

**С.Ж. АСФЕНДИЯРОВ АТЫНДАҒЫ  
ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ МЕДИЦИНА УНИВЕРСИТЕТІ**



**КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
С.Д. АСФЕНДИЯРОВА**

**Модуль фармацевт-токсиколог.  
Тема: «Липиды. Терпены. Стероиды.  
Классификация. Номенклатура.»**

Выполнила: Сапахова Л  
ФА12-4-1  
Проверила: Ильясова М.И.

# План

1. Введение.
2. Номенклатура.
3. Классификация липидов.
  - Жирные кислоты
  - Глицеринсодержащие липиды
  - Несодержащие глицерин
3. Алифатические спирты и воска
4. Терпены
5. Классификация терпенов
6. Стероиды
7. Классификация стероидов
8. Список использованной литературы.

# Липиды

- Липиды (от греч. липос – жир) – низкомолекулярные органические соединения, полностью или почти полностью нерастворимые в воде, могут быть извлечены из клеток животных, растений и микроорганизмов неполярными органическими растворителями, такими, как хлороформ, эфир, бензол.
- Гидрофобность (или липофильность) является отличительным свойством этого класса соединений, хотя по природе - химическому составу и структуре – они весьма разнообразны. В их состав входят спирты, жирные кислоты, азотистые соединения, фосфорная кислота, углеводы и другие соединения. Следовательно, учитывая различия в химическом строении, свойствах и функциях соединений, относящихся к липидам, дать единое определение для представителей этого класса веществ невозможно.

В зависимости от компонентного состава липиды подразделяют на две большие группы:

- простые, продуктами гидролиза которых являются высшие карбоновые кислота и спирты
- сложные, продуктами гидролиза которых, кроме высших карбоновых кислот и спиртов, являются и другие вещества.

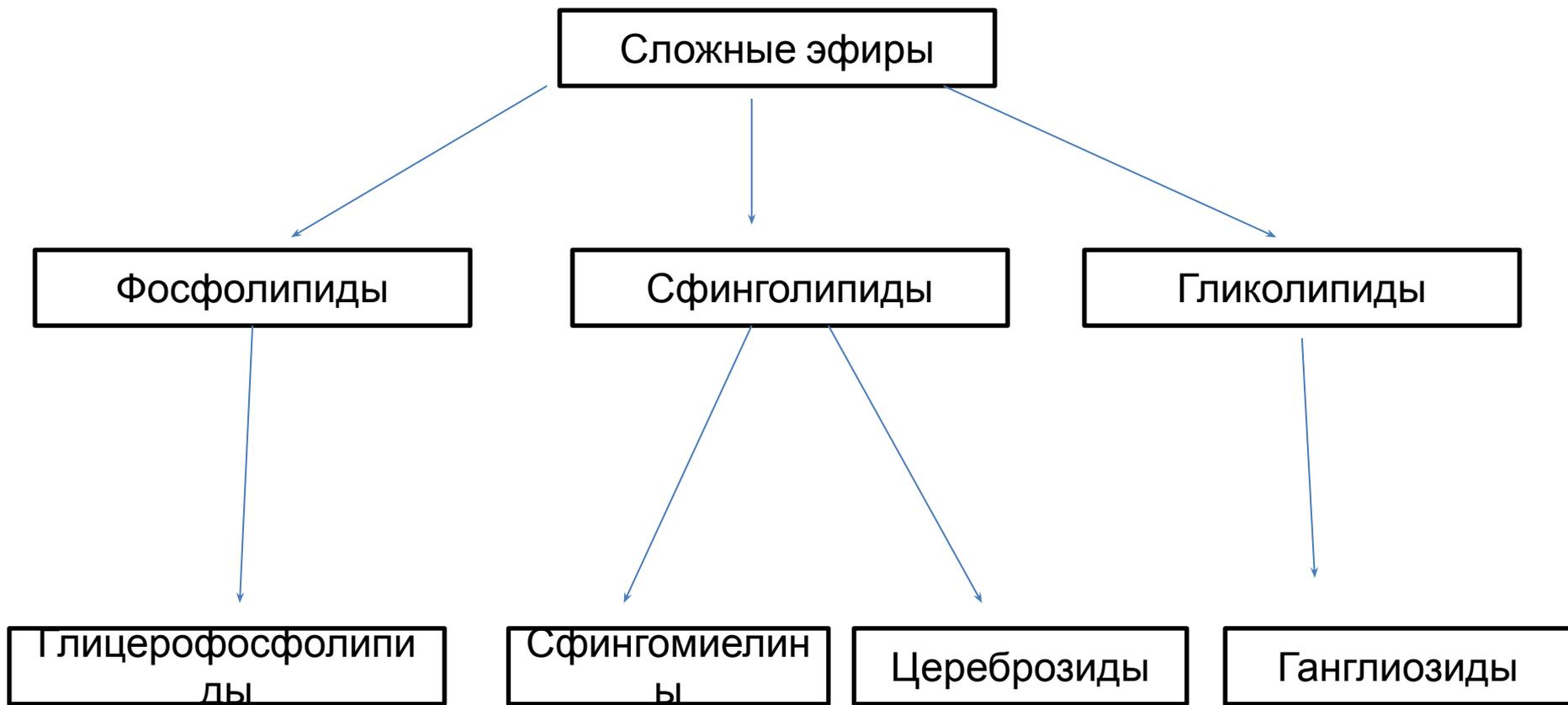
Простые липиды

```
graph TD; A[Простые липиды] --> B[Воски (алкилацилаты)]; A --> C[Жиры и масла (триацилглицерины)]; A --> D[Церамиды (N-ацилсфингозины)];
```

Воски (алкилацилаты)

Жиры и масла  
(триацилглицерины)

Церамиды (N-  
ацилсфингозины)



# Номенклатура

- При составлении названий липидов правилами ИЮПАК для некоторых кислот (лауриновая, миристиновая, пальмитиновая, стеариновая) разрешено использование их тривиальных названий.
- В области ненасыщенных высших жирных кислот существуют разные способы обозначения положения и конфигурации двойных связей.

**Способ 1.В** сокращенном виде указывается число атомов углерода в углеводородной цепи и через двоеточие число двойных связей; положение двойных связей обозначаются цифрами с указанием цис или транс - конфигурации латинскими буквами c или t соответственно.

Поскольку природные высшие жирные кислоты имеют в основном цис-конфигурацию двойной связи, буквы c и t в сокращенных названиях очень часто опускаются.

# Номенклатура

- **Способ 2.** В сокращенном виде указывается число атомов углерода в углеводородной цепи и через двоеточие число двойных связей. Положение двойных связей обозначается у буквы греч. «дельта» в виде верхнего правого индекса.
- **Способ 3.** Поскольку все природные полиеновые кислоты являются соединениями с метиленразделенными цис-двойными связями, для них бывает достаточно указать положение только одной двойной связи через двоеточие после атома углерода в цепи.

# Классификация липидов

Номенклатура липидов чрезвычайно обширна, поскольку само понятие позволяет включать в класс липидов разнообразные соединения. Примерная классификация может выглядеть следующим образом:

## **I. Жирные кислоты**

### 1. Производные арахидоновой кислоты:

Простагландины;

Тромбоксаны;

Лейкотриены.

