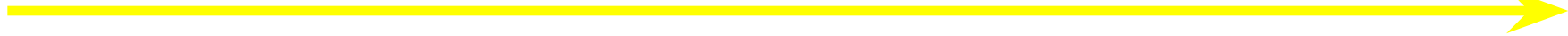
4. Прочие функции липидов

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

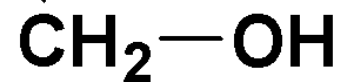
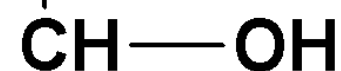
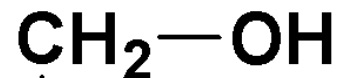
Структурные компоненты липидов

СПИРТЫ

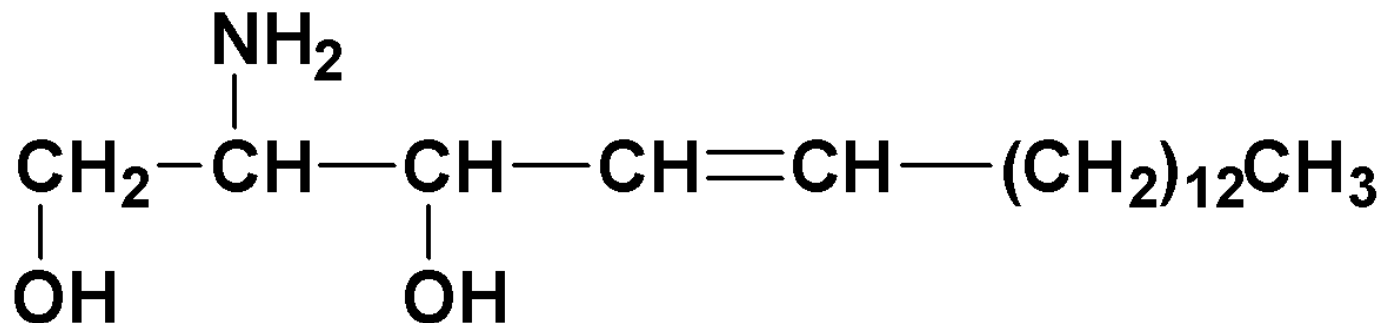


n 16 и более

высшие одноатомные спирты



глицерин



сфингозин

Жирные кислоты тканей человека

Название кислоты	Cn : m	ω	Структура кислот
Насыщенные			
Миристиновая	14 : 0		$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{12}-\text{COOH}$
Пальмитиновая	16 : 0		$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{14}-\text{COOH}$
Стеариновая	18 : 0		$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{16}-\text{COOH}$
Моноеновые			
Пальмитолеиновая	16 : 1Δ9		$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$
Олеиновая	18 : 1Δ9		$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$
Полиеновые			
Линолевая	18 : 2Δ 9, 12	6	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$
Линоленовая	18 : 3 Δ 9, 12, 15	3	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$
Арахидоновая	20 : 4 Δ 5, 8, 11, 14	6	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_3-\text{COOH}$

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

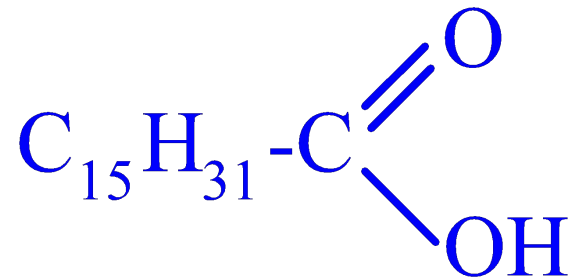
ненасыщенные

- олеиновая

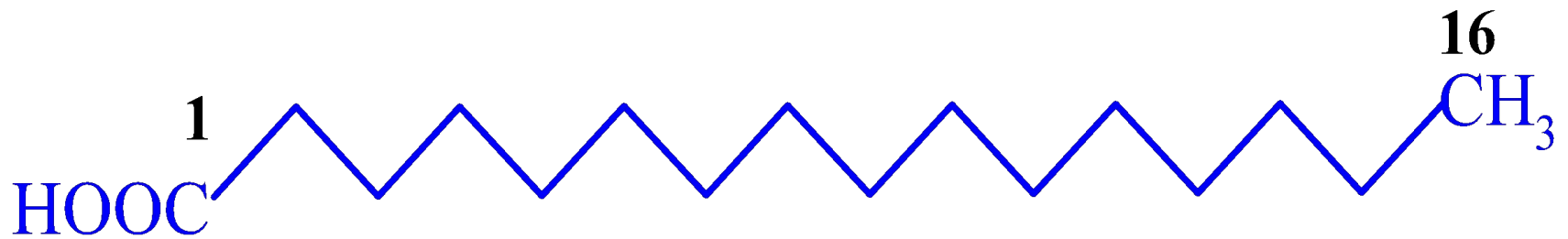
*Полиненасы-
щенные*

- линолевая
- линоленовая
- арахидоновая

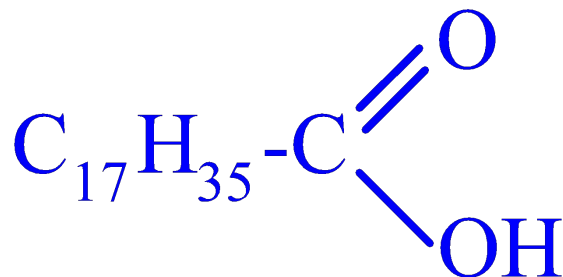
Насыщенная ВЖК



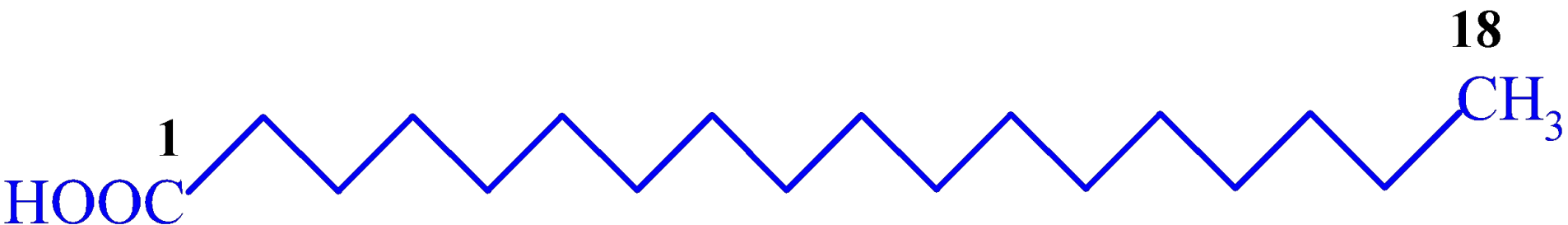
**ПАЛЬМИТИНОВАЯ
КИСЛОТА**



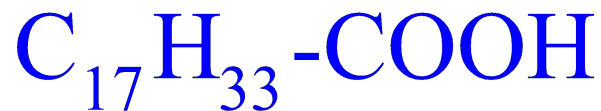
Насыщенная ВЖК



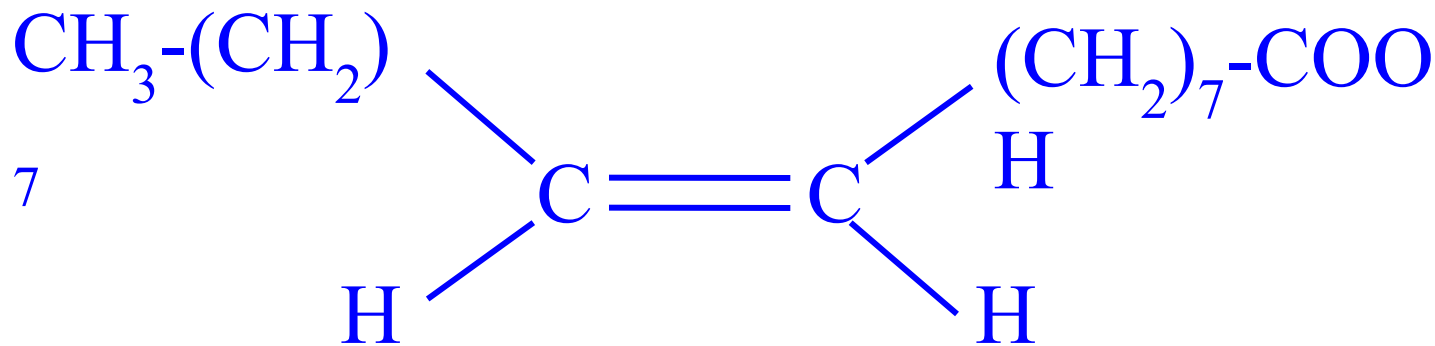
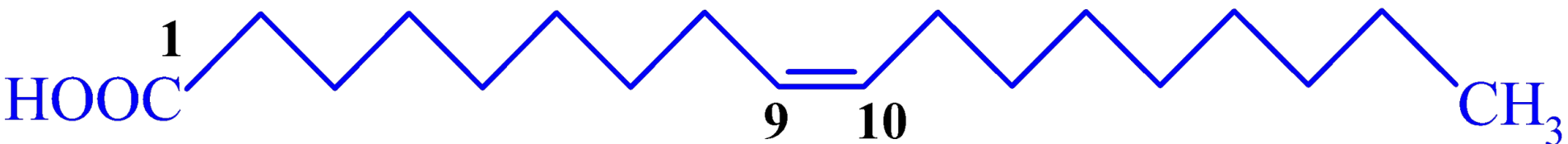
**стеариновая
кислота**



Ненасыщенная ВЖК



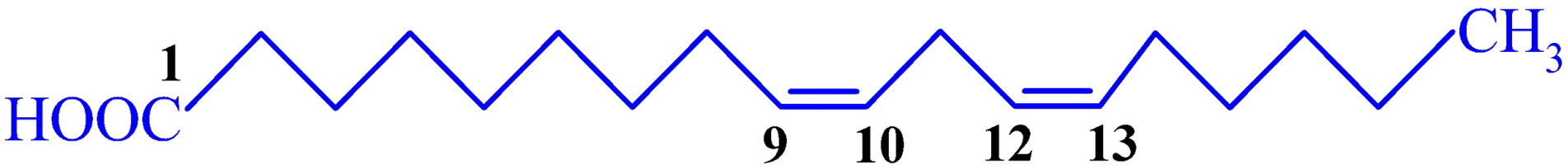
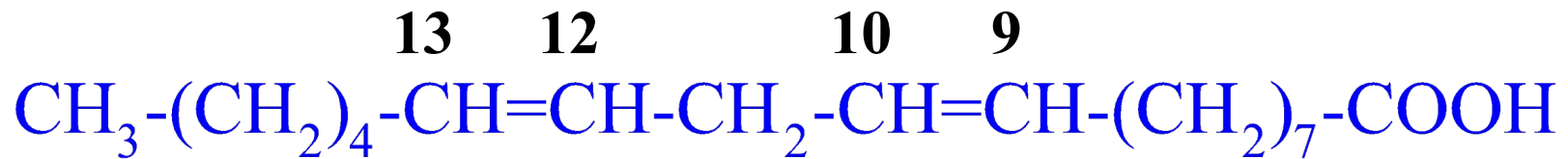
олеиновая кислота



