

БИОПОЛИМЕР

ЛИПИДЫ **Ы** УГЛЕВОДЫ

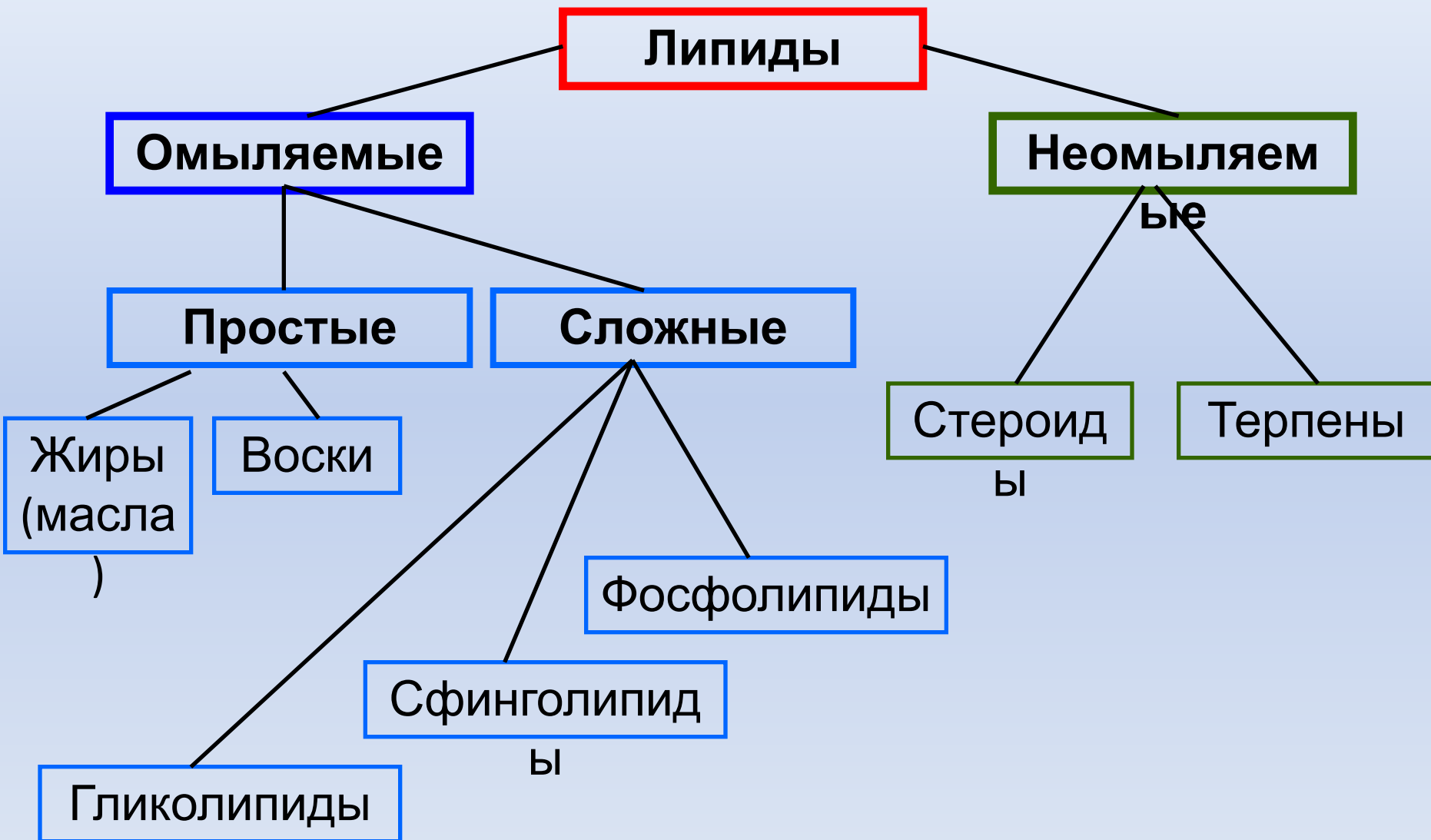
НУКЛЕИНОВЫЕ
КИСЛОТЫ

БЕЛКИ



ЛИПИДЫ

КЛАССИФИКАЦИЯ



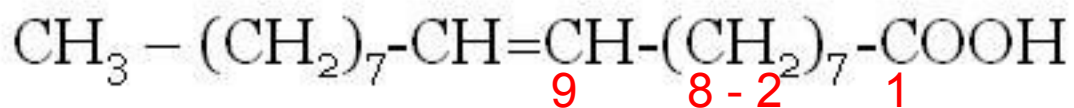
Структурные компоненты омыляемых ЛИПИДОВ

Высшие карбоновые кислоты

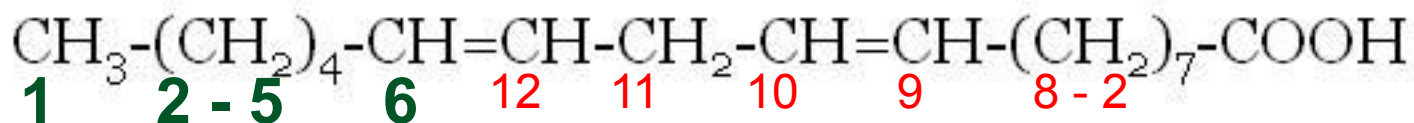
Предельные		Непредельные	
Пальмитиновая я	$(C_{15}H_{31}COO$ $H)$ 16 : 0	Олеиновая	$(C_{17}H_{33}COO$ $H)$ C18 : 1Δ9
Стеариновая	$(C_{17}H_{35}COO$ $H)$ 18 : 0	Линолевая	$(C_{17}H_{31}COO$ $H)$ C18 : 2Δ9,12
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center; background-color: #4a7ebb; color: white; padding: 2px;">Глицерин</p> $\begin{array}{c} CH_2 - CH - CH_2 \\ \quad \quad \\ OH \quad OH \quad OH \end{array}$ </div>		Линоленовая	$(C_{17}H_{29}COO$ $H)$ C18:3Δ9,12,15
		Арахидоно я	$(C_{19}H_{31}COO$ $H)$ C20:4Δ5,8,11,14

- Позиция двойной связи указывается
- начиная с углерода карбоксильной группы;
 - начиная с метильного атома углерода

Олеиновая кислота **C18 : 1Δ9**



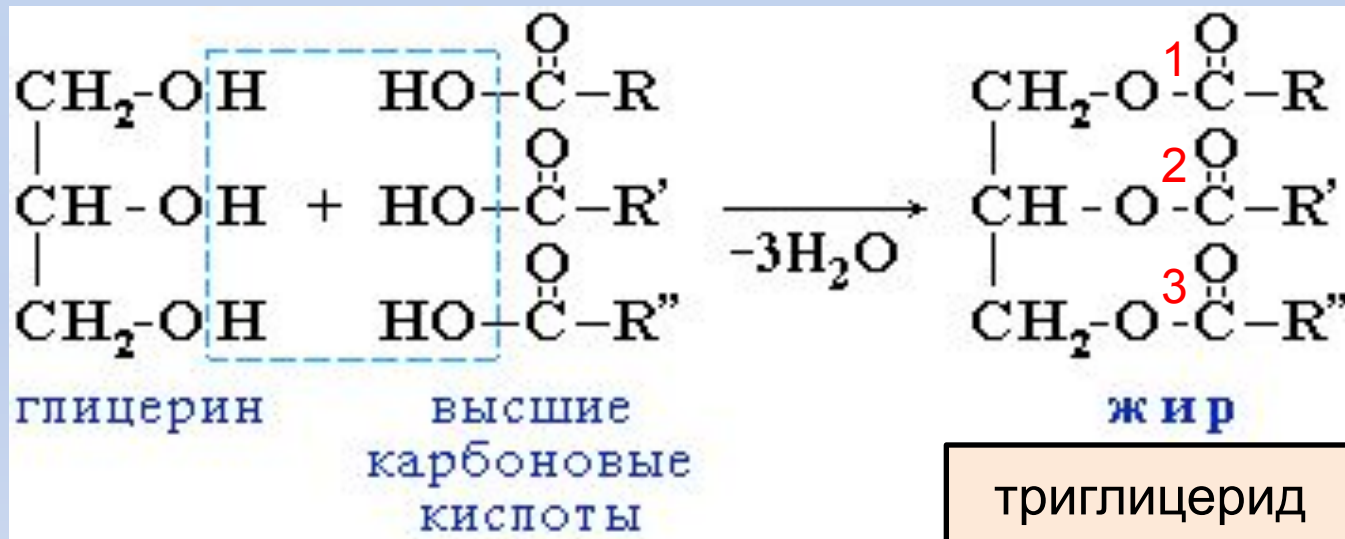
C18 : 2ω6 *Линолевая кислота* **C18 : 2Δ9,12**