## **II. Глицеринсодержащие липиды**

### 1. Нейтральные жиры

А) моно-, ди-, триглицериды;

Б) простые эфиры глицерина;

В) гликозилглицериды

### III. Несодержащие глицерин

#### 1. Сфинголипиды

а) церамиды

б) сфингомиелины

в) гликосфинголипиды (церебозиды, ганглиозиды)

#### 2. Алифатические спирты и воска

#### 3. Терпены

#### 4. Стероиды

# I. Жирные кислоты

- 1. Насыщенные и ненасыщенные прямоцепочечные

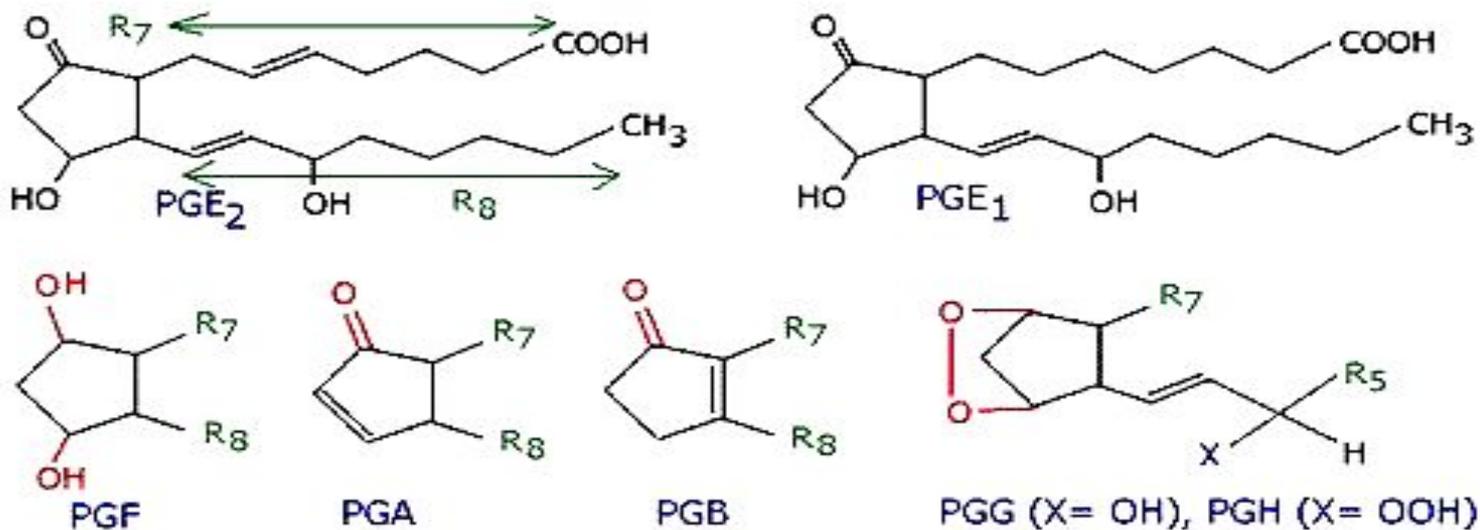
<i>C</i>	<i>насыщенные</i>	<i>ненасыщенные</i>
16	пальмитиновая (гексадекановая)	пальмитолеиновая (D <sup>9</sup> -гексадеценовая)
18	стеариновая (октадекановая)	олеиновая (D <sup>9</sup> -октадеценовая) линолевая (D <sup>9,12</sup> -октадекадиеновая) линоленовая (D <sup>9, 12, 15</sup> -октадекатриеновая)
20	арахиновая (эйкозановая)	арахидоновая (D <sup>5,8,11,14</sup> -эйкозатетраеновая)

Все ненасыщенные связи в природных кислотах имеют конфигурации “*цис*”.

# Производные арахидоновой кислоты

## Простагландины

Простагландины представляют собой производные арахидоновой кислоты, содержащие пятичленные циклы, гидроксильные группы и кратные связи. Число кратных связей указывается номером (подстрочный индекс), заместители при пятичленном цикле определяют класс простагландинов:

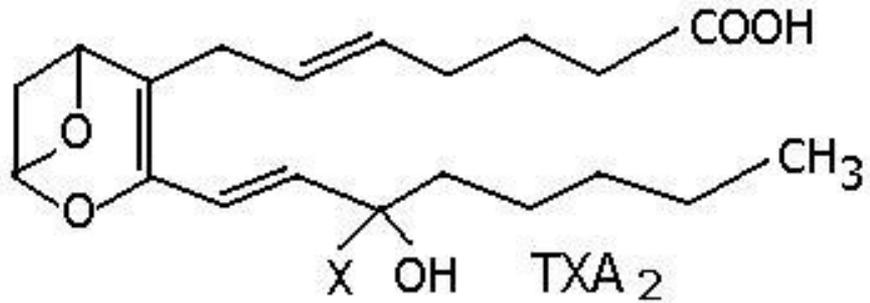


PGG (X= OH), PGH (X= OOH)

ПРОСТАГЛАНДИНЫ

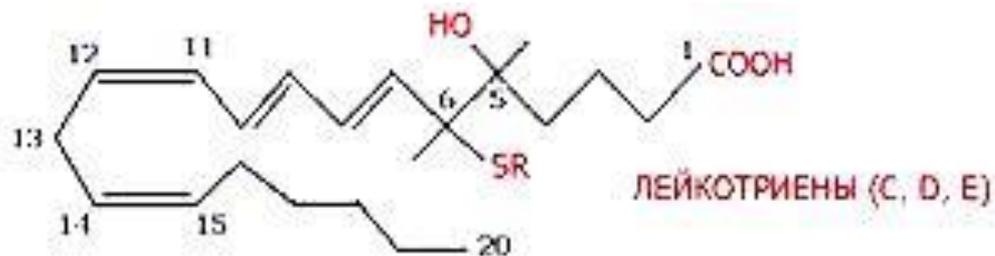
## Тромбоксаны

Отличаются наличием шестичленного, содержащего кислород, цикла в молекуле:



## ЛЕЙКОТРИЕНЫ

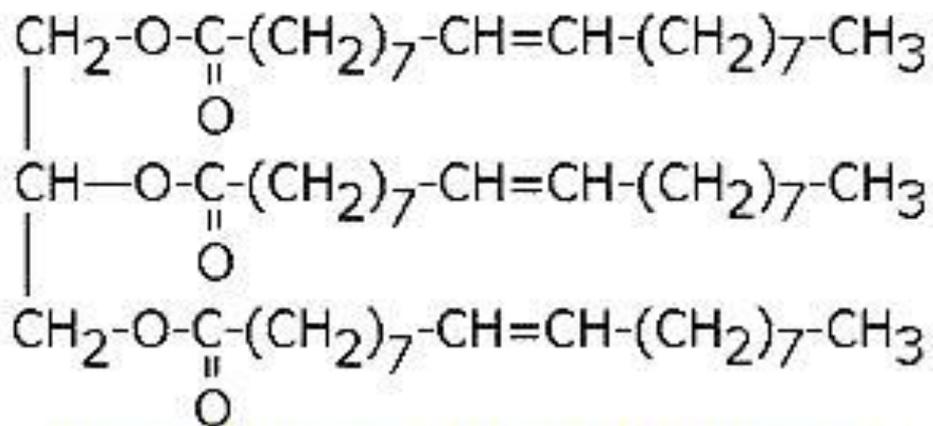
Не содержащие циклов производные арахидоновой кислоты:



## II. Глицеринсодержащие липиды

### 1. Нейтральные жиры

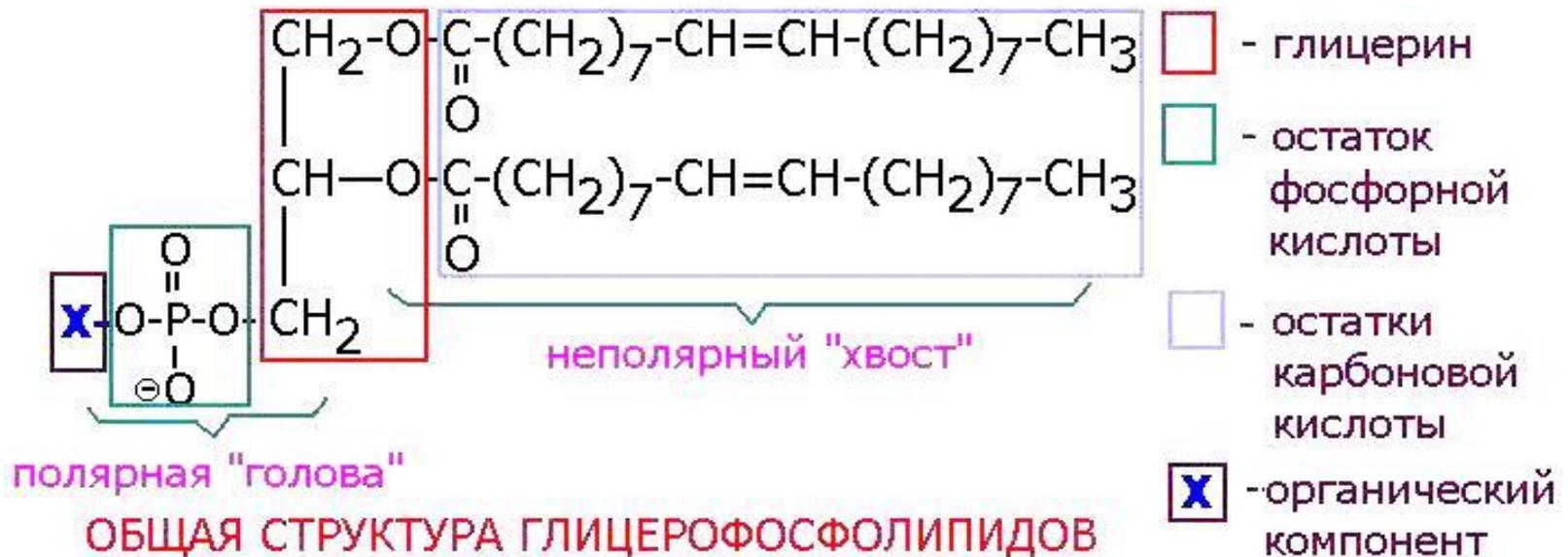
а) простые и смешанные моно-, ди- и триацилглицерины.



триацилглицерин (триолеат глицерина)

## 2. Фосфолипиды (глицерофосфолипиды):

### а) фосфатиды:



X= -CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>N<sup>+</sup> - фосфатидилхолины

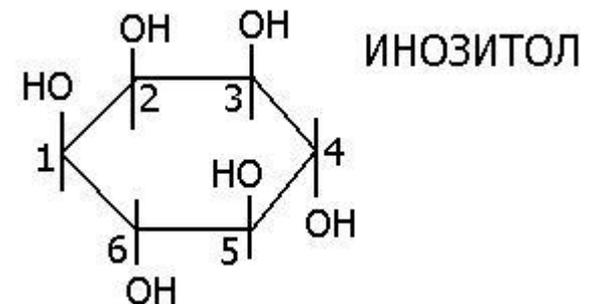
X= -CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-NH<sub>2</sub> - фосфатидилэтаноламины X=

-CH<sub>2</sub>-CH(NH<sub>2</sub>)COOH- фосфатидилсерины

X= -CH<sub>2</sub>-CH(OH)-CH<sub>2</sub>-OH - фосфатидилглицерины

X= сахар- фосфатидилсахара

X= циклоспирт

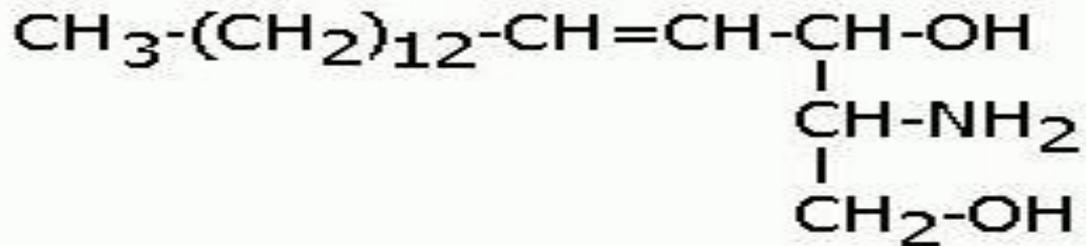




# III. Несодержащие глицерин

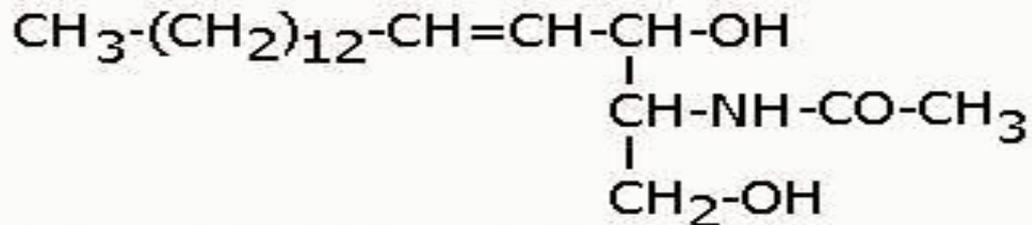
## 1. Сфинголипиды

Подобно глицерину в глицерофосфолипидах, в сфинголипидах "образующим" спиртом является аминоспирт СФИНГОЗИН":