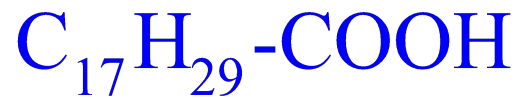
цис-изомер

Полиненасыщенная ВЖК

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

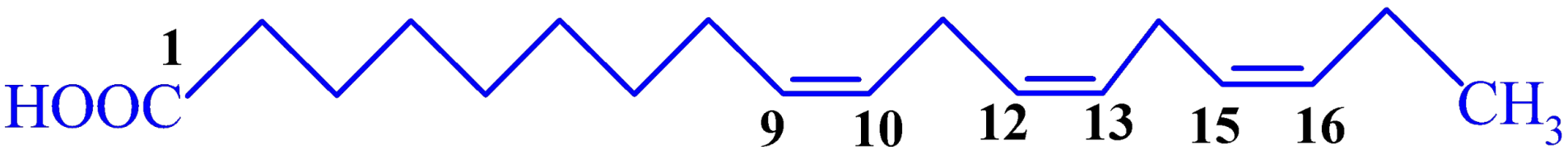


Полиненасыщенная ВЖК

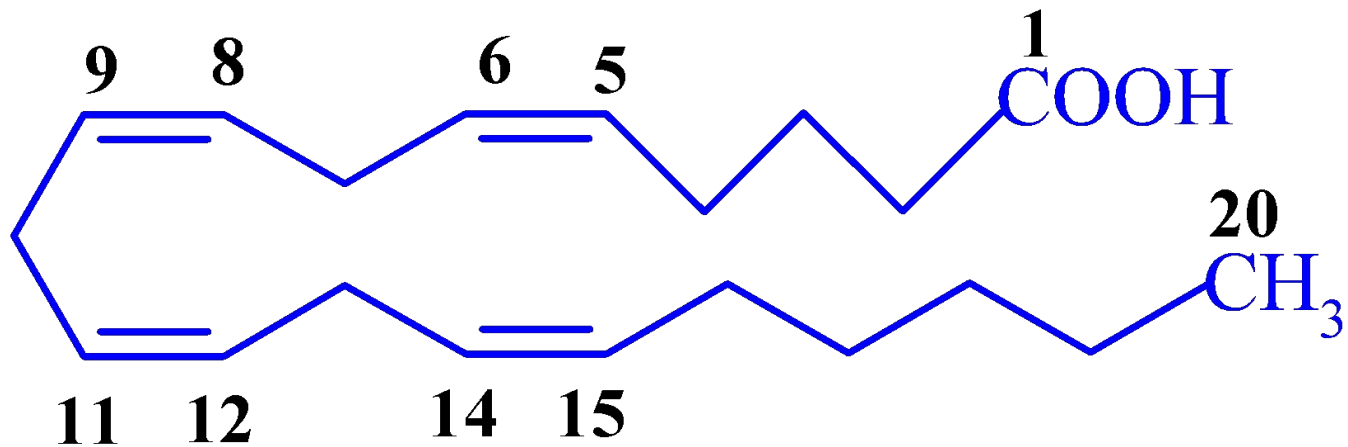


ЛИНОЛЕНОВАЯ КИСЛОТА

16 15 13 12 10 9



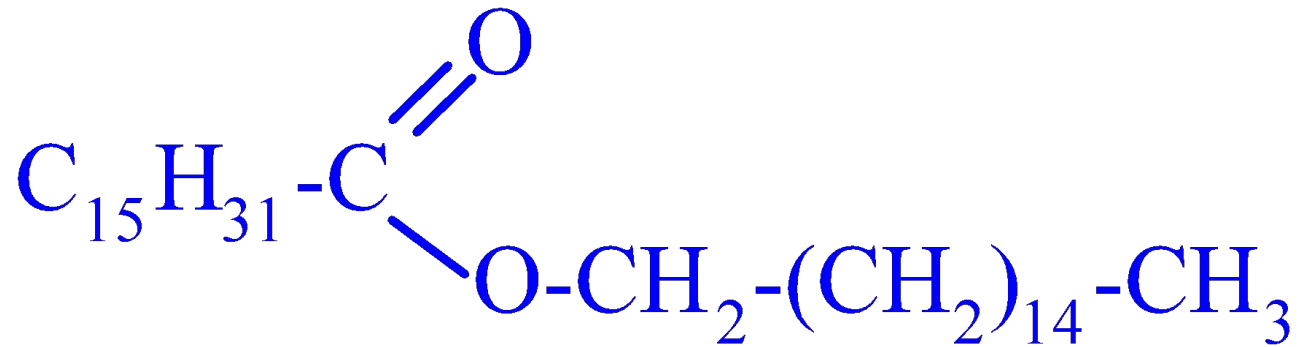
Полиненасыщенная ВЖК



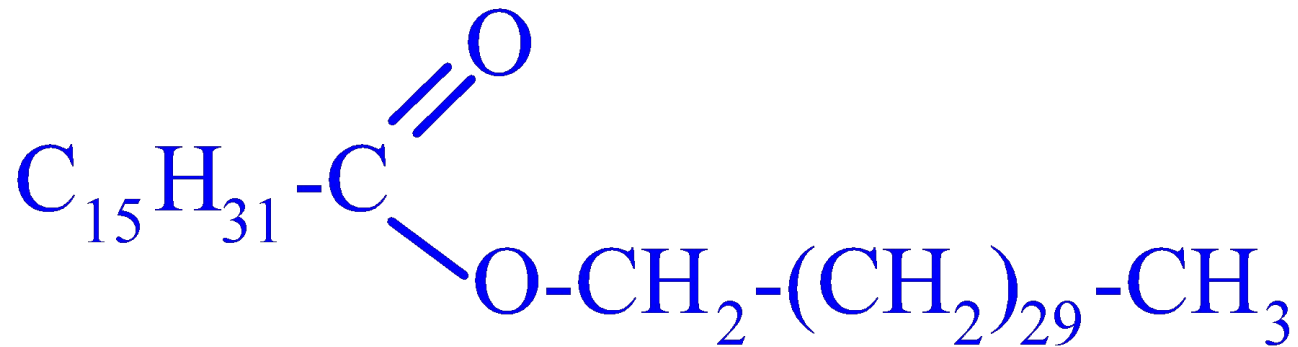
арахидоновая кислота

ПРОСТЫЕ ЛИПИДЫ

Воска -



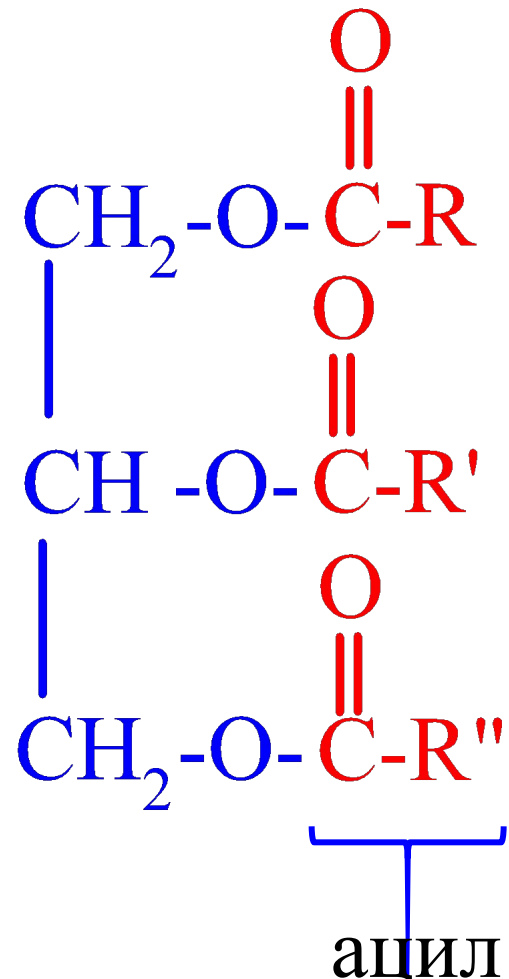
цетилпальмитат



мирицилпальмитат

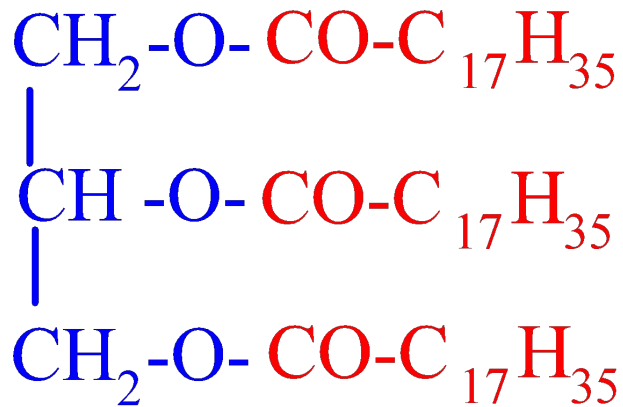
Жиры и масла (триацилглицерины) - сложные эфиры трехатомного спирта - глицерина и высших карбоновых кислот.

Общая формула жиров



Классификация триацилглицеринов

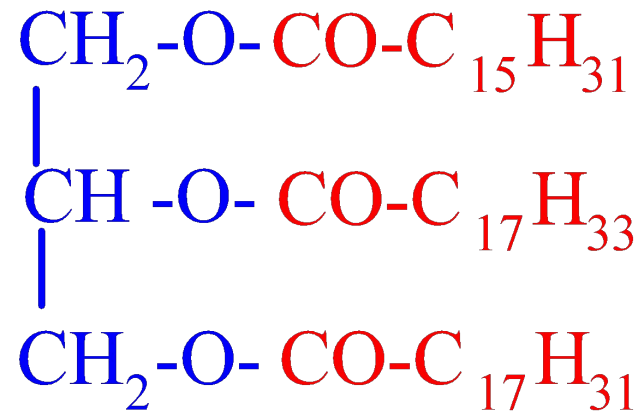
Простые



тристеарин

тристеар**оил**глицерин

Смешанные



α -пальмито- β -олео-

α' -линолеин

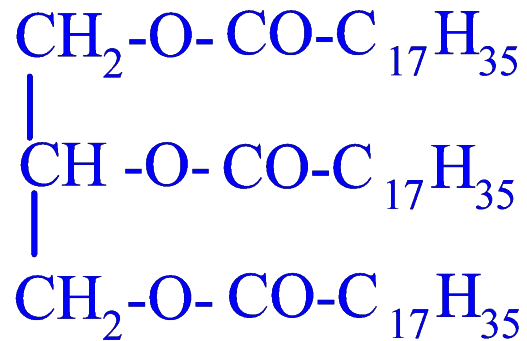
1-пальмит**оил**-2-оле**оил**-
3-линоле**оил**глицерин

Классификация жиров по консистенции

Твердые – жиры

(животного и растительного
происхождения)

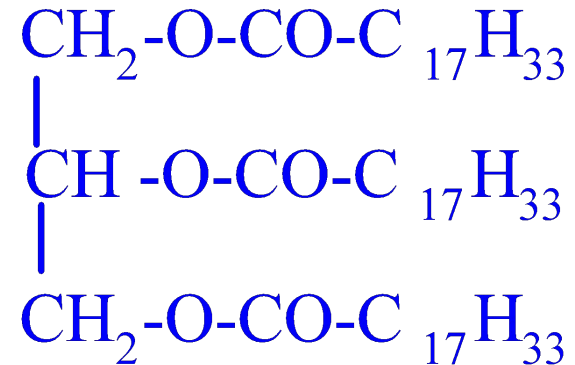
остатки насыщенных ВЖК



Жидкие – масла

(растительного происхождения)

остатки ненасыщенных ВЖК



Химические свойства

жиров

*Реакции гидролиза
сложноэфирной связи*

- **кислотный**
- **щелочной**
(омыление)

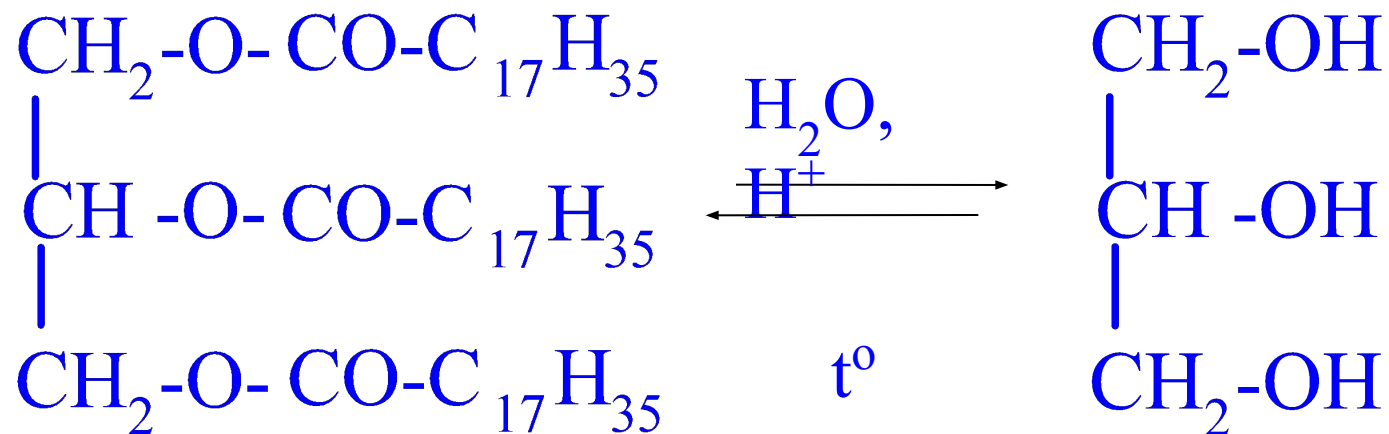
Реакции присоединения

- **гидрирование**
- **галогенирование**
(бромирование,
иодирование)

Окисление

- **мягкое**
- **жесткое**
- **пероксидное**
(прогоркание)

Реакции кислотного гидролиза



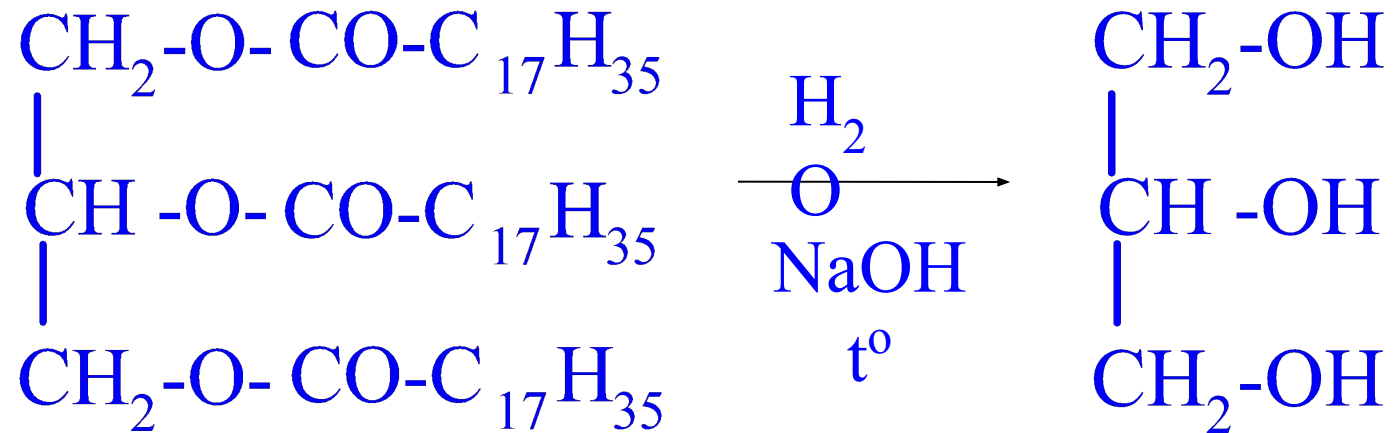
тристеарин

глицерин

+ 3

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

Реакции щелочного гидролиза (омыление)