C18 : 2ω3 *Линоленовая кислота* **C18:3Δ9,12,15**



Простые липиды (Ацилглицеролы) – двухкомпонентные вещества, являющиеся сложными эфирами высших жирных кислот и глицерина.



Сложные липиды – многокомпонентные молекулы: фосфолипиды, сфинголипиды, гликолипиды.

ФОСФОЛИПИДЫ

```
graph TD; A[ФОСФОЛИПИДЫ] --> B[ГЛИЦЕРОЛ-ФОСФОЛИПИДЫ]; A --> C[СФИНГО-ФОСФОЛИПИДЫ]; B --> D[ФОСФАТИДИЛ-ХОЛИН (ЛЕЦИТИН)]; B --> E[ФОСФАТИДИЛ-ЭТАНОЛАМИН (КЕФАЛИН)]; B --> F[ФОСФАТИДИЛ-ИНОЗИТОЛ]; B --> G[ФОСФАТИДИЛ-СЕРИН]; B --> H[ПЛАЗМАЛОГЕНЫ]; C --> I[СФИНГОМИЕЛИН];
```

The diagram is a hierarchical flowchart. At the top is a blue oval labeled 'ФОСФОЛИПИДЫ'. Two arrows point down from it to a pink oval 'ГЛИЦЕРОЛ-ФОСФОЛИПИДЫ' and a yellow oval 'СФИНГО-ФОСФОЛИПИДЫ'. From the pink oval, five arrows point down to five light red rectangular boxes: 'ФОСФАТИДИЛ-ХОЛИН (ЛЕЦИТИН)', 'ФОСФАТИДИЛ-ИНОЗИТОЛ', 'ФОСФАТИДИЛ-СЕРИН', 'ПЛАЗМАЛОГЕНЫ', and 'ФОСФАТИДИЛ-ЭТАНОЛАМИН (КЕФАЛИН)'. From the yellow oval, one arrow points down to a light yellow rectangular box labeled 'СФИНГОМИЕЛИН'.

ГЛИЦЕРОЛ-ФОСФОЛИПИДЫ

ФОСФАТИДИЛ-ХОЛИН
(ЛЕЦИТИН)

ФОСФАТИДИЛ-ИНОЗИТОЛ

ПЛАЗМАЛОГЕНЫ

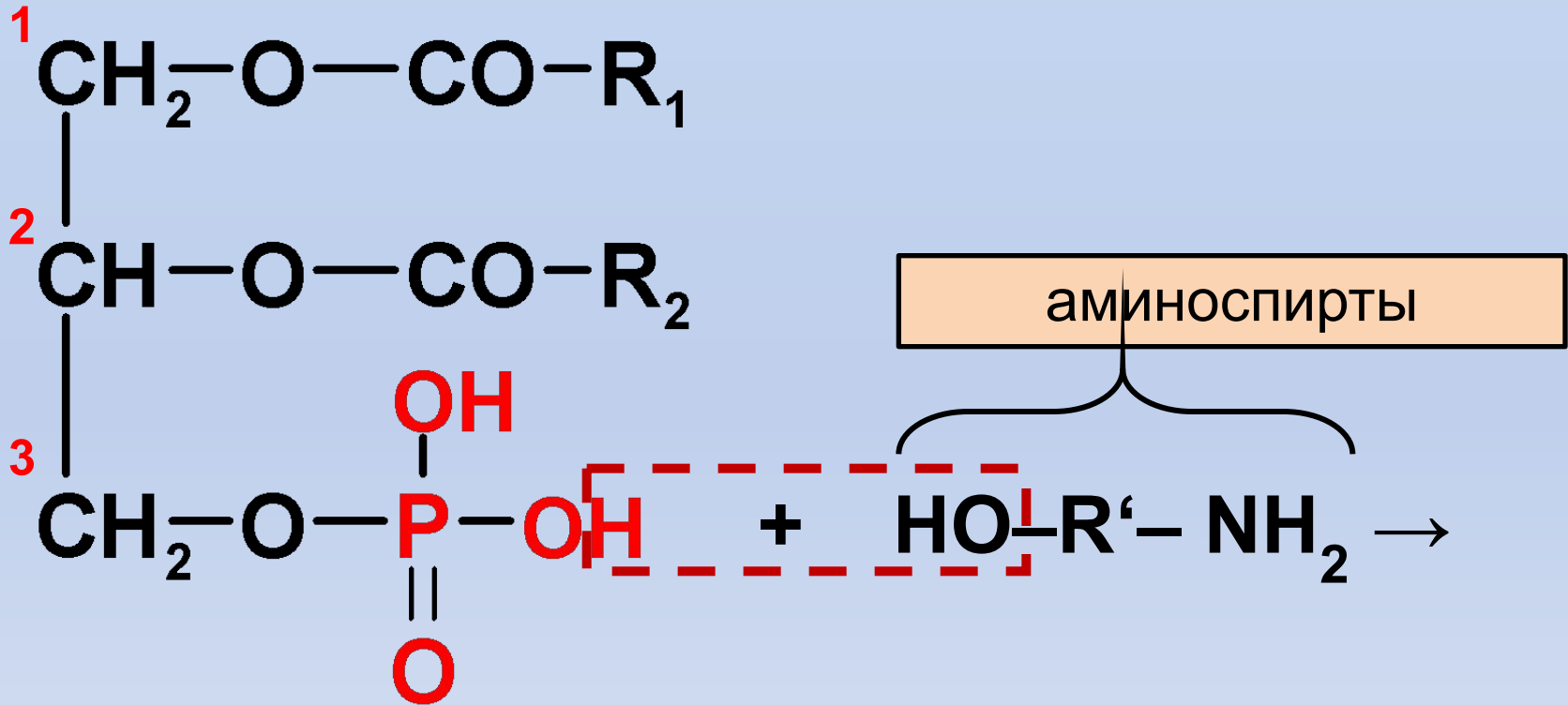
ФОСФАТИДИЛ-ЭТАНОЛАМИН
(КЕФАЛИН)