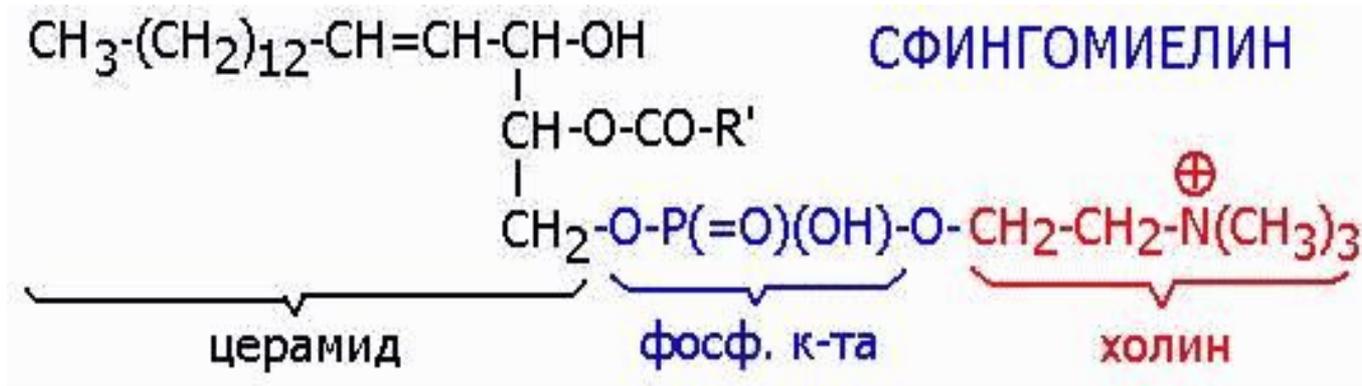
**аминоспирт СФИНГОЗИН-  
основа сфинголипидов**

а) церамиды представляют собой ацилированный по аминогруппе сфингозин:



**ацетилованный сфингозин-  
ЦЕРАМИД**

б) сфингомиелин-церамид, содержащий остаток холина, присоединенного к гидроксилу сфингозина через фосфорную кислоту, подобно тому, как это наблюдается у глицерофосфолипидов:



в) гликосфинголипиды подразделяются на цереброзиды и ганглиозиды. Цереброзиды содержат остатки глюкозы или галактозы, связанные гликозидной связью с третьим гидроксилом сфингозина (без участия фосфорной кислоты). Ганглиозиды содержат остатки олигосахаридов (цепочки из молекул углеводов) в этих положениях.

## 2. Алифатические спирты и воска

**Воска** – сложные эфиры высших моноатомных спиртов жирного (реже-ароматического) ряда и высших жирных кислот. В качестве примеси содержат некоторое количество свободных ЖК  $C_{14-34}$  и спиртов  $C_{22-32}$ , углеводородов насыщенных  $C_{21-37}$ , ароматические и красящие вещества.

Функция в организме- защита кожи, перьев, плодов.

**Спермацет**- эфир цетилового спирта ( $CH_3(CH_2)_{14}CH_2OH$ ) и пальмитиновой кислоты  $CH_3(CH_2)_{14}COOH$ . Добывается из головы кашалота, где находится в фиброзном мешке в углублении костей черепа. Звукопровод при эхолокации.

**Ланолин** – смазочное вещество шерсти овец. Пчелиный воск, среди прочего, содержит сложный эфир пальмитиновой кислоты  $C_{15}H_{31}COOH$  и мирицилового спирта  $C_{29}H_{59}CH_2OH$  (мирицилпальмитат).

# 3. Терпены

**ТЕРПЕНЫ** – состоят из остатков изопрена  $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$ .

Монотерпены- содержат два остатка изопрена, дитерпены- содержат четыре остатка, тритерпены- шесть остатков и т.Д. Часто образуются циклические структуры.

Монотерпенами являются линалоол (обуславливающий запах ландыша):

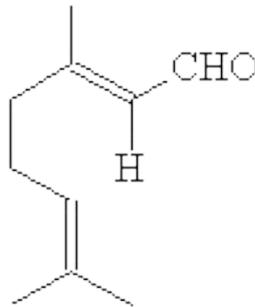


Подкласс	Эмпирическая формула	Распространение в природе	Окисленные формы
Изопрен	$C_5H_8$	Широко распространен в природе	Изопентинилпирофосфат
Монотерпены	$C_{10}H_{16}$	В составе эфирных масел	Терпеновые спирты, альдегиды, кетоны
Сесквитерпены	$C_{15}H_{24}$	В составе эфирных масел; смолы	Спирты, кетоны, лактоны
Дитерпены	$C_{20}H_{32}$	В составе эфирных масел; смолы	$C_{20}$ -терпенол фитол, витамин А, смоляные кислоты
Тритерпены	$C_{30}H_{48}$	Повсеместно в растениях, сквален	Стерины, сапонины, лупеол
Тетратерпеноиды	$C_{40}H_{64}$	Каротины, фитоин	Ксантофиллы
Политерпены	$(C_5H_8)_n$	Каучук, гутта	Отсутствуют

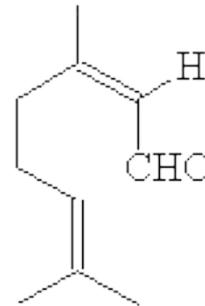
# Монотерпеноиды

Молекулы монотерпеноидов содержат два изопреновых звена.

**Цитраль** является одним из представителей ациклических монотерпеноидов. Его E-изомер называется гераниалем, Z-изомер - нералем

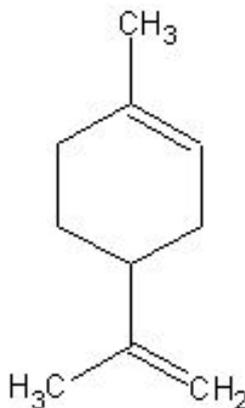


E-диастереомер, гераниаль

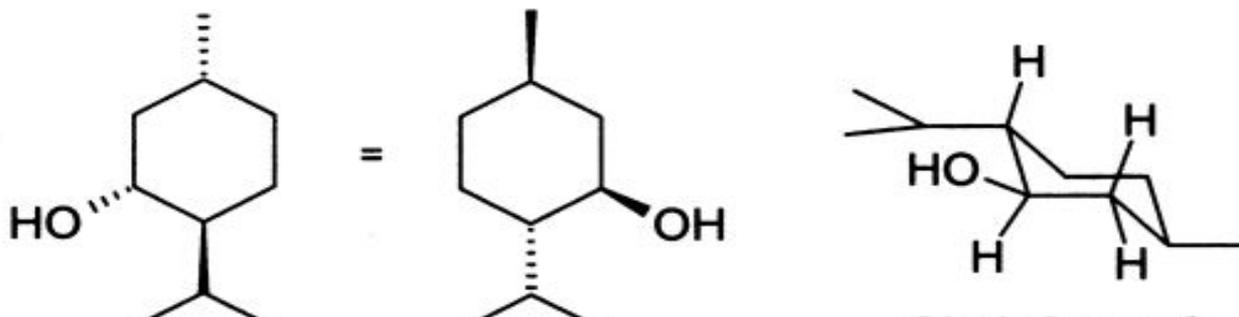


Z-диастереомер, нераль

**Лимонен** – один из наиболее часто встречающихся монотерпеноидов – содержится в лимонном и апельсиновых маслах, в также в маслах укропа, тмина, бергамота. Лимонен является диеновым углеводородом с изолированными двойными связями, поэтому для него характерны многие реакции алкенов.