тристеарин

глицерин

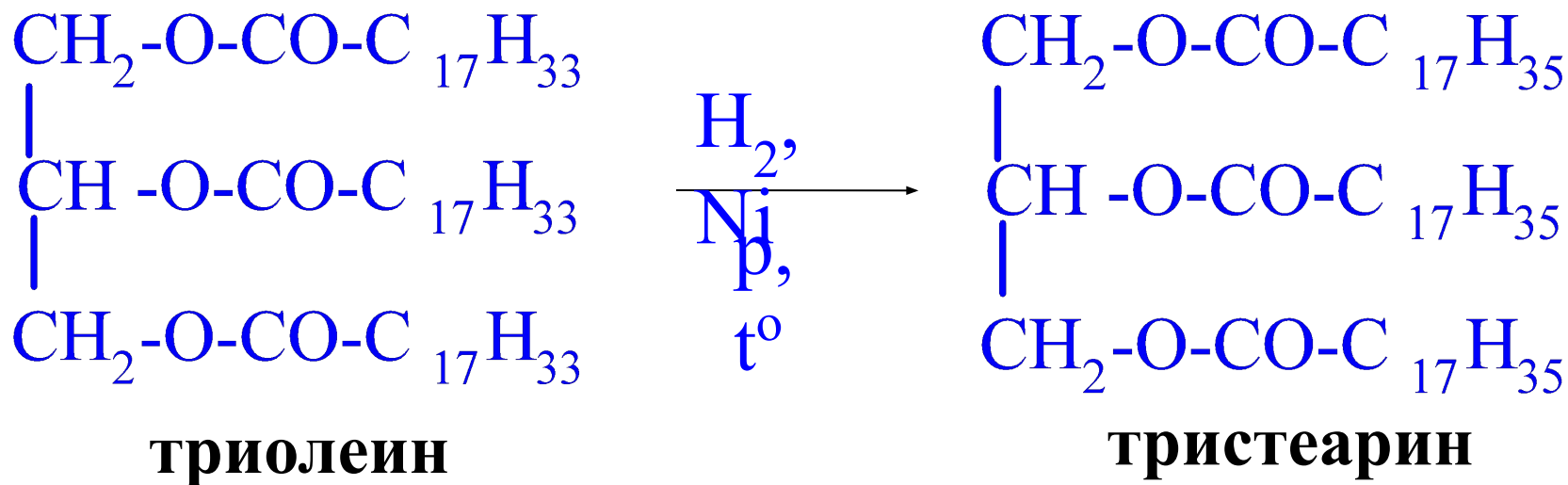


стеарат натрия

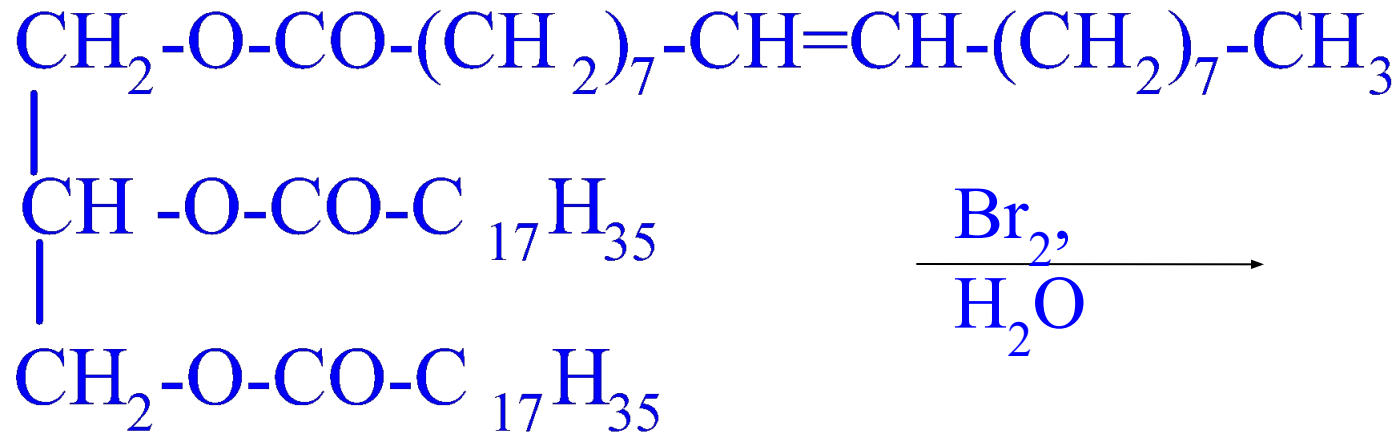


МЫЛО

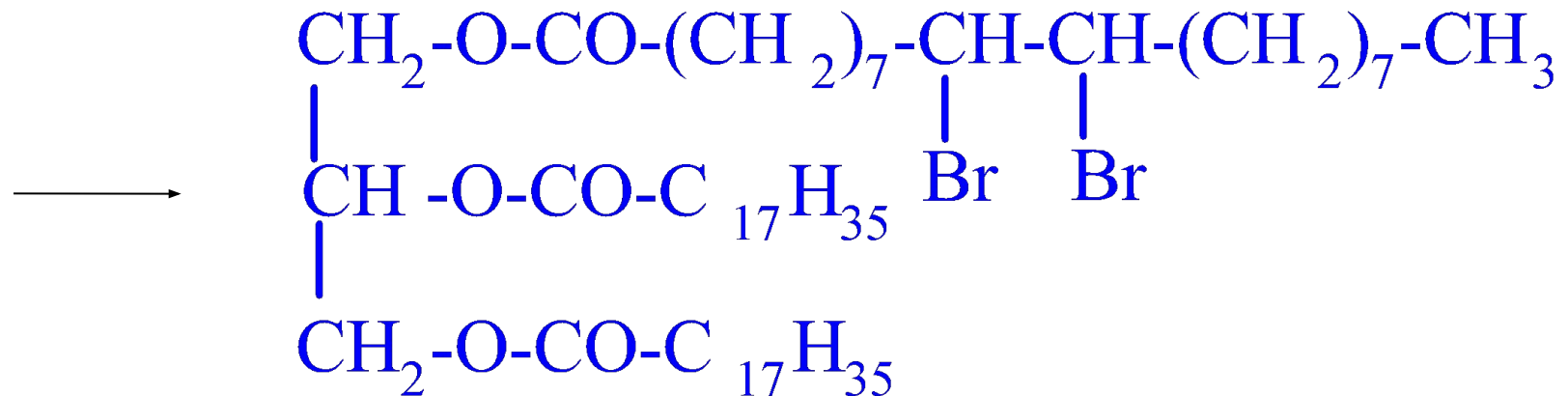
Реакция присоединения – гидрирования (гидрогенизации)



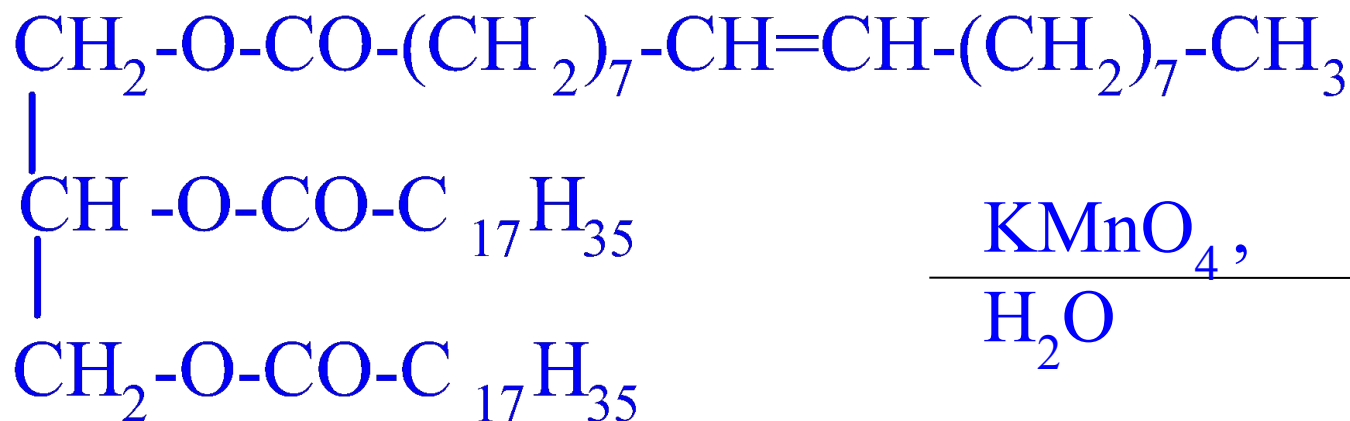
Реакция присоединения – галогенирования (бромирование)



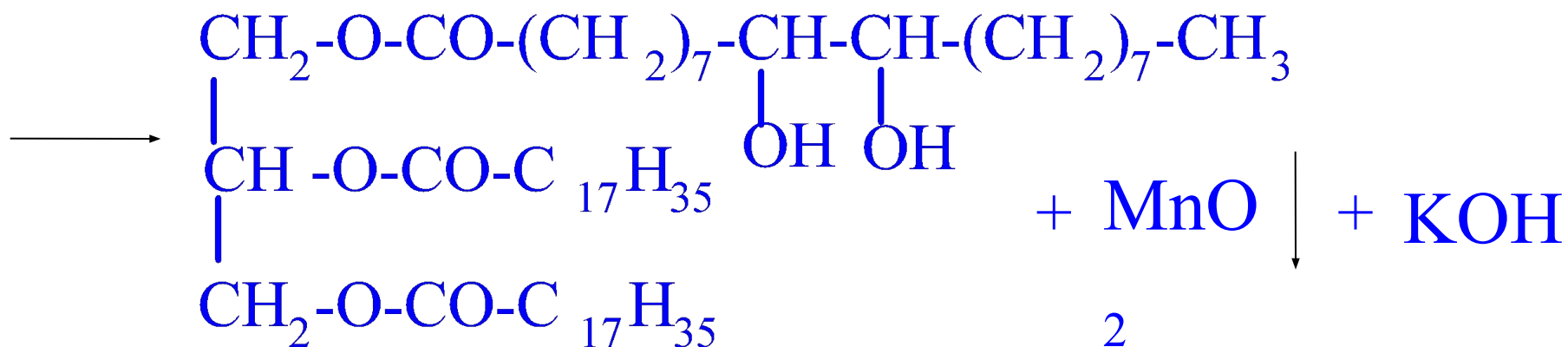
α -олео- α' , β -дистеарин



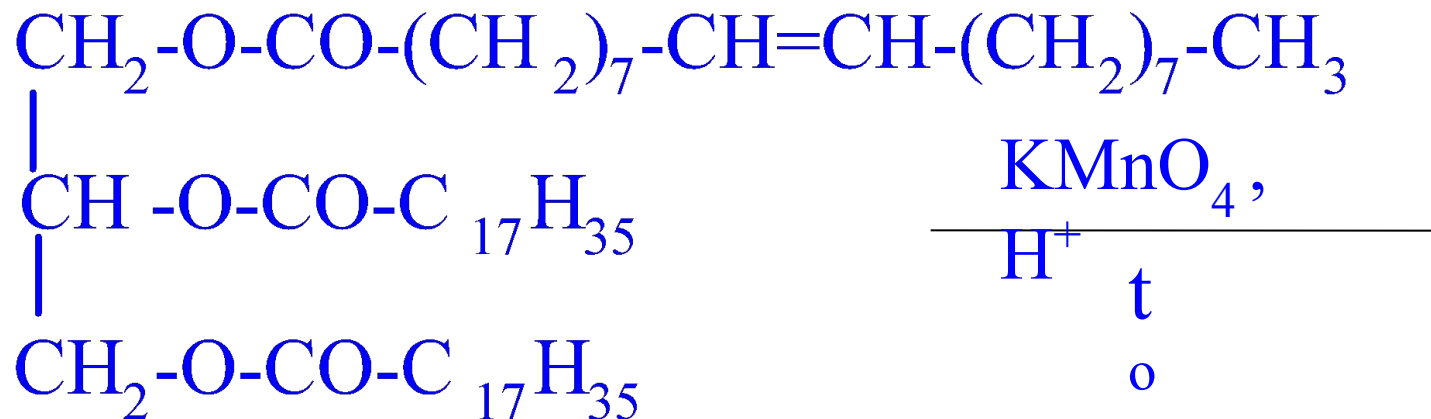
Реакция мягкого окисления



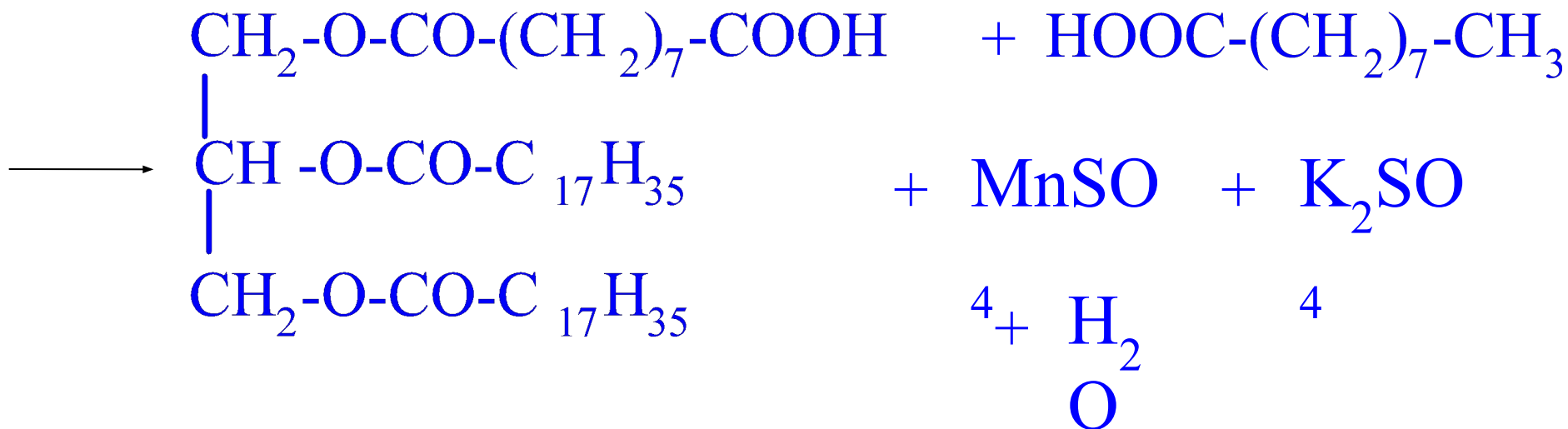
α -олео- α' , β -дистеарин



Реакция жесткого окисления

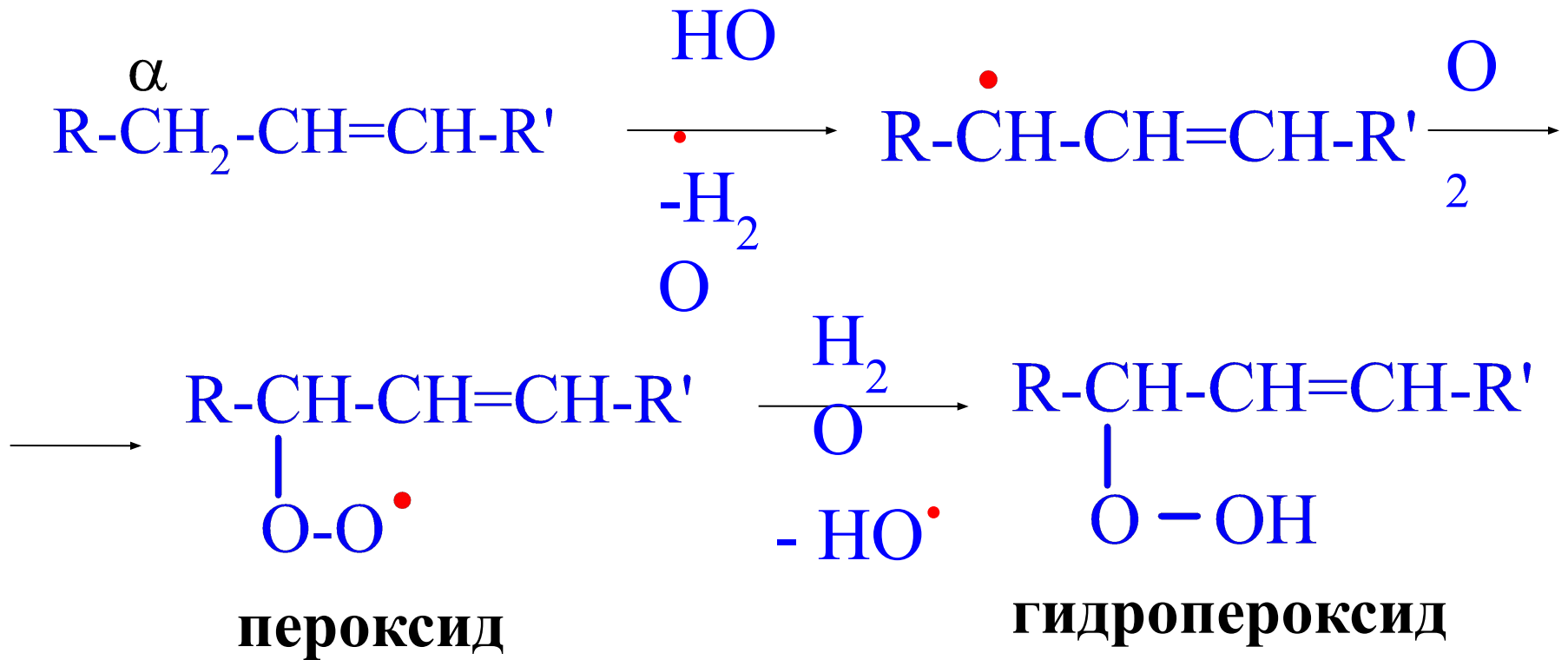


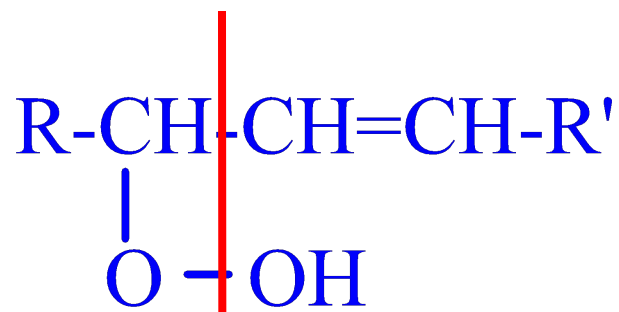
α -олео- α' , β -дистеарин



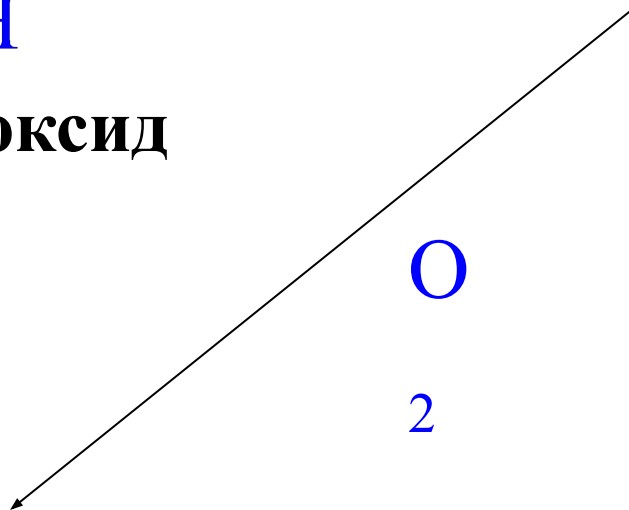
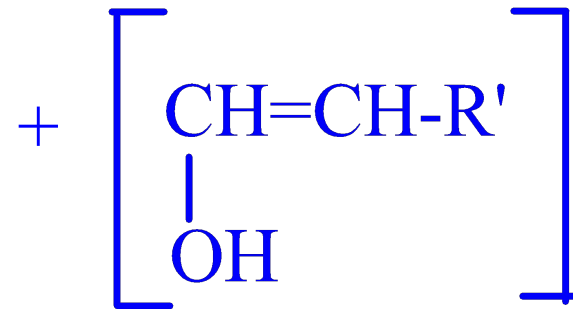
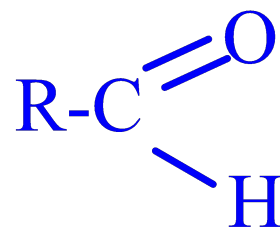
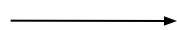
Реакция пероксидного окисления (прогоркание)