ФОСФАТИДИЛ-СЕРИН

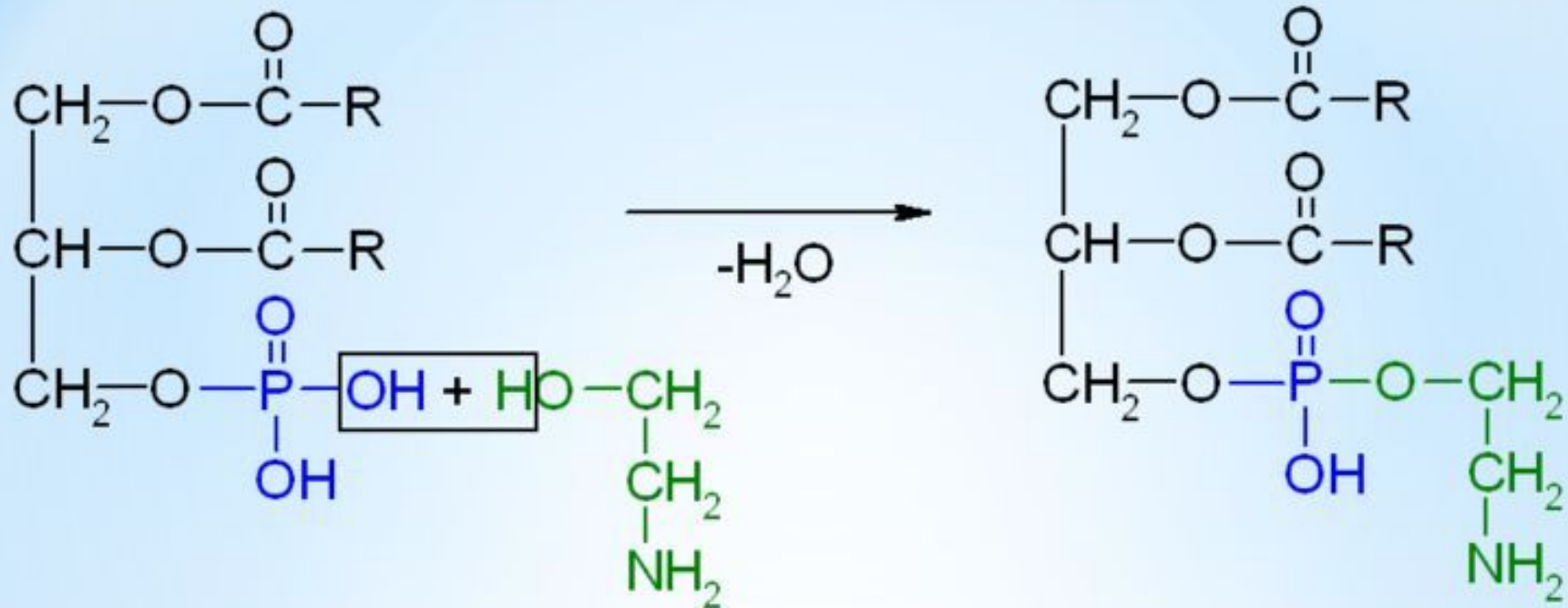
СФИНГО-ФОСФОЛИПИДЫ

СФИНГОМИЕЛИН

Глицерофосфолипиды содержат:
глицерин, фосфорную к-ту, два остатка ВКК и
аминоспирт.



фосфатидная кислота

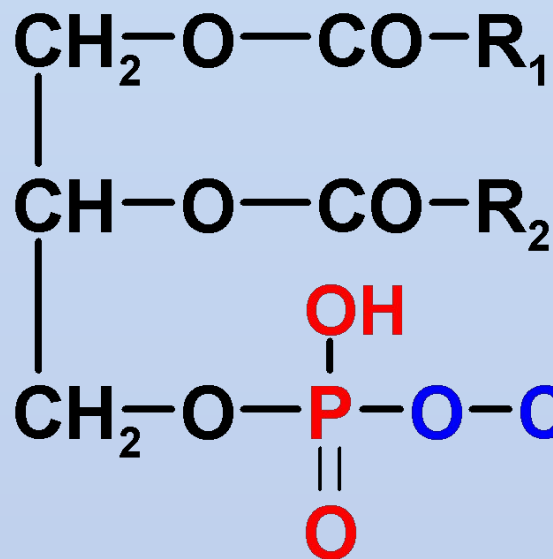


фосфатидная
кислота

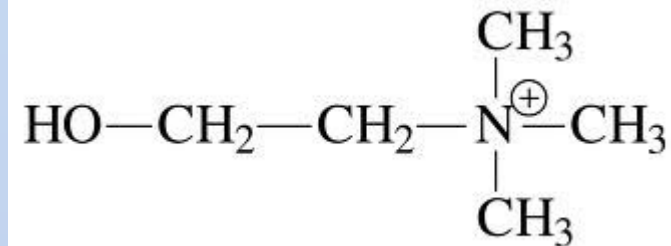
этаноламин
(коламин)

Фосфатидил-
этаноламин
(кефалин)

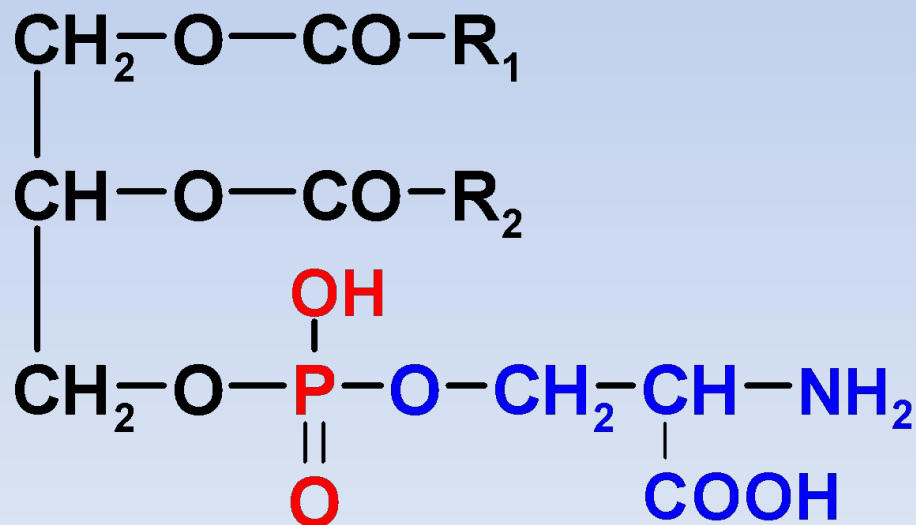
Незаменимые компоненты нервных клеток, клеточных мембран. Недостаток порождает малокровие, заболевание нервной системы.



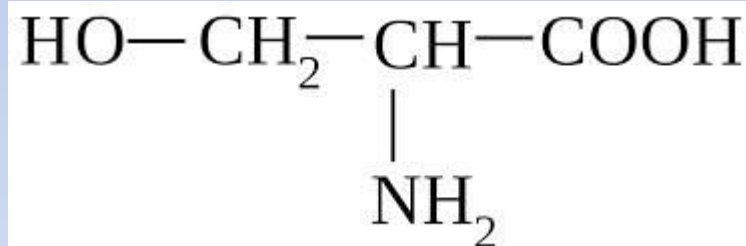
фосфатидилхолин (лецитин)