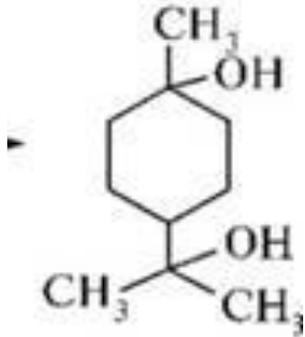


**Ментол** среди спиртов ряда ментана имеет наибольшее значение. Важнейшим природным источником ментола является эфирное масло мяты перечной. Ментол следует рассматривать как вторичный спирт ряда циклогексана.

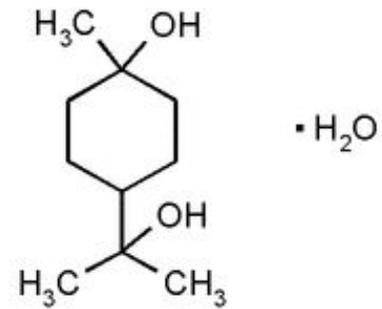


Ментол используется в пищевой и парфюмерной промышленности. Медицинское применение ментола весьма разнообразно: он входит в состав мазей, средств для ингаляций.

**Терпин** существует в виде двух диастереомеров – *цис*- и *транс*-форм. Моногидрат *цис* – 1,8- терпина называется *терпингидратом* и применяется в медицине в качестве отхаркивающего средства.

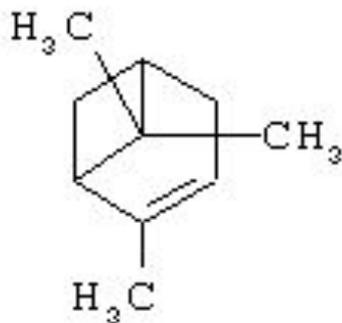


*цис* – 1,8- терпина



*терпингидрат*

**$\alpha$ -пинен** известен как один из самых распространенных в природе терпеноидов. Пипен входит в состав различных эфирных масел, является главным компонентом скипидаров хвойных растений. В основе пипена лежит бициклический насыщенный углеводород пинан.

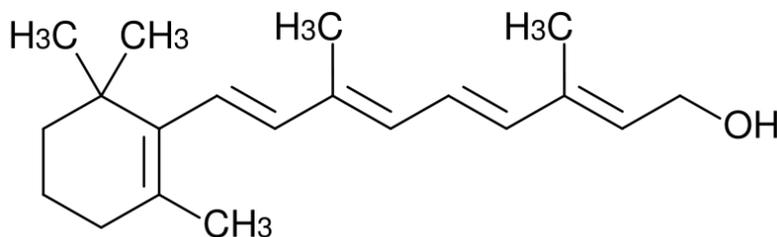


Пинен, будучи наиболее доступным, используется в качестве исходного соединения для получения других терпеноидов, например терпингидрата и камфоры.

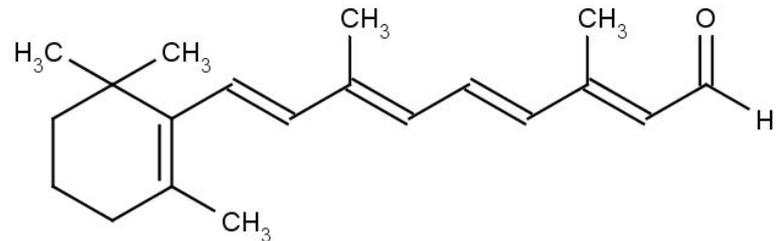
# Ди- и тетратерпеноиды

Молекулы дитерпеноидов содержат четыре изопреновых звена, молекулы тетратерпеноидов (каротиноидов) – восемь

**Ретинол** (витамин А) и ретиналь образуются из каротиноидов. Оба соединения принимают участие в зрительном цикле.

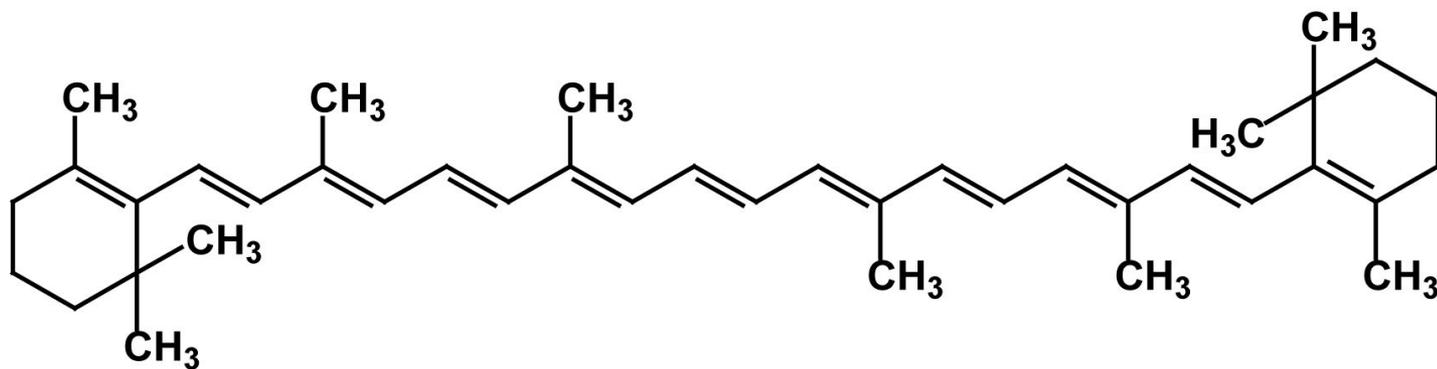


ретинол



ретиаль

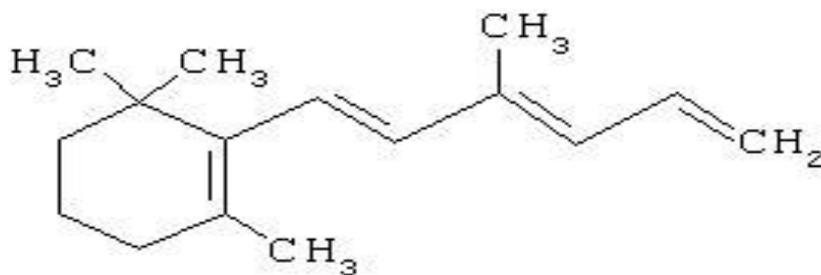
**β- каротин** является наиболее значимым и распространенным каротиноидом. Он содержится в листьях растений, где совместно с хлорофиллом участвует в фотосинтезе, в большом количестве содержится в моркови, люцерне, гречихе и многих других растениях.