под действием кислорода воздуха при хранении



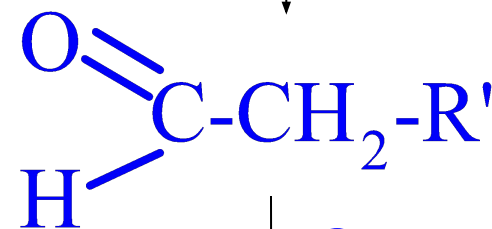


гидропероксид



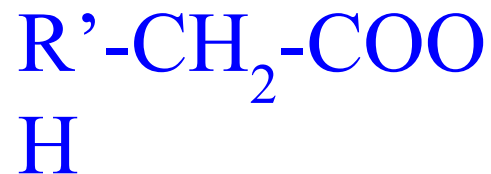
O

2

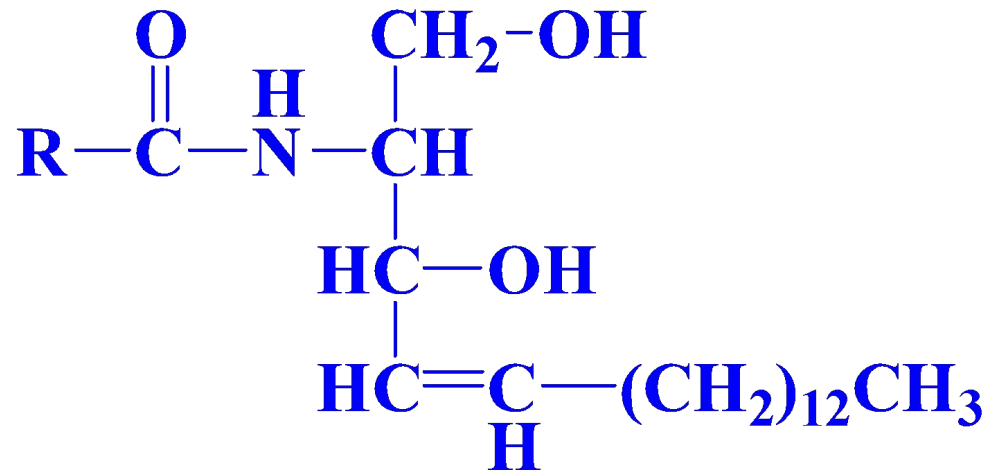


O

2



Церамиды – N-ацилированные производные спирта сфингозина.

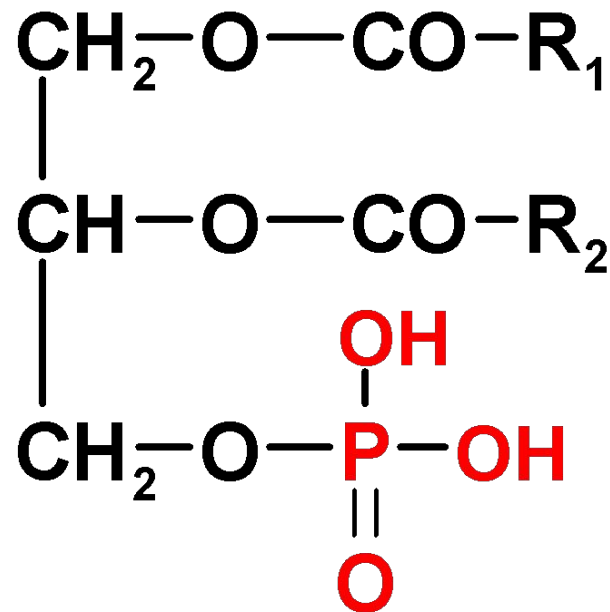


Сложные липиды

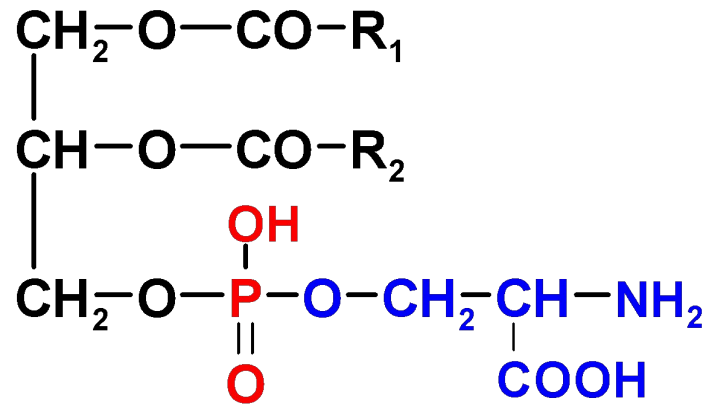
1. Фосфолипиды, их функции

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

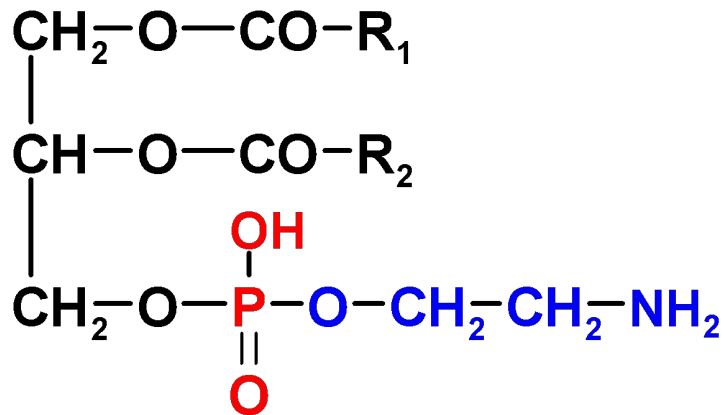
- В группу фосфолипидов входят глицерофосфолипиды и некоторые сфинголипиды.
- Являются производными фосфатидовой кислоты (L-глицеро-3-фосфата).



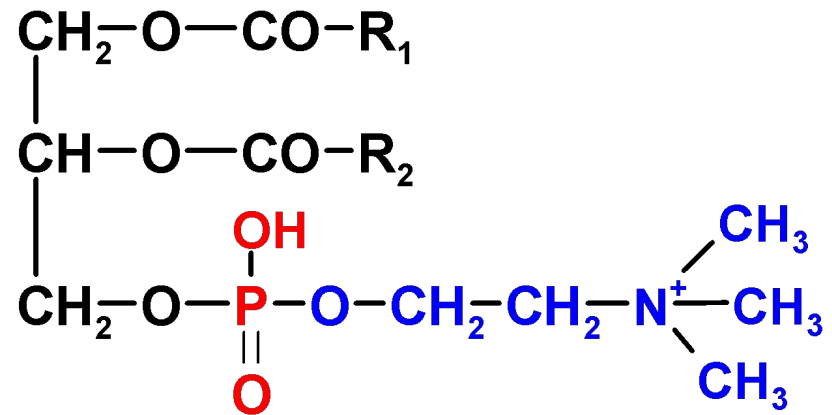
Глицерофосфолипиды



фосфатидилсерин
(серинкефалин)

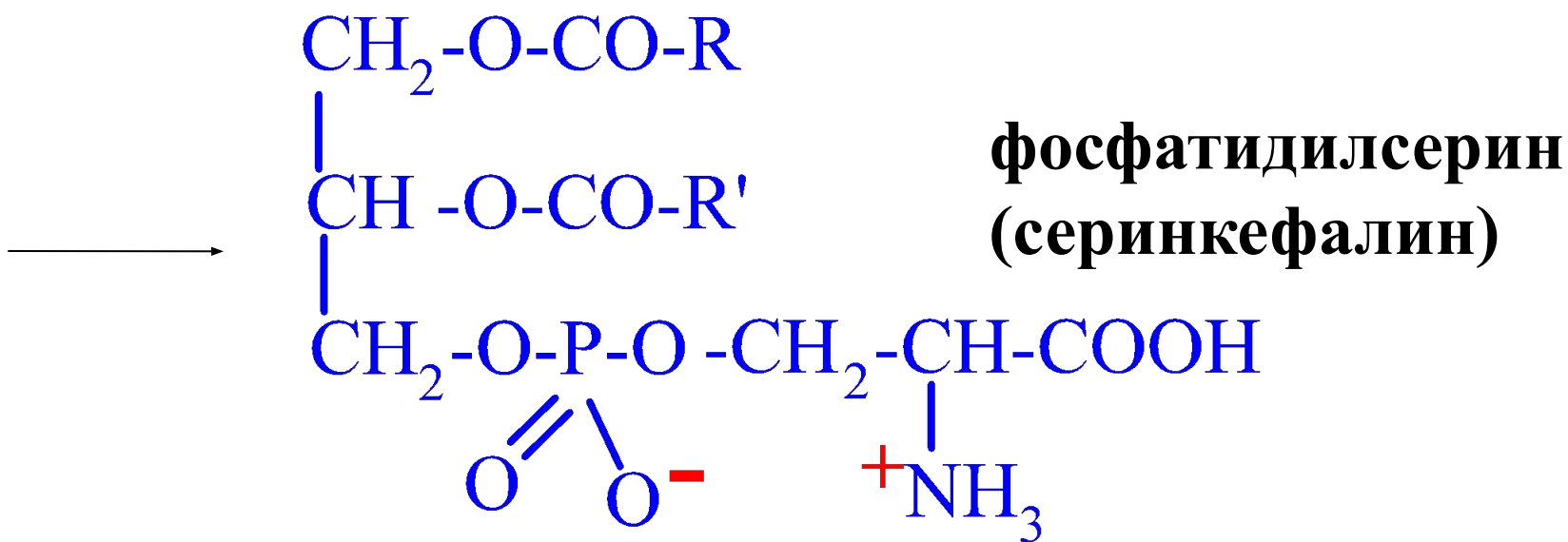
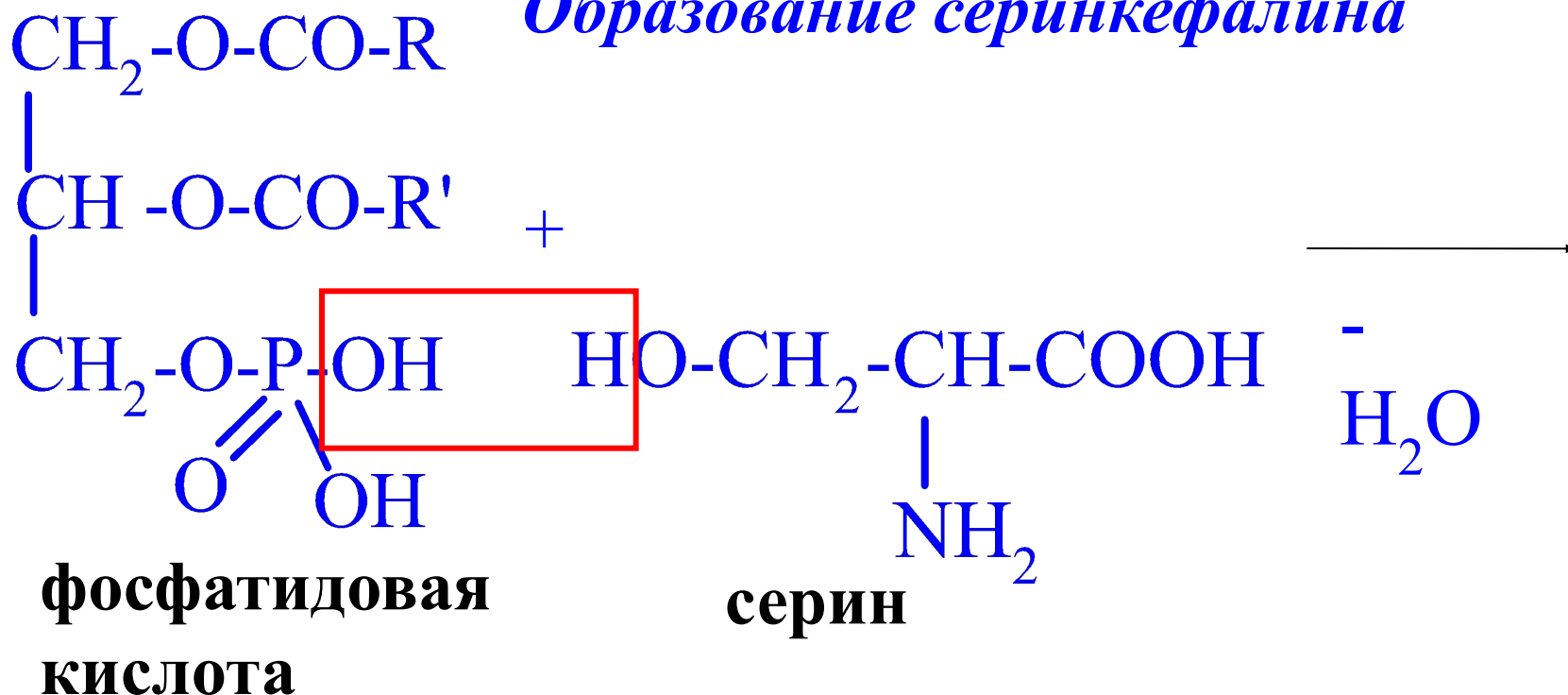


фосфатидилэтаноламин
(кефалин)

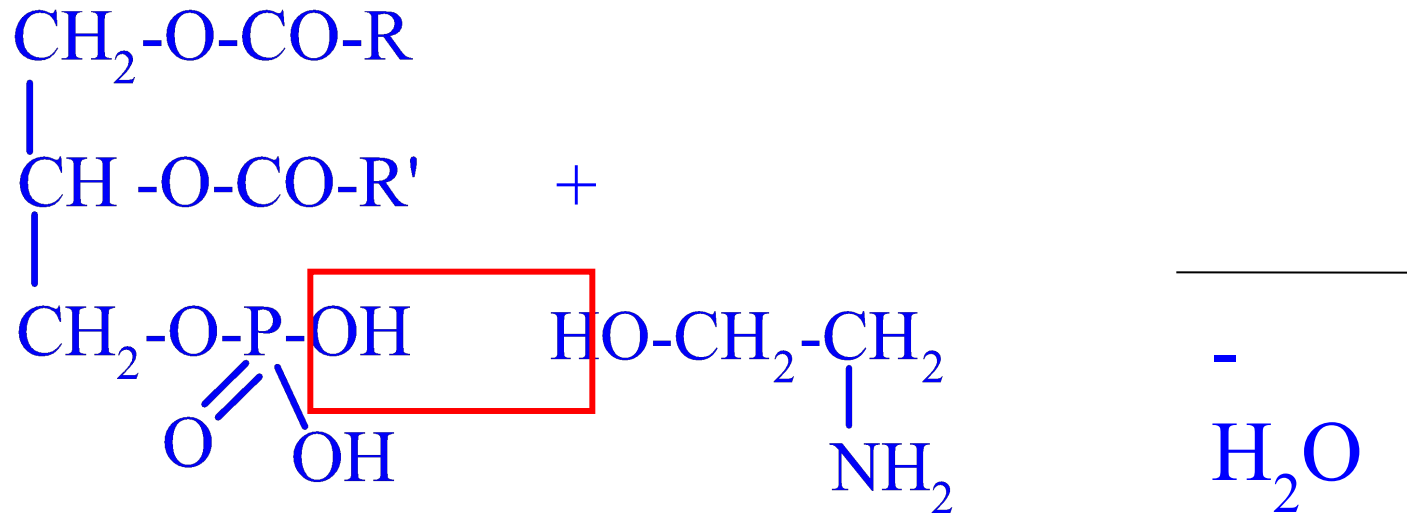


фосфатидилхолин
(лецитин)