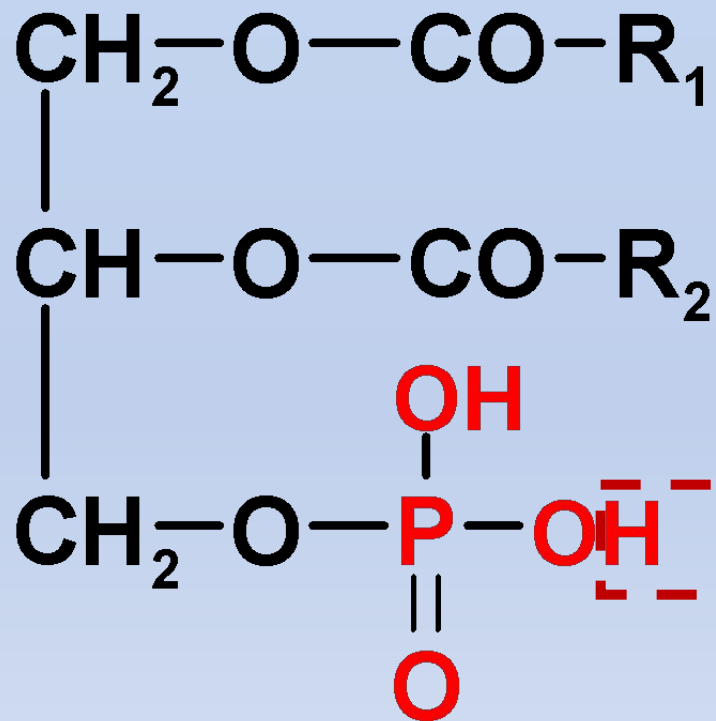
ХОЛИН



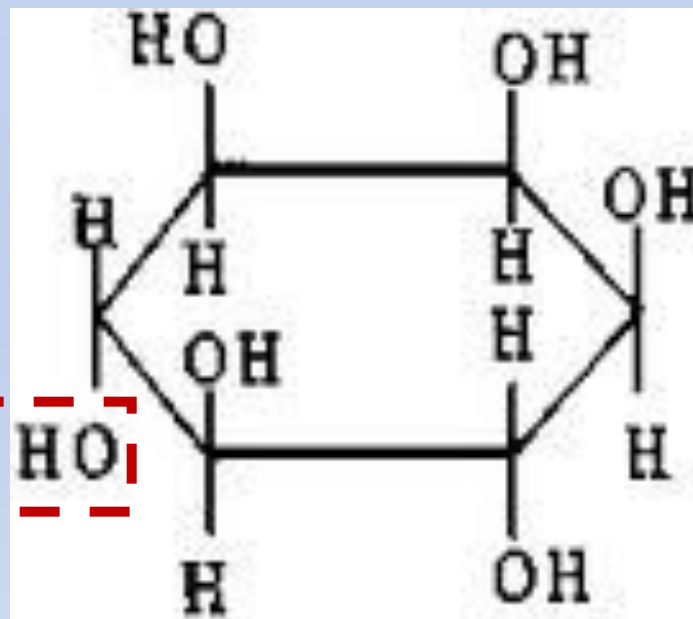
фосфатидилсерин



серин

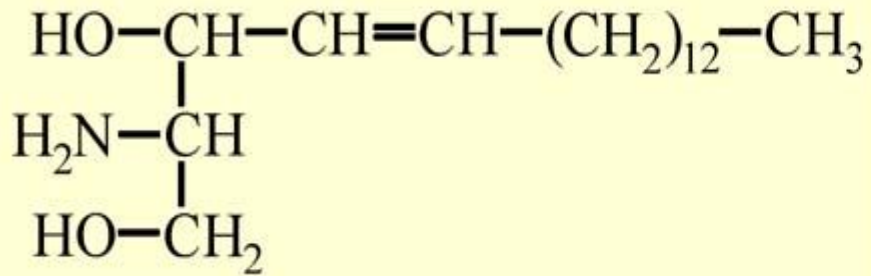


Инозитол
(витамин В₈)

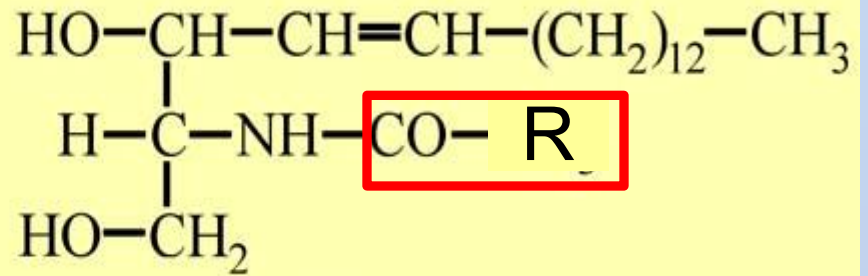


→ фосфатидинозитол

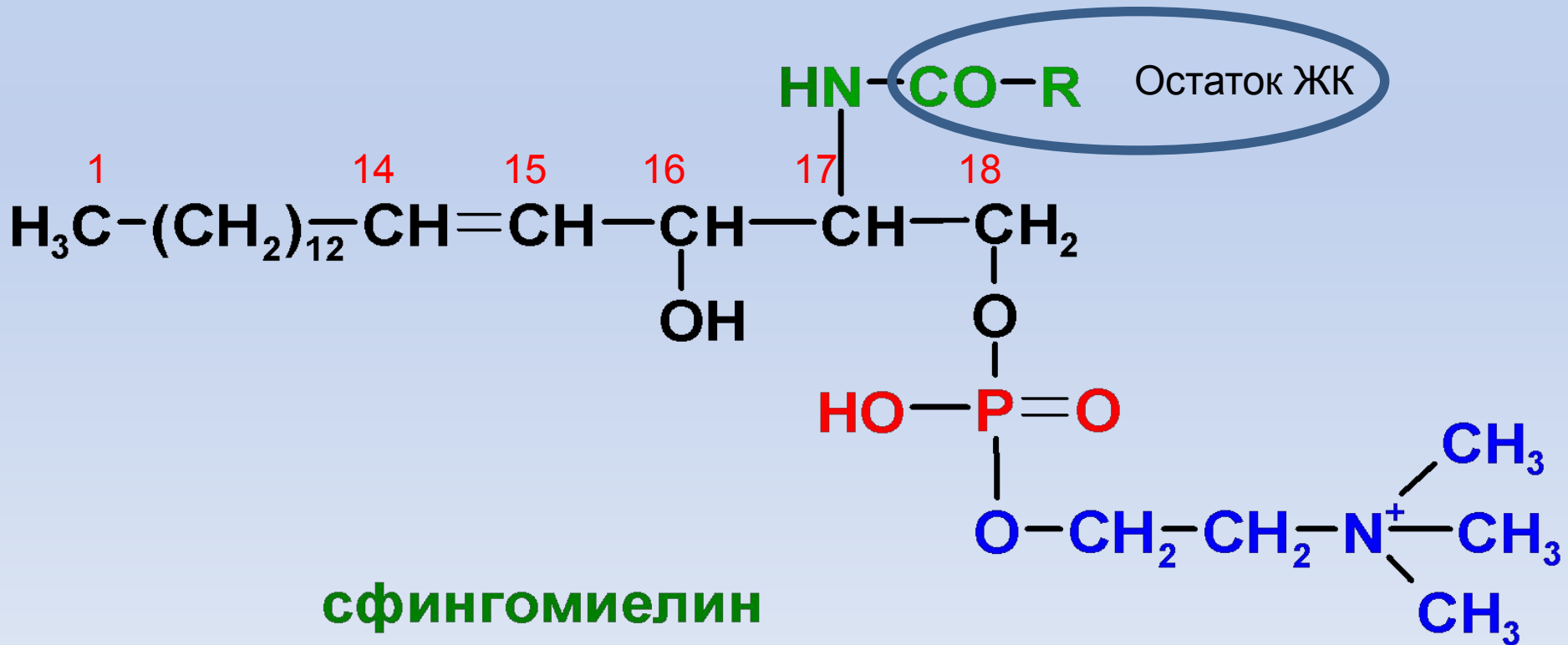
Сфинголипиды – вместо глицерина содержат