β- каротин

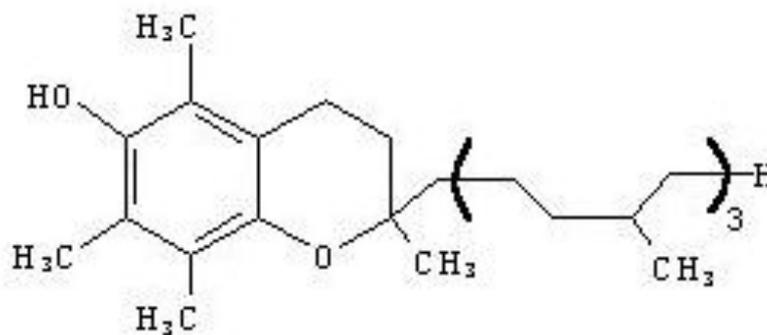
К терпенам относятся также

- **витамин А:**



**Витамин А**

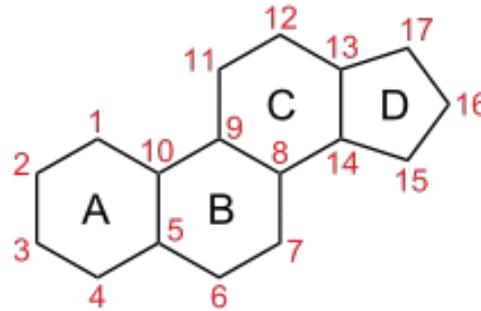
- **витамин Е:**



**альфа-Токоферол (витамин Е)**

## 4. Стероиды

Стероиды представляют собой большую группу природных соединений как животного, так и растительного происхождения. В основе стероидов лежит полициклическая система **гонана**.

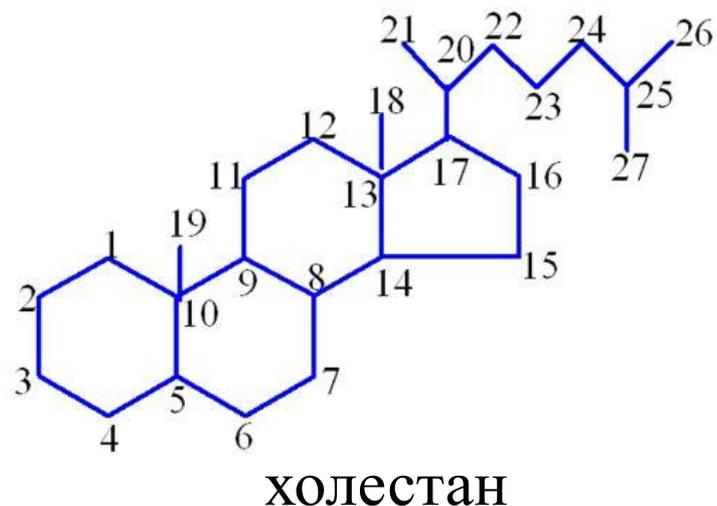
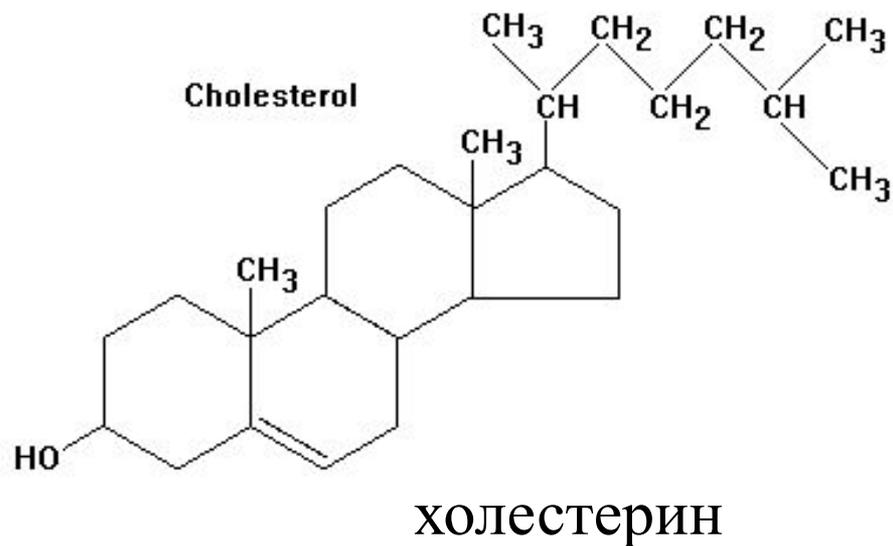


Стероиды делятся на следующие группы:

- стерины
- желчные кислоты
- кортикостероиды
- женские половые гормоны
- мужские половые гормоны
- агликаны сердечных гликозидов

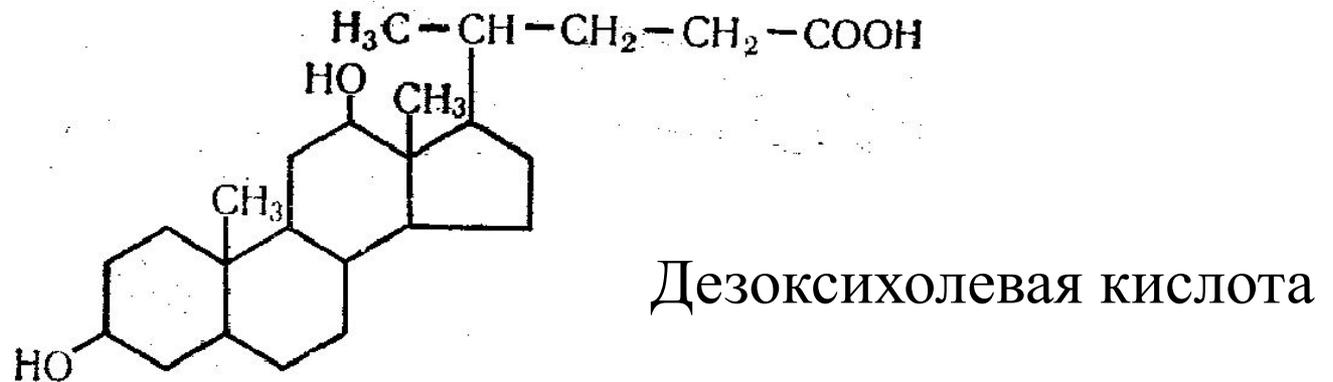
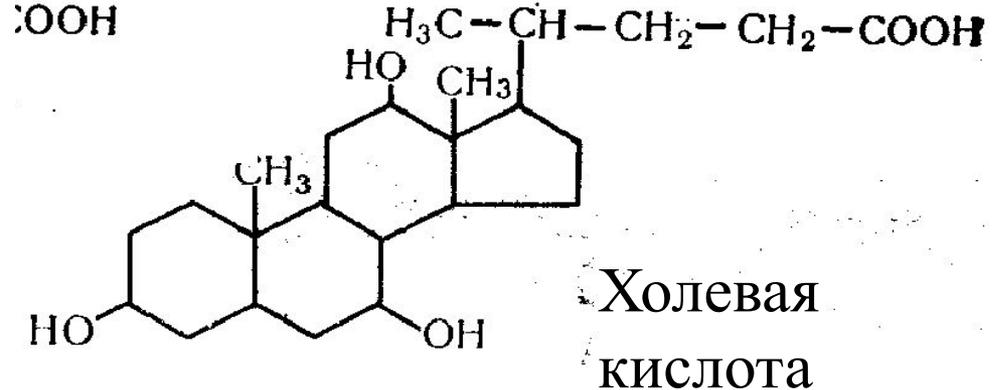
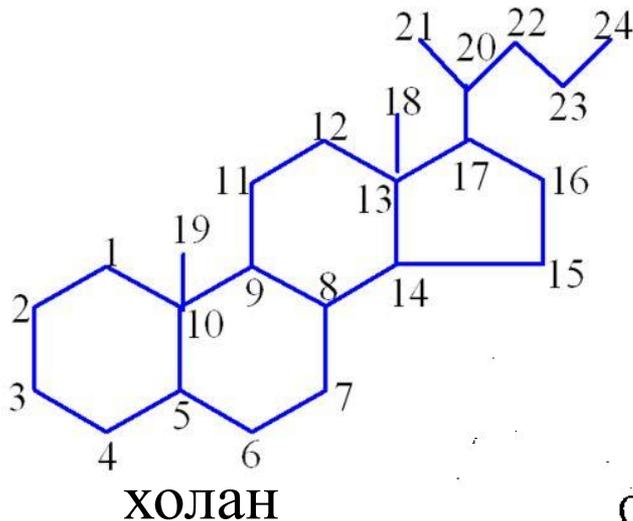
# Стерины