Образование серинкефалина



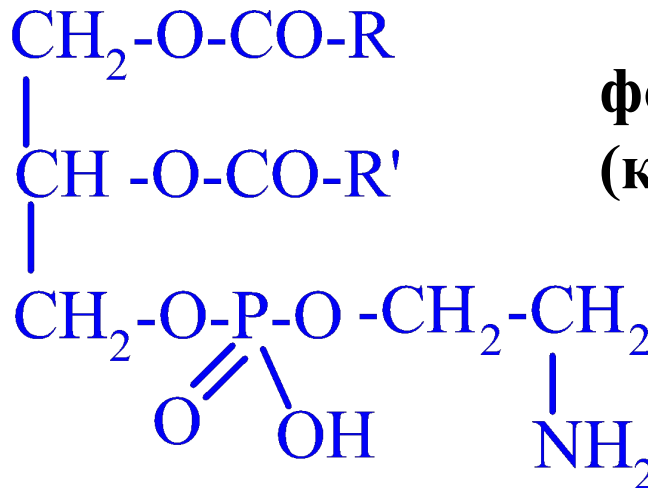
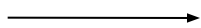
Образование кефалина



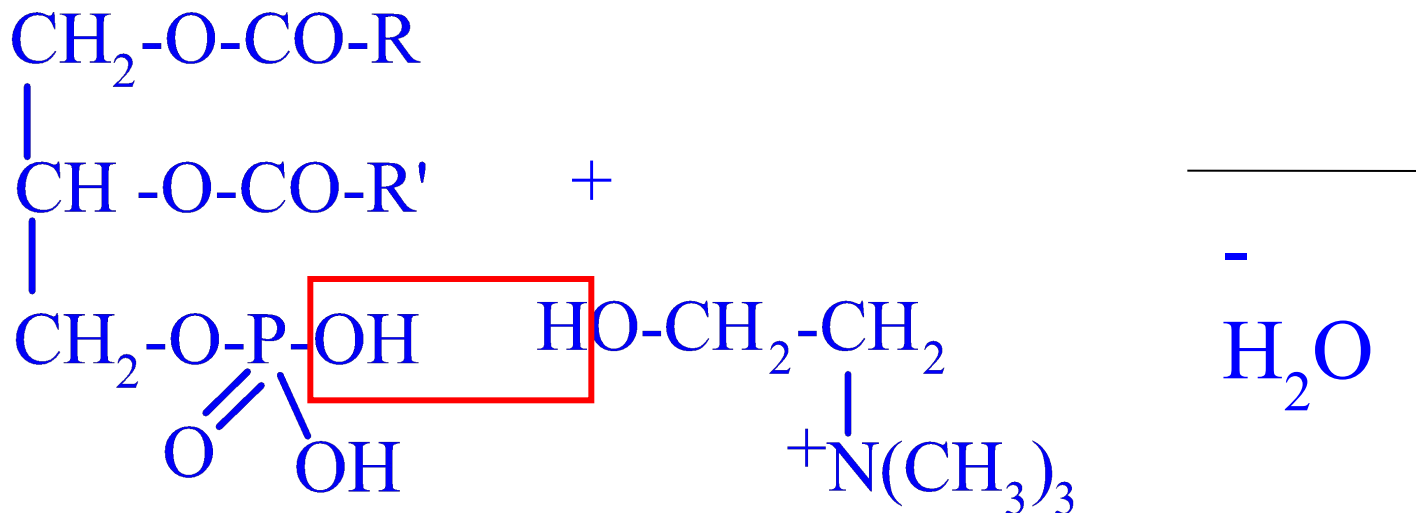
**фосфатидовая
кислота**

КОЛАМИН

**фосфатидилколамин
(кефалин)**



Образование лецитина

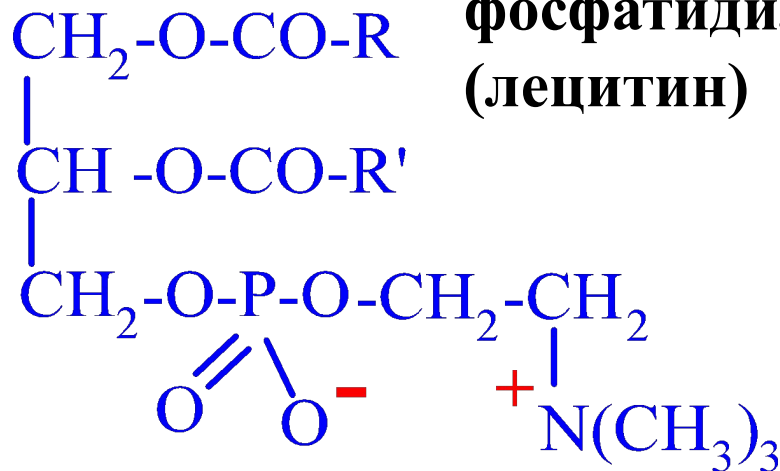
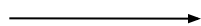


фосфатидовая

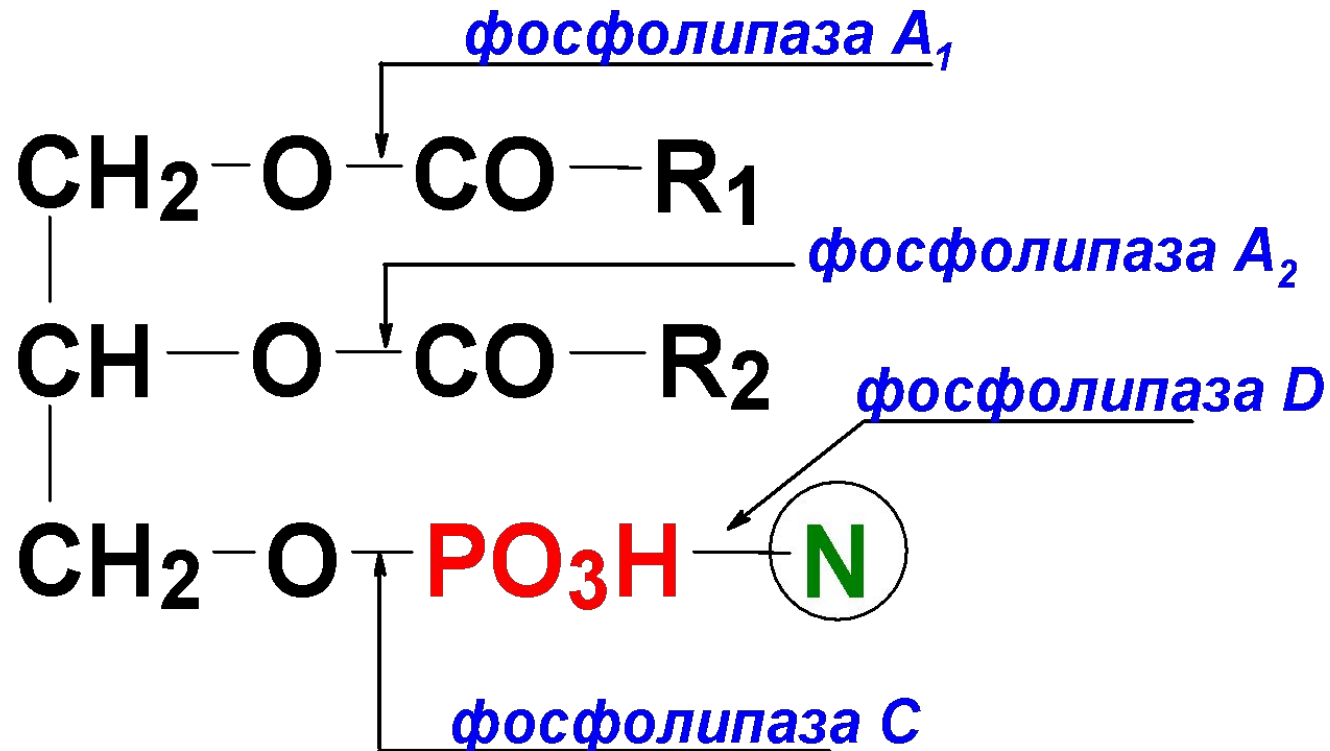
ХОЛИН

кислота

**фосфатидилхолин
(лецитин)**



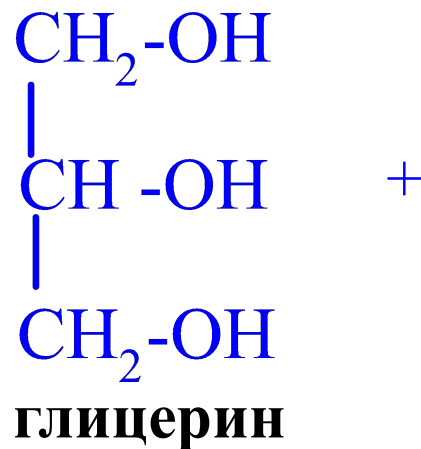
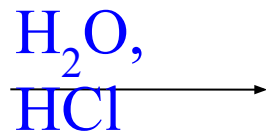
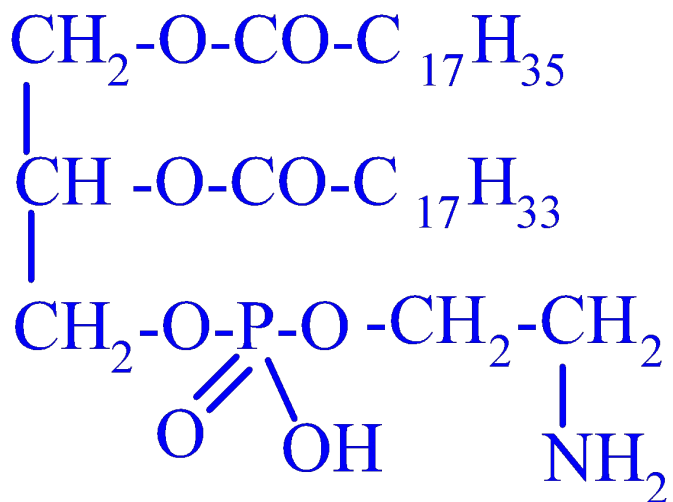
Переваривание фосфолипидов