Сфингозин

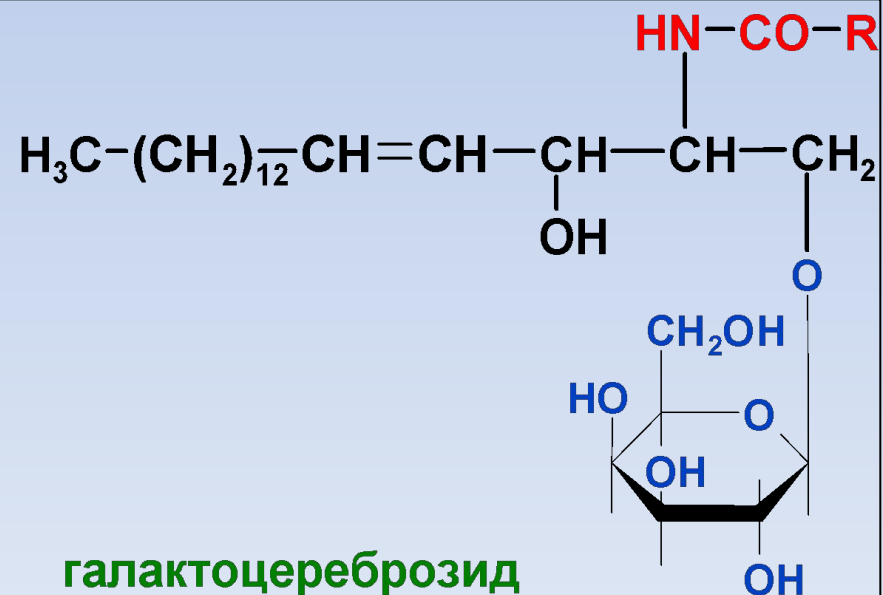
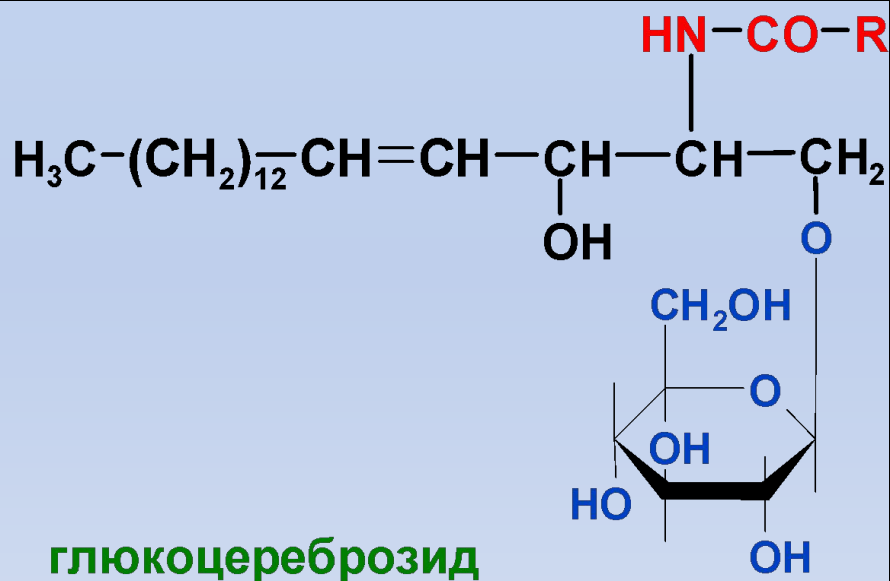


Церамид



Гликолипиды образуются при присоединении к сфингозину остатка жирной кислоты и олигосахарида.

В гликолипидах отсутствует фосфатная группа.

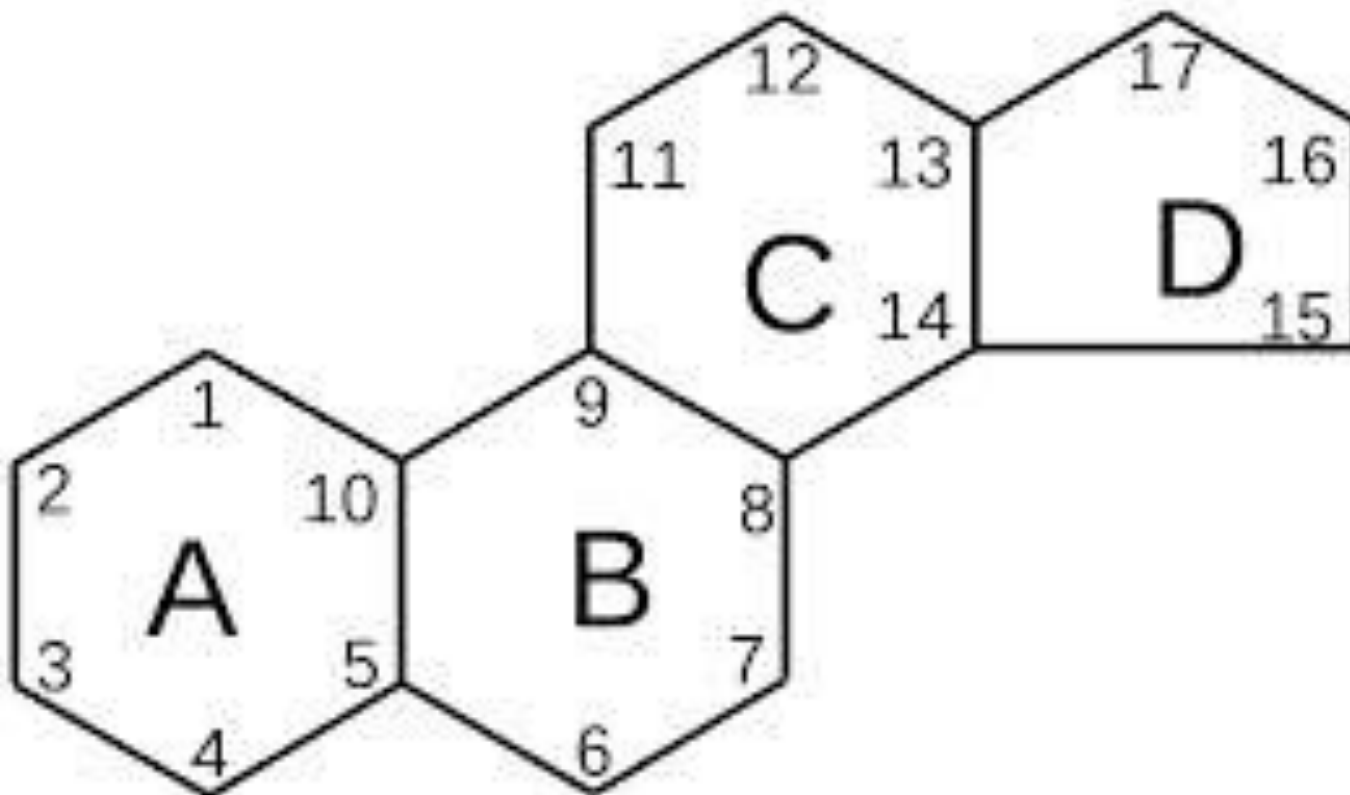


НЕОМЫЛЯЕМЫЕ ЛИПИДЫ

Классификация стероидов

- стерины
- желчные кислоты
- гормоны коры надпочечников
(кортикостероиды)
- половые гормоны (мужские и женские)