В основе стеринов лежат следующие углеводороды: холестан, эргостан и стигмастан. Различают зоостерины, микостерины и фитостерины. Важнейшим зоостерином является **холестерин**. Холестерин – основной стерин высших животных, в основе лежит углеводород холестан.



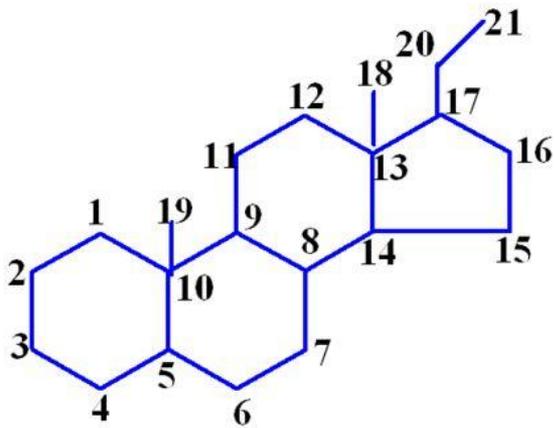
# Желчные кислоты

В основе желчных кислот лежит углеводород холан.  
Представителями желчных кислот являются **холевая** и **дезоксихолевая кислоты**.

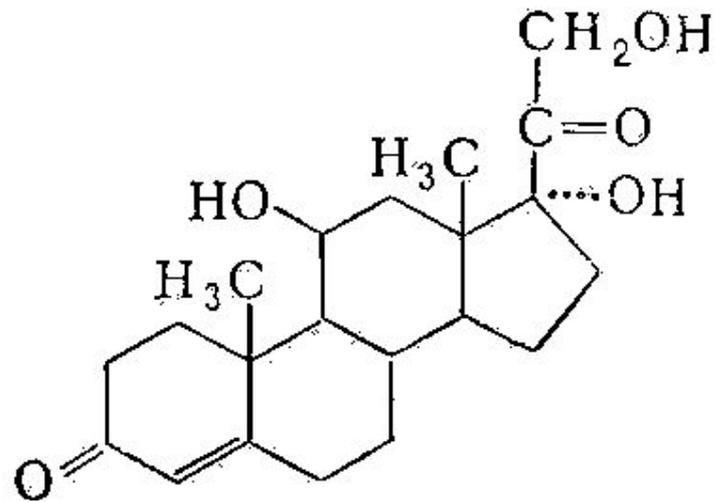


# Кортикостероиды

В основе кортикостероидов лежит углеводород **прегнан**.  
Группа стероидных гормонов, называемых кортикостероидами, синтезируются корой надпочечников. Например, **гидрокортизон** и **дезоксикортекостерон**. Одним из синтетических кортикостероидов является **преднизолон**. И природные, и синтетические кортикостероиды используются в качестве лекарственных средств.



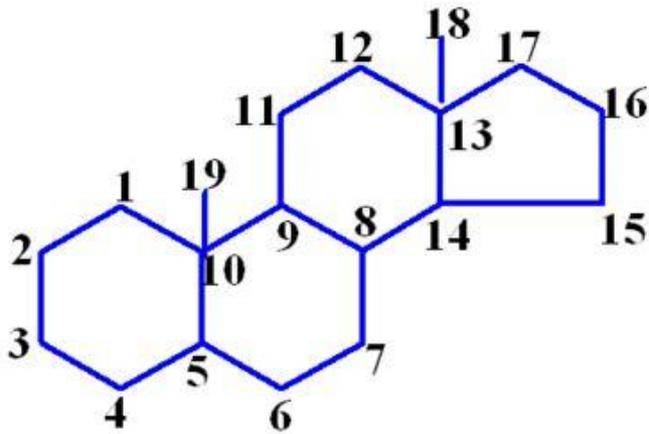
прегнан



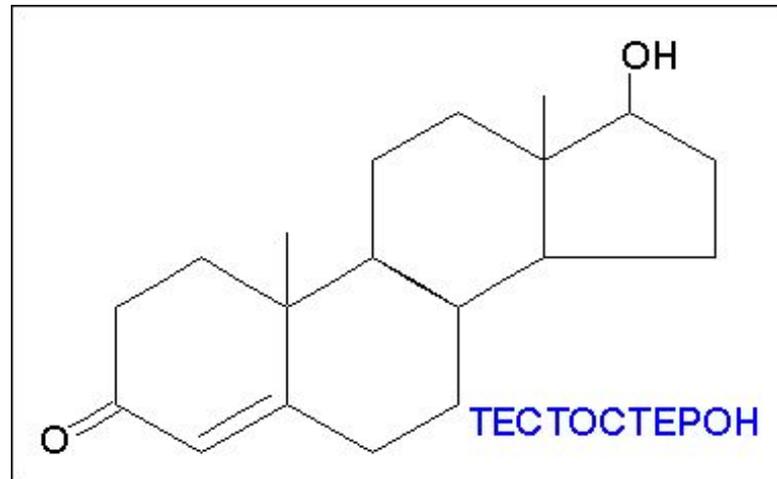
гидрокортизон

# Андрогенные гормоны

В основе андрогенных (мужских половых) гормонов лежит углеводород **андростан**. Главным андрогенным гормоном является **тестостерон**, он проявляет наиболее высокую активность.