R₁-COOH – насыщенная ЖК

R₂-COOH – ненасыщенная
ЖК

Кислотный гидролиз кефалина



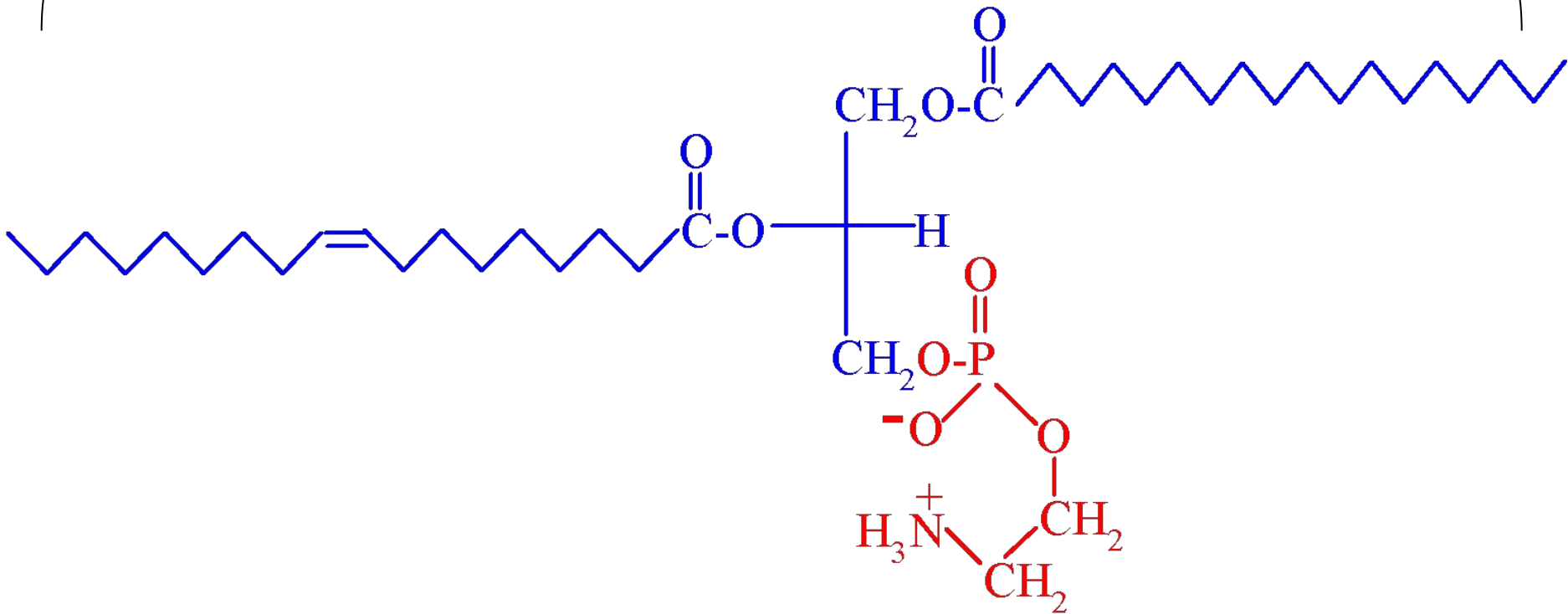
стеариновая кислота

олеиновая кислота

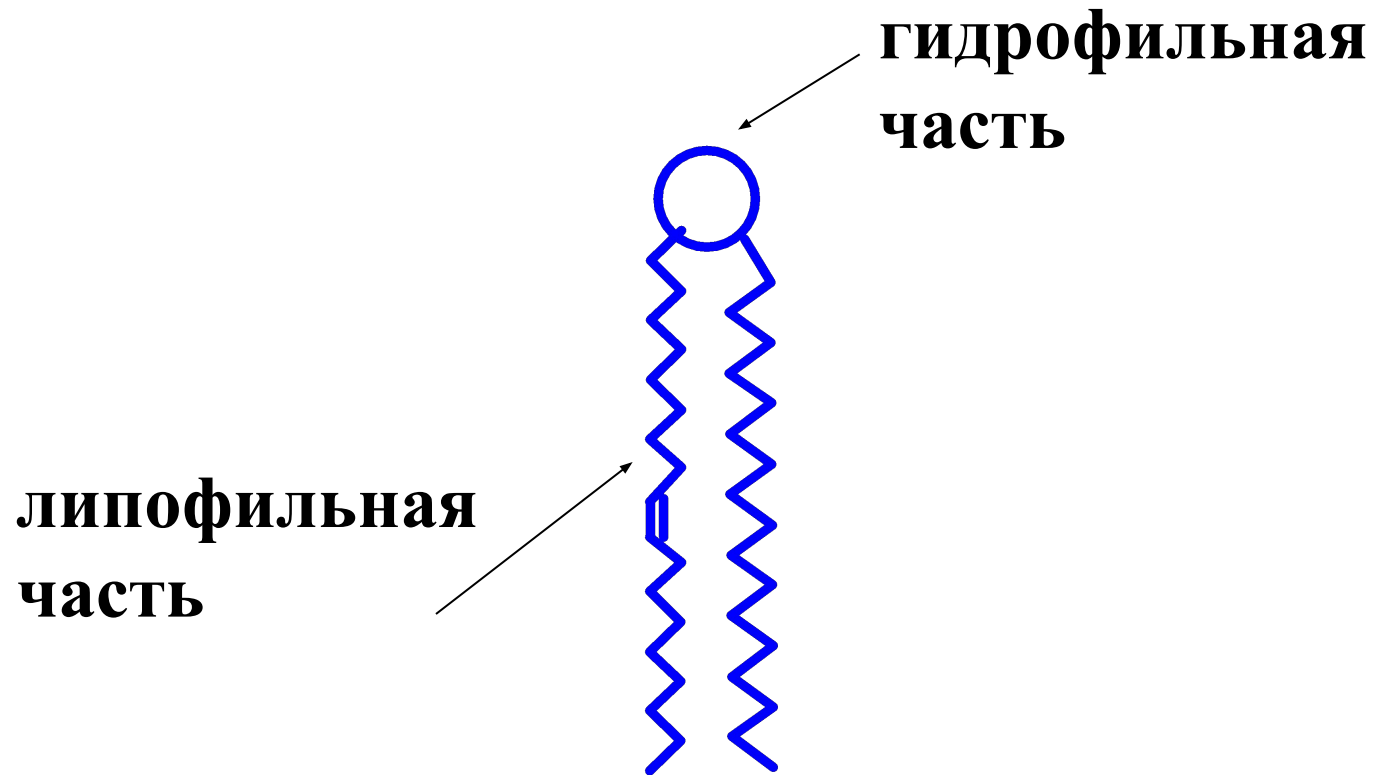


коламина гидрохлорид

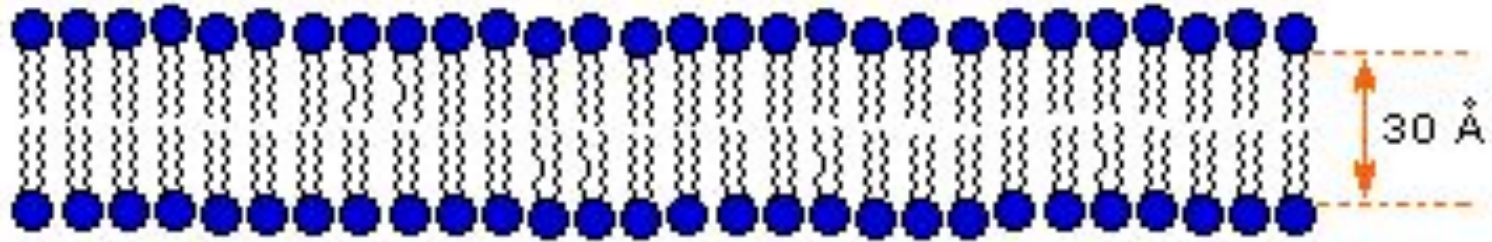
липофильная часть



**гидрофильная
часть**

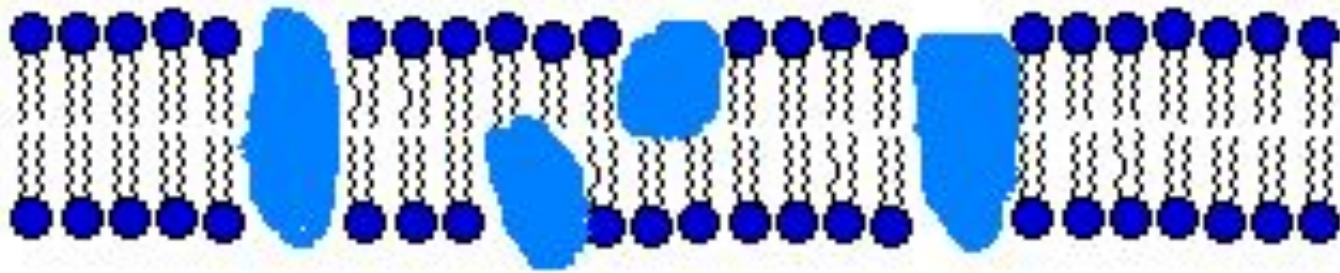


Липидный бислой



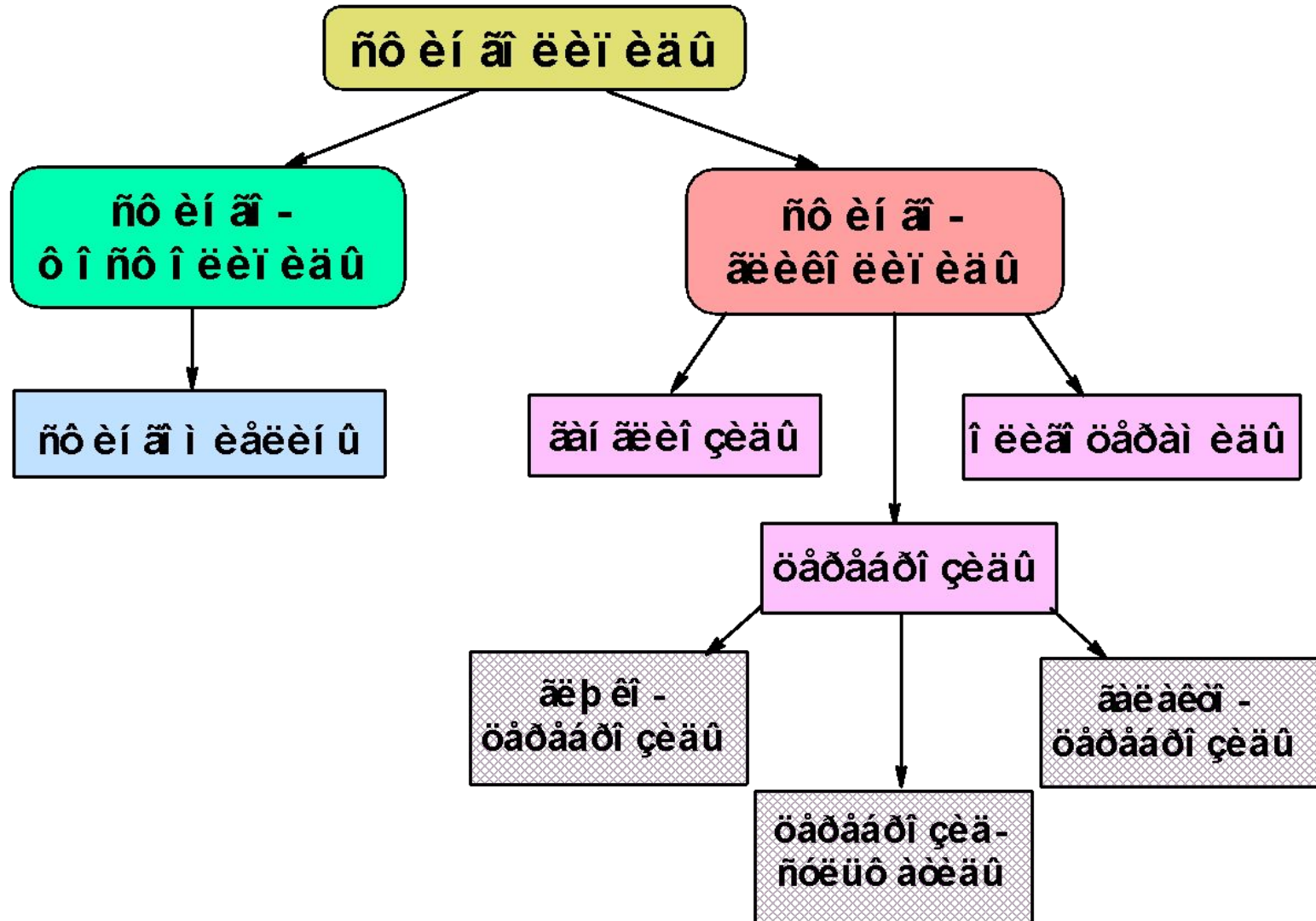


Жидкомозаичная модель клеточной мембраны



молекулы белка

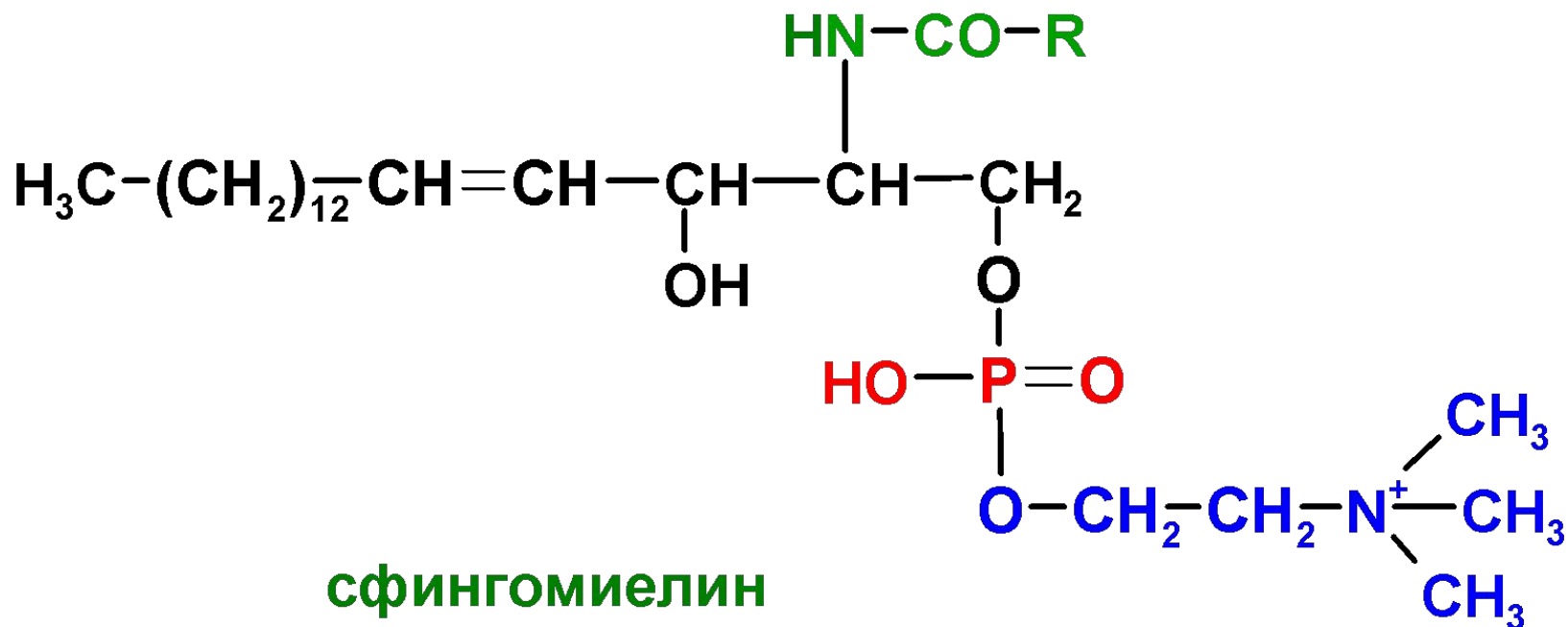
Классификация сфинголипидов



Функции сфинголипидов

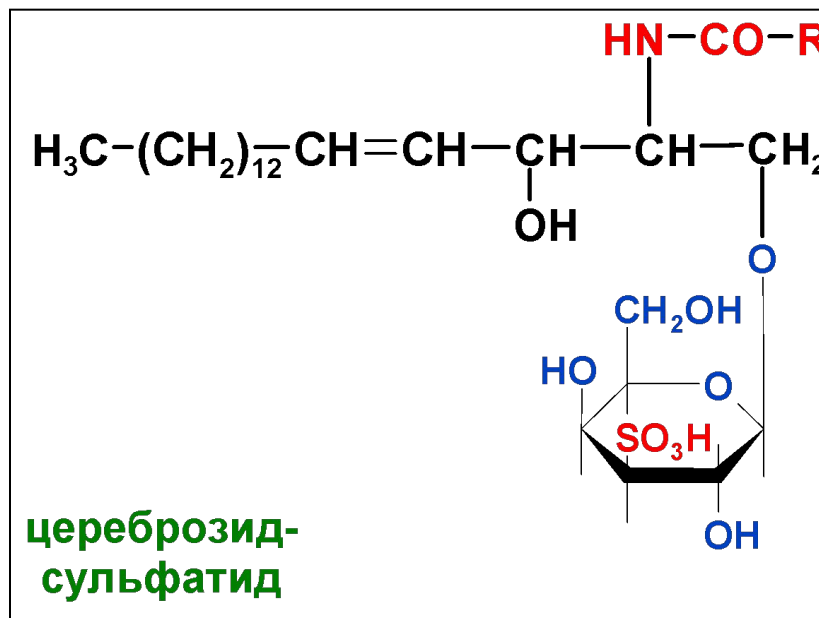
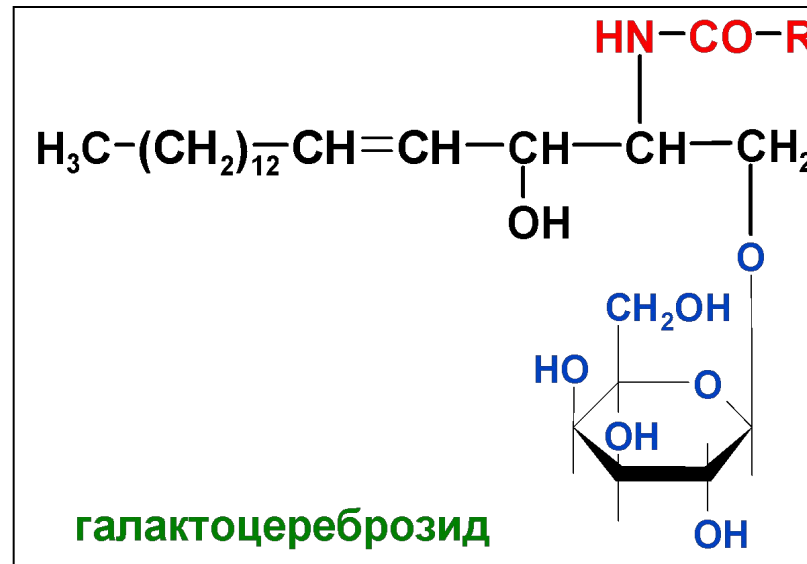
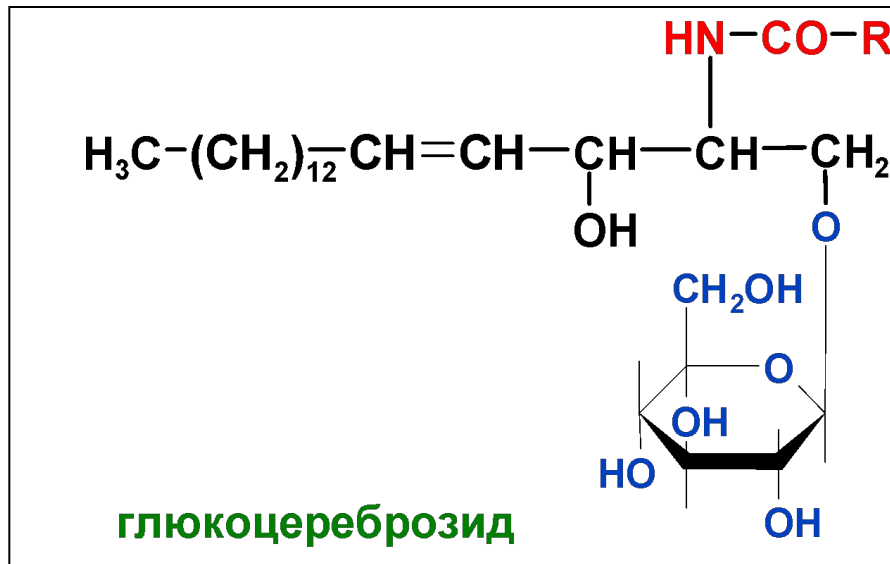
- Структурный компонент клеточных мембран, обеспечивающий выполнение мембранами функций
- Изолирующий компонент мембран нервных клеток
- Рецепторный аппарат клеток
- Энергетический материал