Стероиды – производные стерана



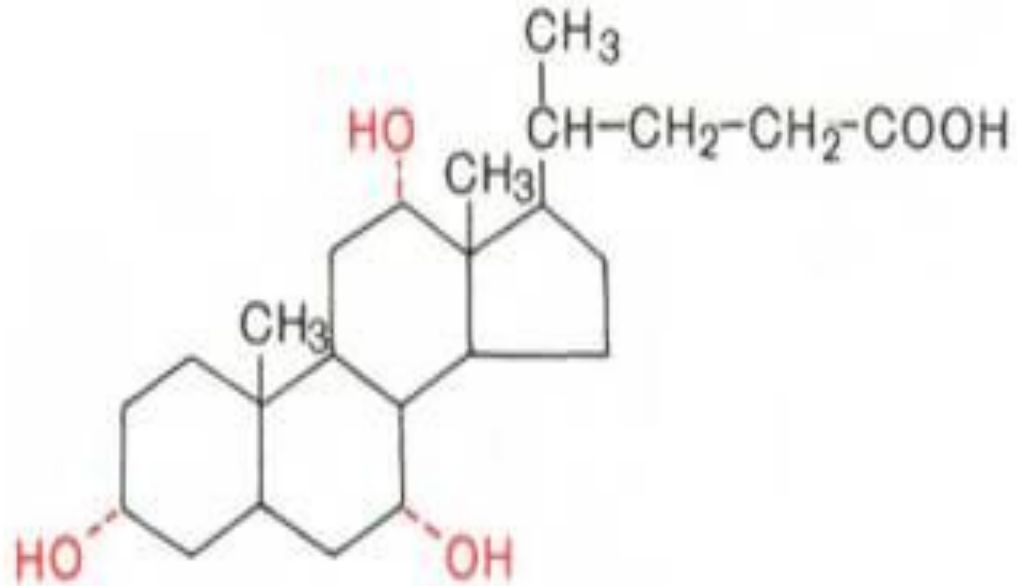
циклоПЕНТАНпергидроФЕНАНТРЕН

Холестерол (холестен-5-ол-3)

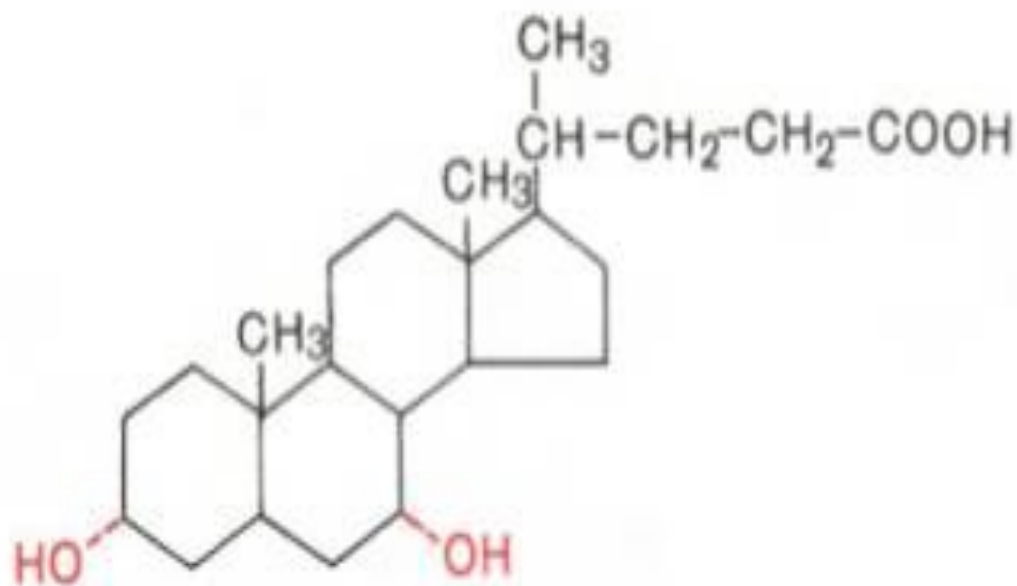


В организме 30% в свободном состоянии, 70% - в виде сложных эфиров с высшими карбоновыми кислотами.

Если его > 210-250 г, то отлагается на стенках сосудов (атеросклероз), в желчном пузыре (камни).

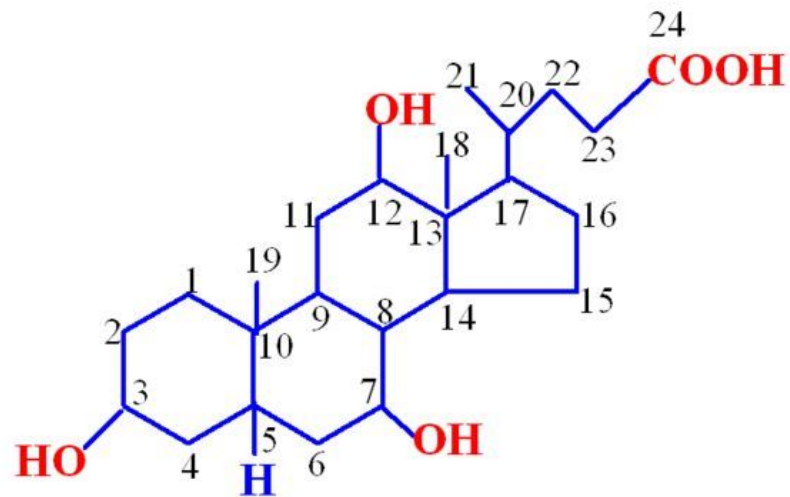


Холевая кислота



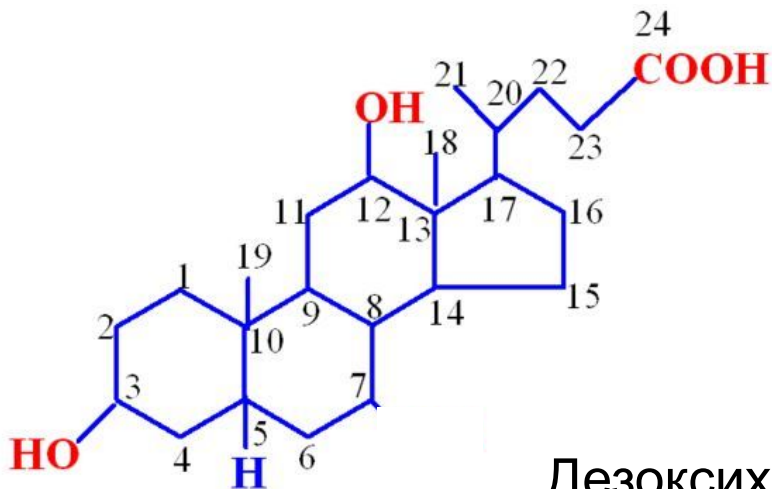
Хенодезоксихолевая кислота

1. В печени из
холестерола
образуются
необходимые для
пищеварения
желчные кислоты