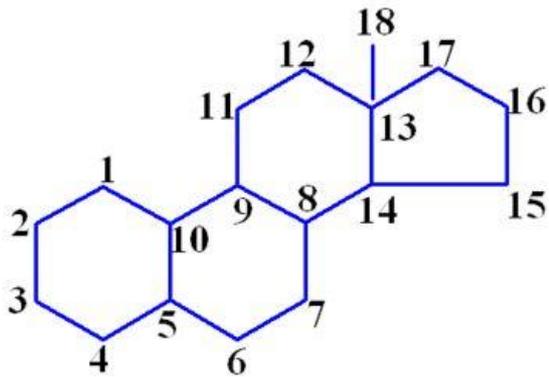


андростан

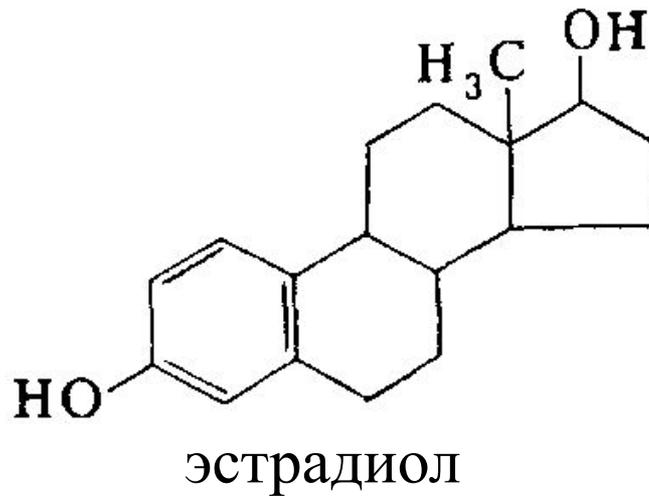


# Эстрогенные гормоны

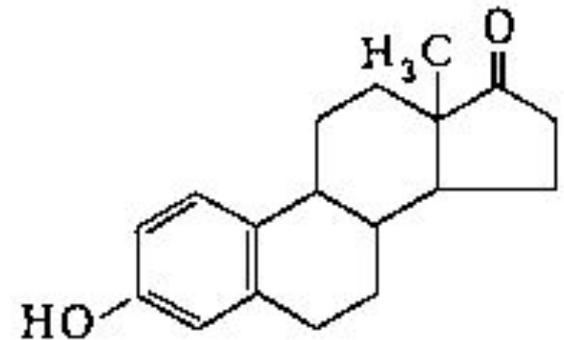
Эстрогенные гормоны управляют женской репродуктивной функцией. В основе эстрогенных (женских половых) гормонов лежит углеводород **эстран**. Важнейшими природными эстрогенными гормонами являются **эстрадиол** и **эстрон**.



эстран



эстрадиол

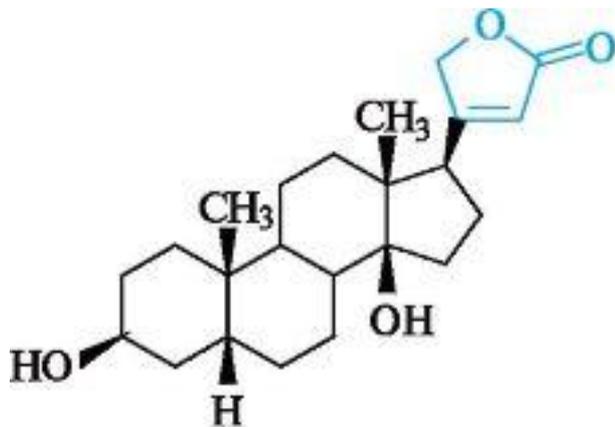


эстрон

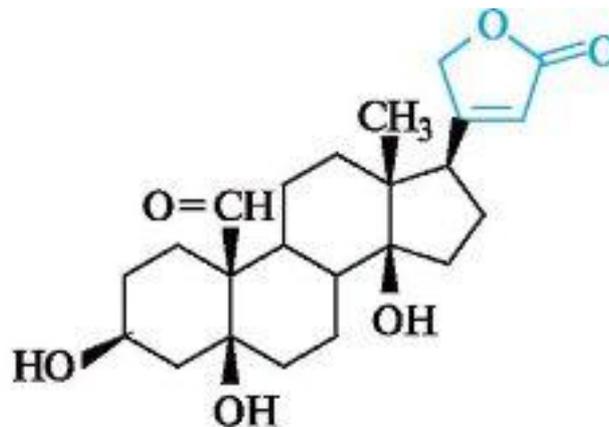
## Сердечные гликозиды

Сердечные гликозиды – стероиды растительного происхождения – состоят из стероидного агликона и углеводной части, как правило олигосахаридной.

В сердечных гликозидах встречаются агликоны двух основных типов карденолиды и буфадиенолиды. Важнейшими карденолидами являются **дигитоксигенин** и **строфантин**.

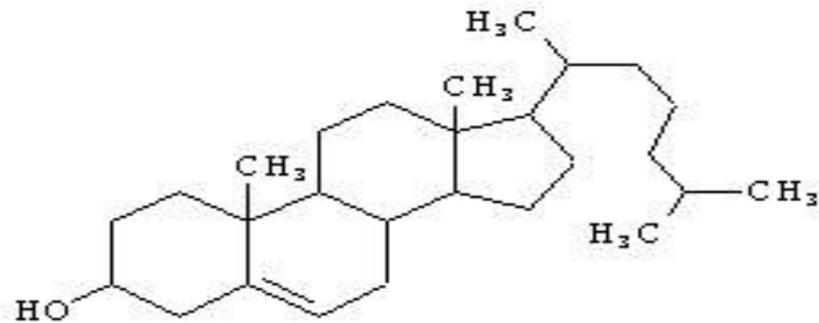


ДИГИТОКСИГЕНИН



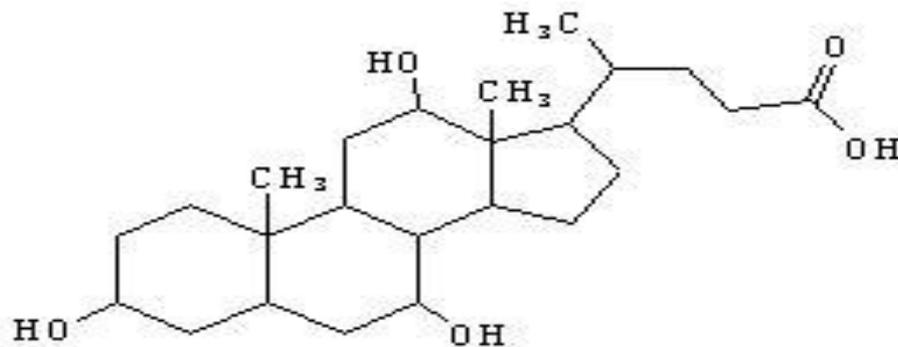
СТРОФАНТИДИН

Стероидную структуру имеют многие гормоны. Наиболее известный из стероидов – **холестерин**,



**ХОЛЕСТЕРИН**

важнейшая функция которого- превращение в гормон прогестерон,  
образование желчи



**ХОЛЕВАЯ КИСЛОТА**

(для облегчения всасывания липидов в тонкой кишке) и витамина D<sub>3</sub>.

# Литература

1. Под редакцией Тюкавкиной Н. А., Органическая химия, Книга 2 Специальный курс, Издательство «Дрофа», Москва, 2009 год.
2. Артеменко, А.И. Удивительный мир органической химии. –М.: Дрофа, 2004. – С. 154 – 157.
3. Тюкавкина, Н.А. Биоорганическая химия / Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков. – М.: Дрофа, 2004. – С. 444 – 484.