Строение сфингофосфолипидов



Строение гликолипидов (сфингогликолипидов)

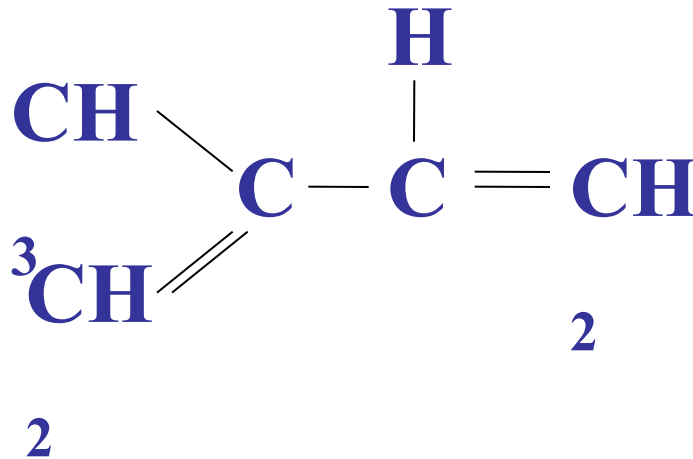
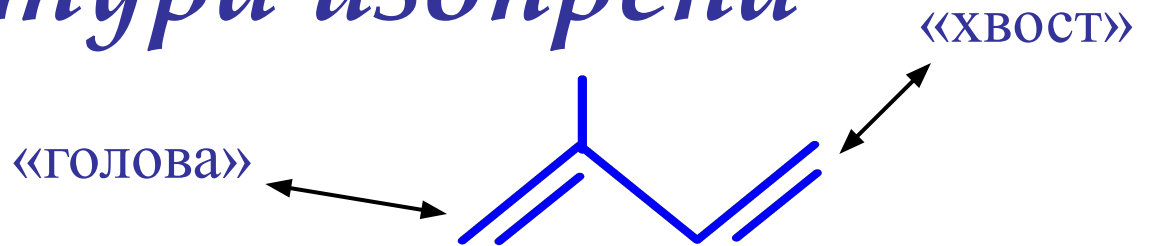
Цереброзиды



Терпеноиды

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

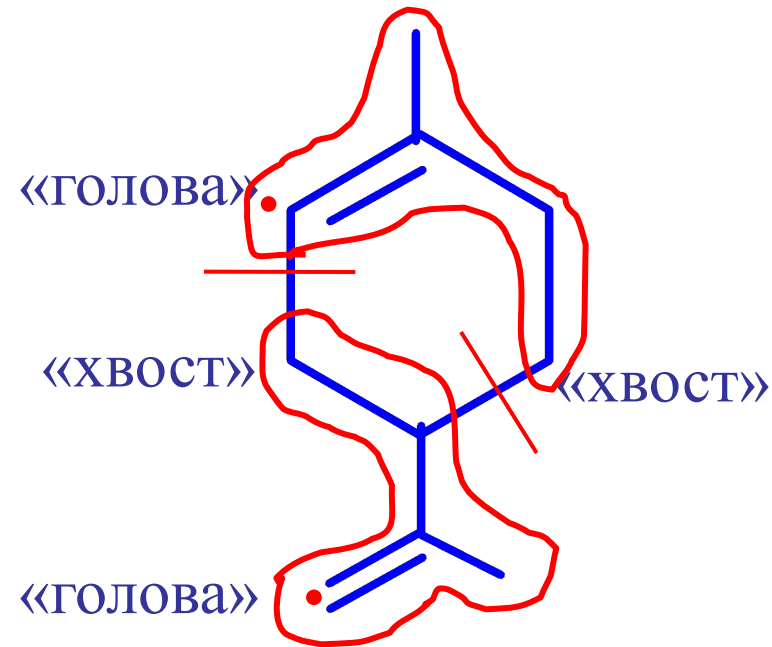
Структура изопрена



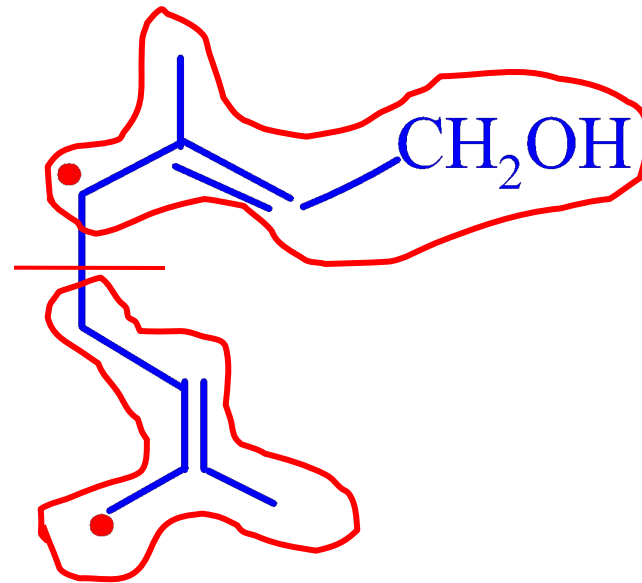
Разветвленный конец
изопреновой единицы –
голова