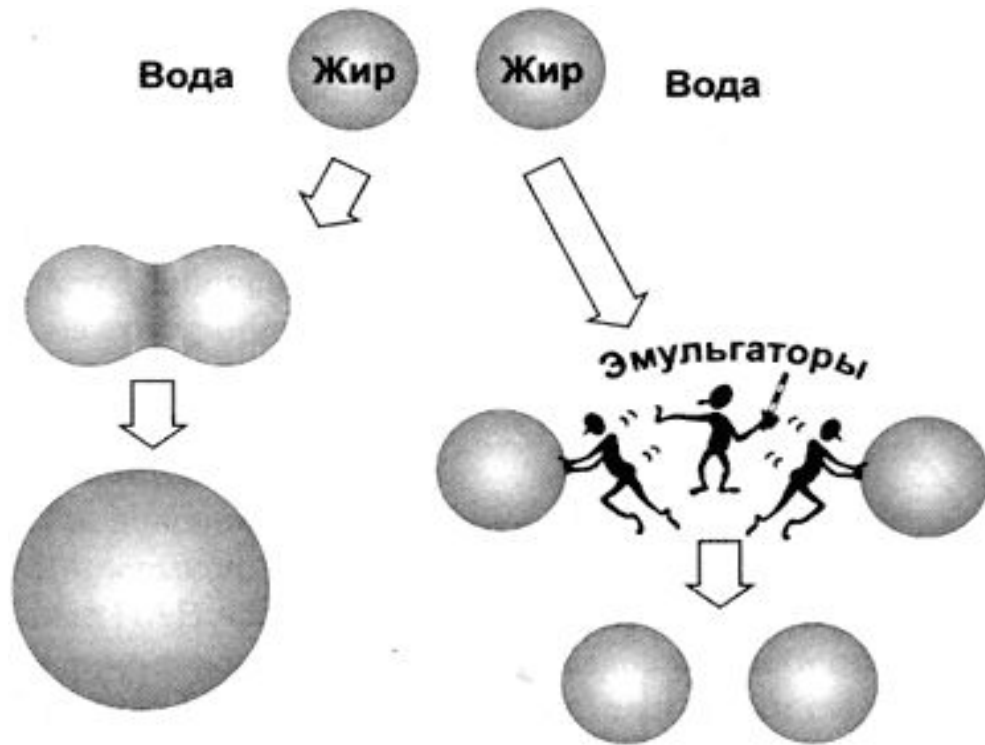


Холевая кислота

В толстой кишке под действием микрофлоры из первичных желчных кислот образуются вторичные



Дезоксихолевая кислота



Желчные кислоты - ПАВ.

Эмульгируя жиры, они способствуют их всасыванию и перевариванию.

Желчные кислоты используются как лекарственные препараты, предотвращающие образование желчных камней, состоящих из холестерина, и растворяющих их.



2 до



нник **стероидных**
остероидов – коры

и:

ный **тестостерон** -
о систему обладает

значительным анаболическим
эффектом (мускулатура).

Применение стероидов может
подавлять продукцию

после



Женские половые гормоны:

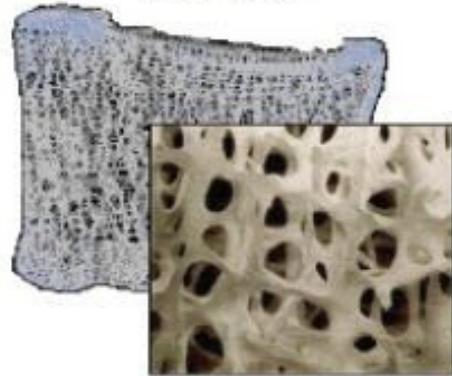
эстрадиол (контролирует менструальный цикл) и

прогестерон (способствует
сохранению беременности)

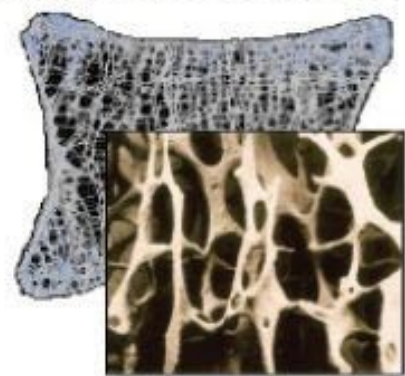
Тяжелые конглобатные угри
после приема стероидов!

СТРОЕНИЕ КОСТИ

В норме



При остеопорозе

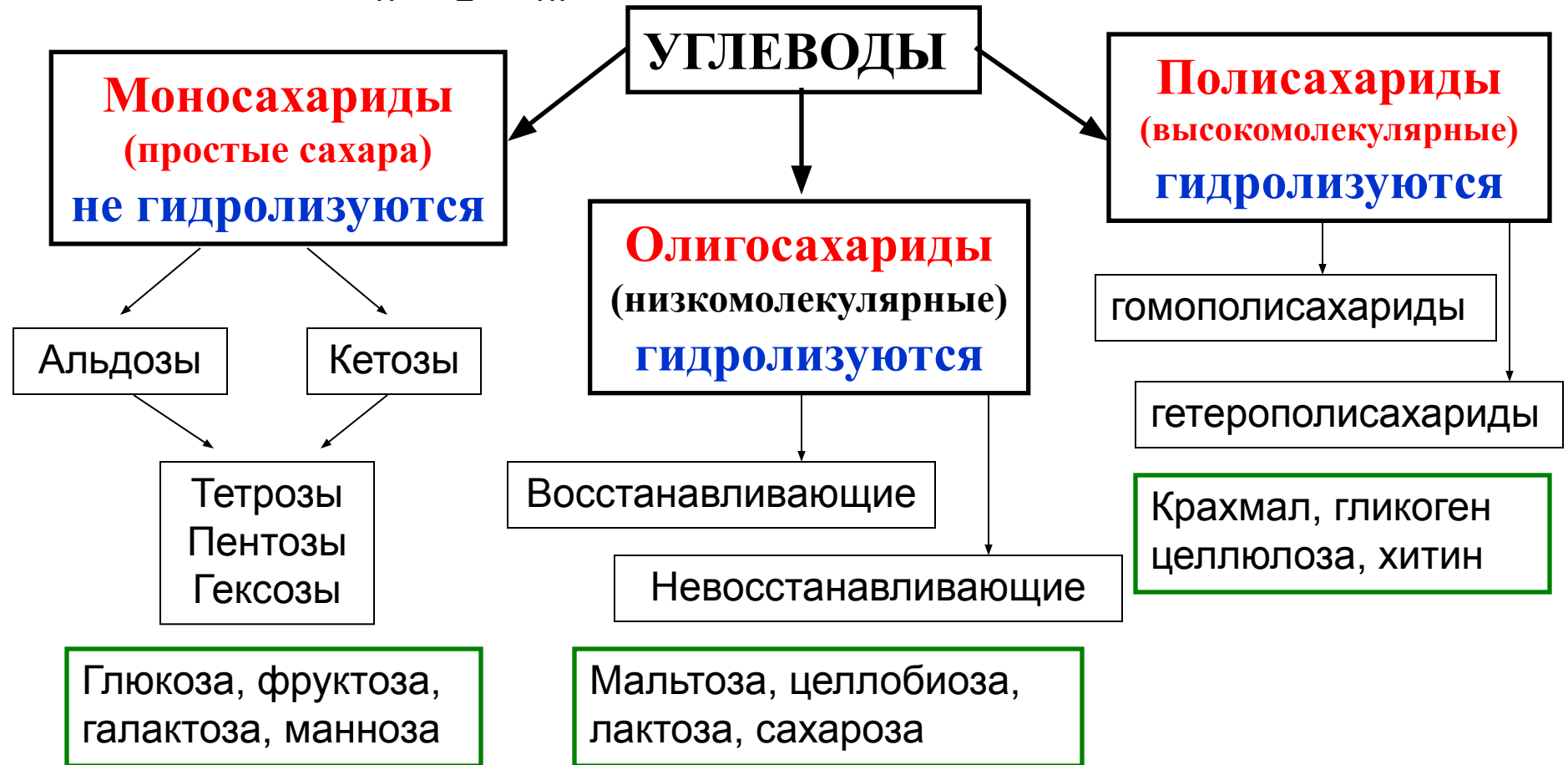


возраста (по К. Берг, 1927)