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)]; A --> C[ациклические]; B --> D[сесквитерпены (n=3)]; B --> E[моноциклические]; D --> F[дитерпены (n=4)]; D --> G[бициклические]; F --> H[тритерпены (n=6)]; F --> I[полициклические]; H --> J[тетратерпены (n=8)]; H --> K[политерпены (n>8)];
```

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

- ациклические
- моноциклические
- бициклические
- полициклические

Монотерпены –

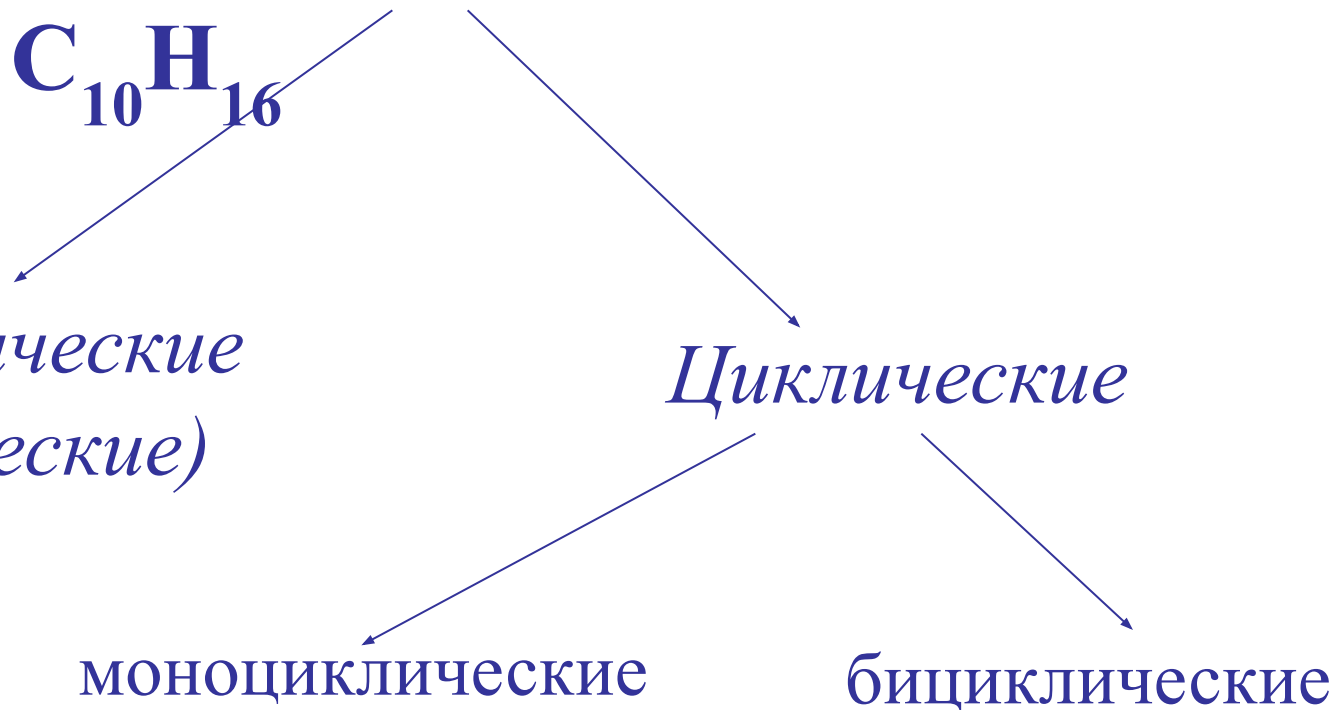


*Алифатические
(ациклические)*

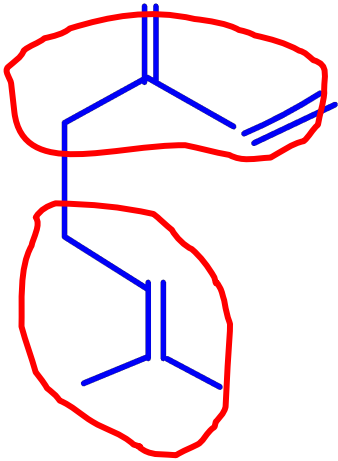
Циклические

МОНОЦИКЛИЧЕСКИЕ

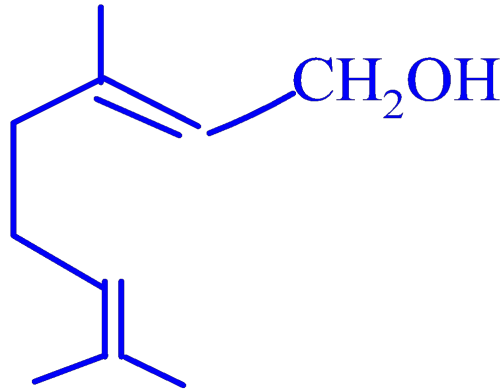
БИЦИКЛИЧЕСКИЕ



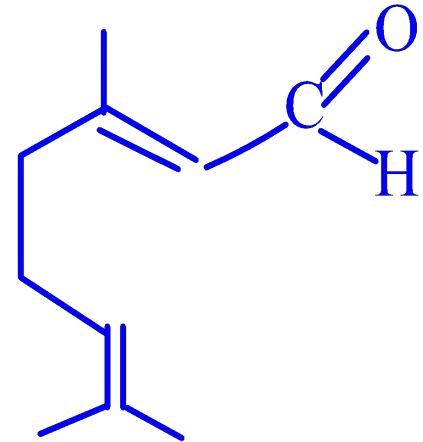
Ациклические терпены



мирцен

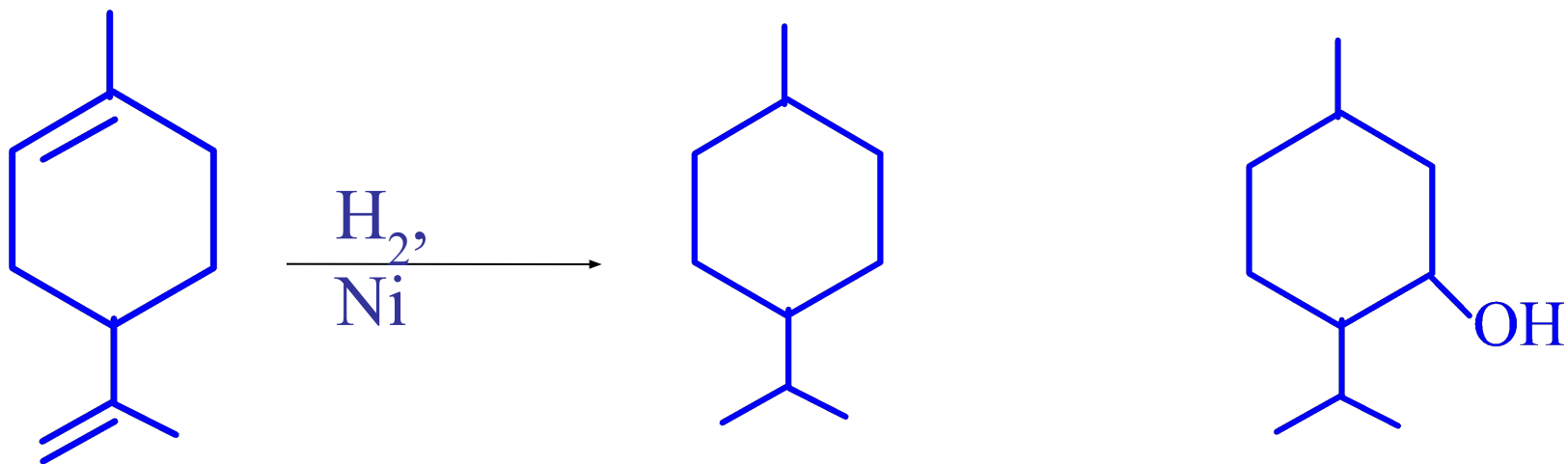


гераниол



гераниаль
(цитраль)

Моноциклические терпены

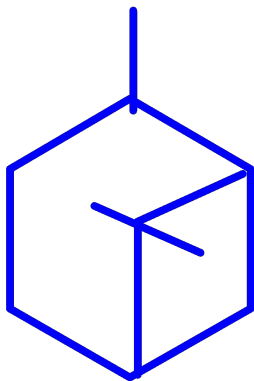


ЛИМОНЕН

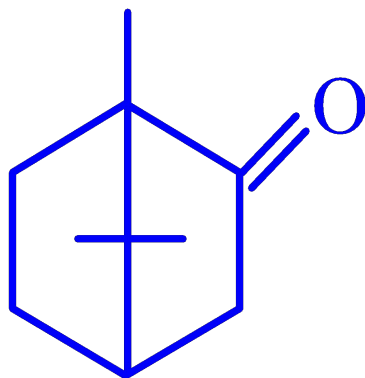
МЕНТАН

МЕНТОЛ

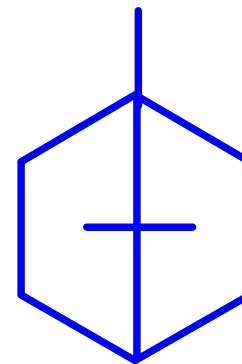
Бициклические терпены



пинан

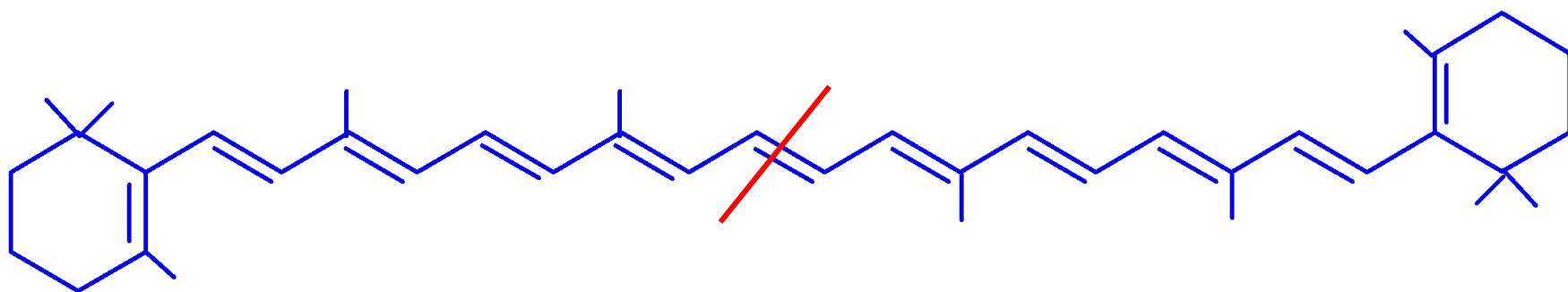


камфора



камфан

Тетратерпены

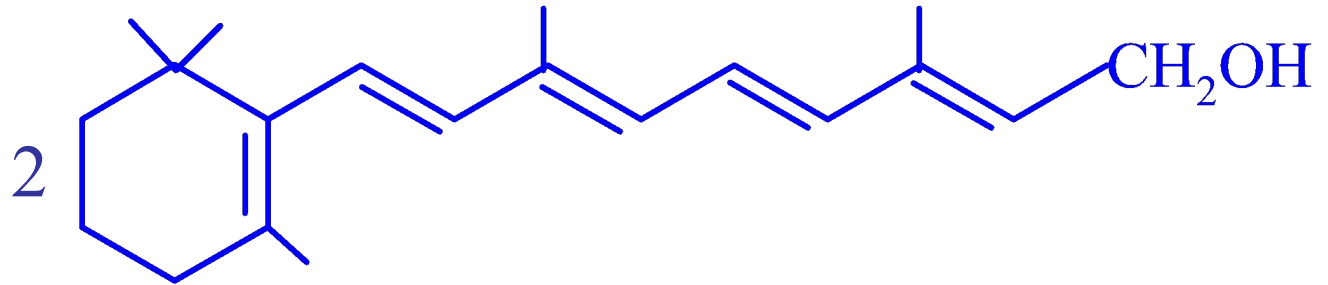


β-каротин

Дитерпены

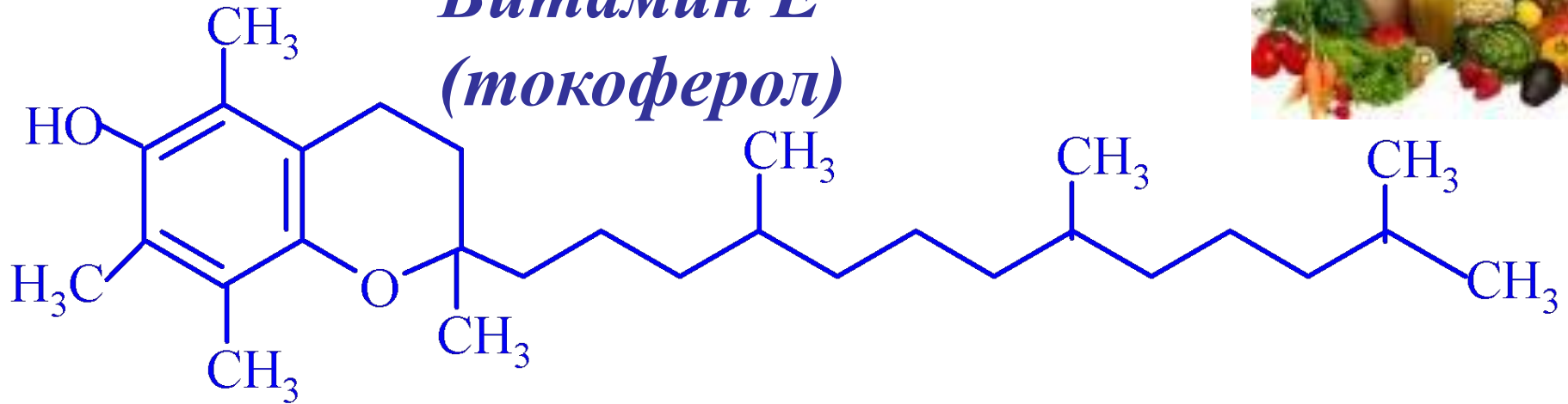
Витамин А

β-каротин



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):

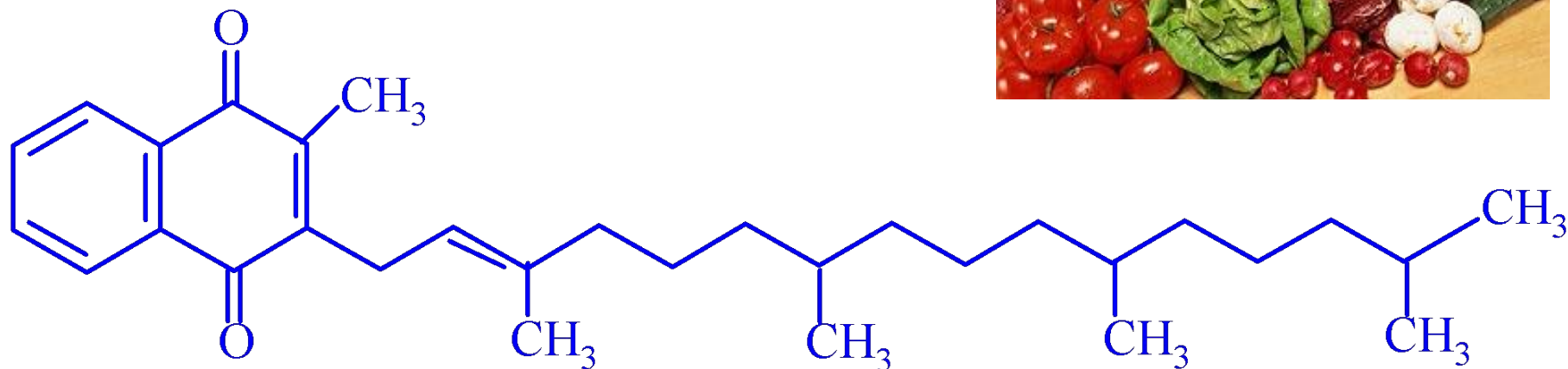
- вещество-антиоксидант
- Замедляет процесс старения клеток
- Способствует обогащению крови кислородом
 - Улучшает питание клеток
 - Укрепляет стенки кровеносных сосудов
- Защищает красные кровяные тельца от вредных токсинов
- Предотвращает образование тромбов и способствует их рассасыванию
 - Укрепляет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

Источники витамина Е (токоферола):

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

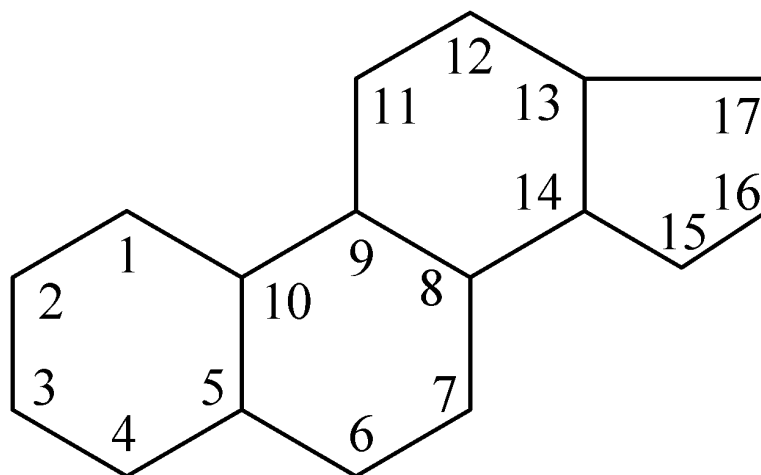
Витамин K₁

производное 1,4-нафтохинона



стимулирует свертывание крови

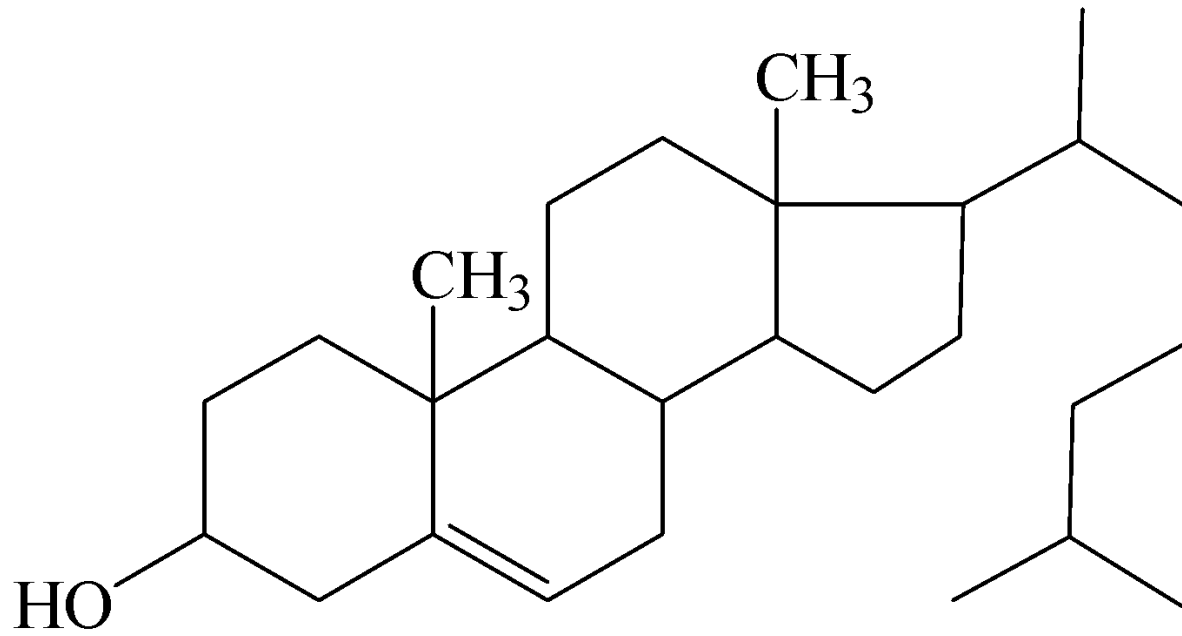
Стероиды



Гонан

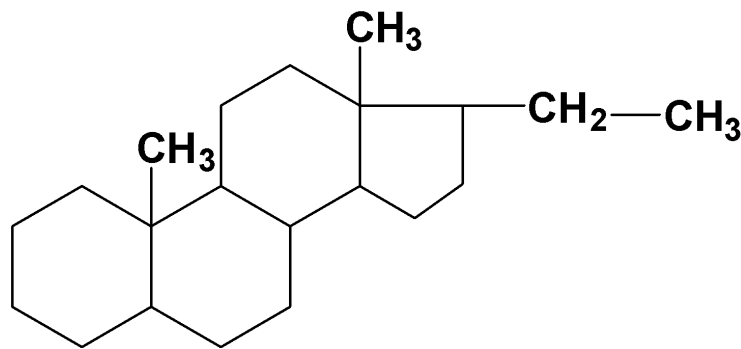
пергидроциклопентафенантрен

Холестерин

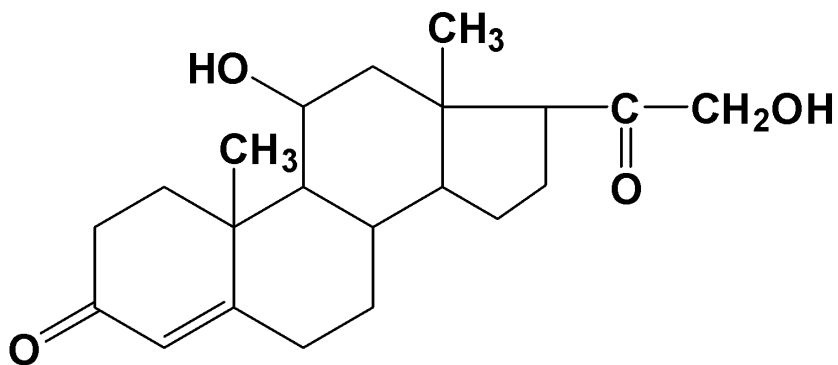


Стероидные гормоны

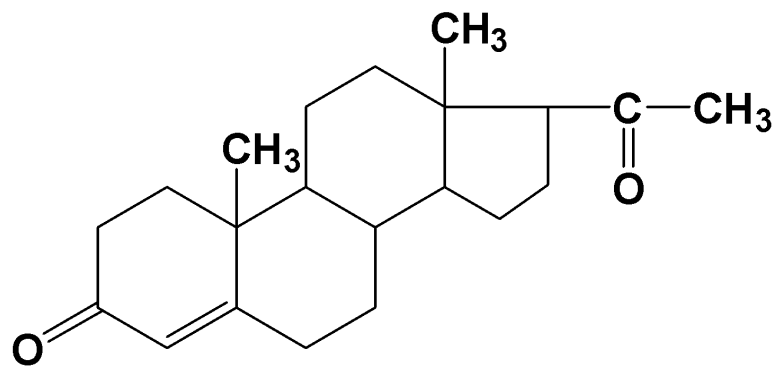
Производные прегнана



Прегнан

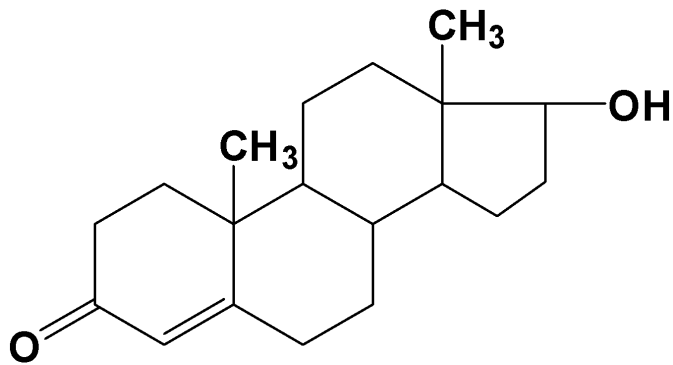


Кортикостерон

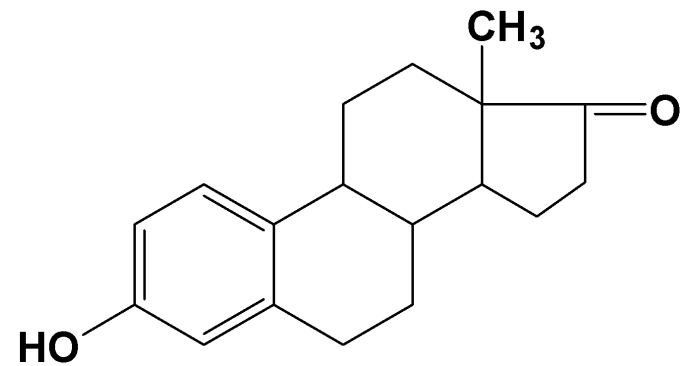


Прогестерон

Стероидные гормоны



Тестостерон



Эстрон