УГЛЕВОДЫ



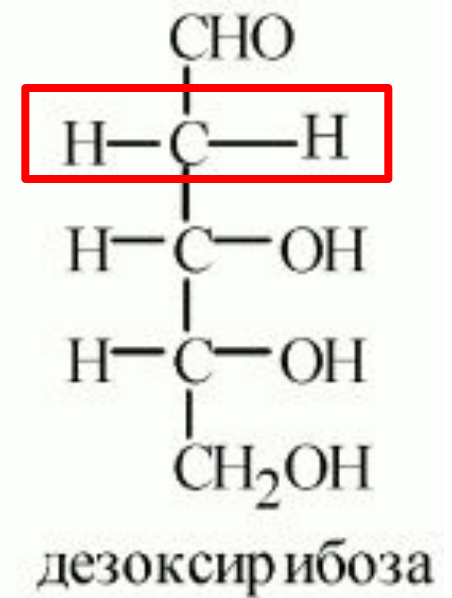
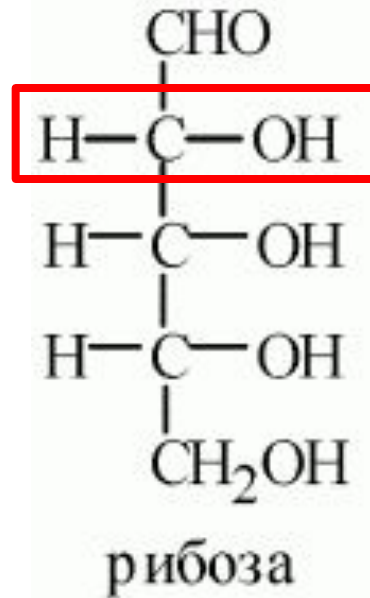
Углеводы (сахариды) - природные соединения, структура которых может быть выражена общей формулой $C_n(H_2O)_n$.



МОНОСАХАРИДЫ классифицируются:

- по числу атомов углерода

ПЕНТОЗЫ

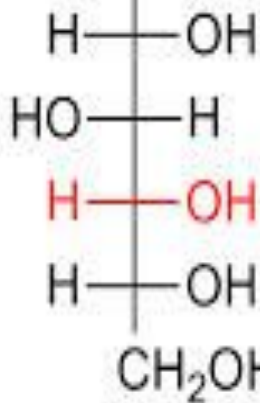
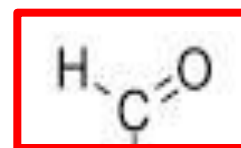


ГЕКСОЗЫ

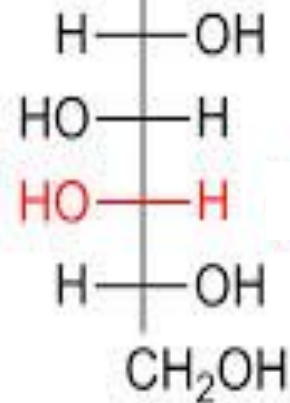
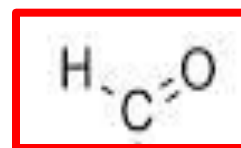
глюкоза, галактоза, фруктоза

- по наличию

альдегидной (АЛЬДОЗЫ)



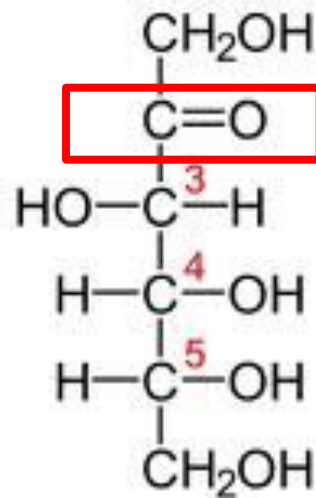
D-глюкоза



D-галактоза

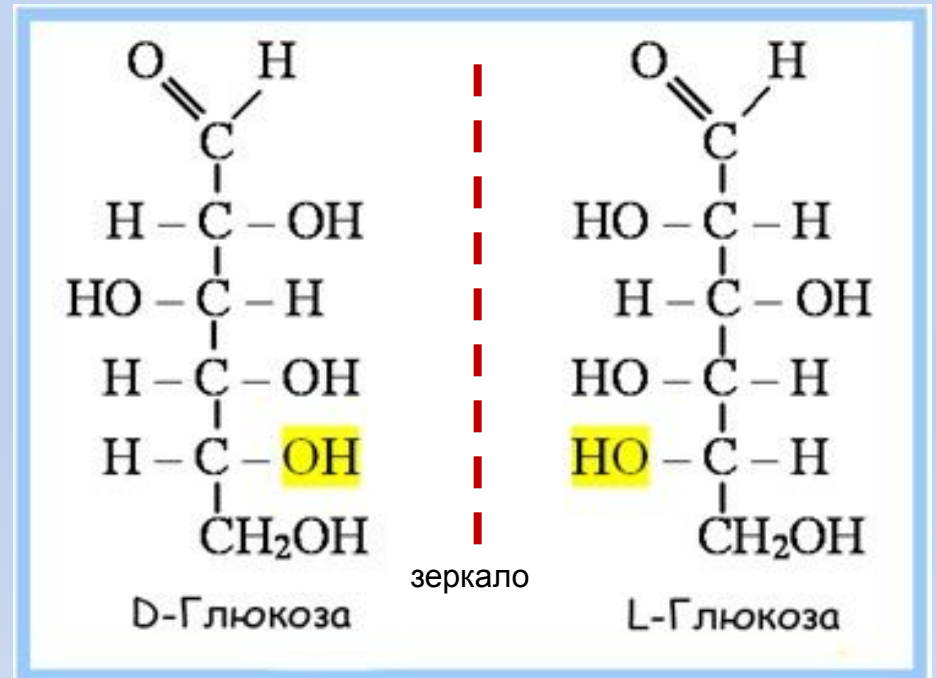
и

кетонной (КЕТОЗЫ) групп



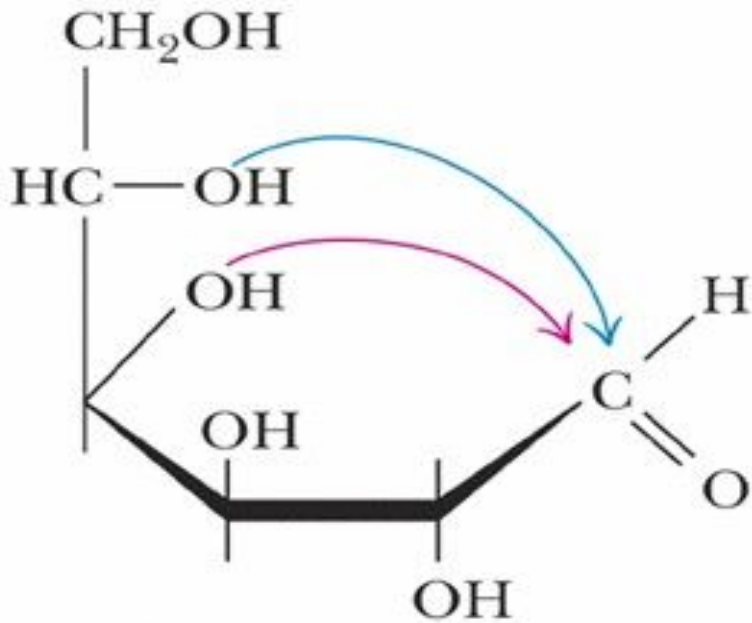
D- фруктоза

Моносахариды имеют ассиметрические атомы углерода и проявляют **оптическую изомерию**. **D** и **L** изомеры являются зеркальными отображениями друг друга.



Большинство природных моносахаридов являются **D**-изомерами.

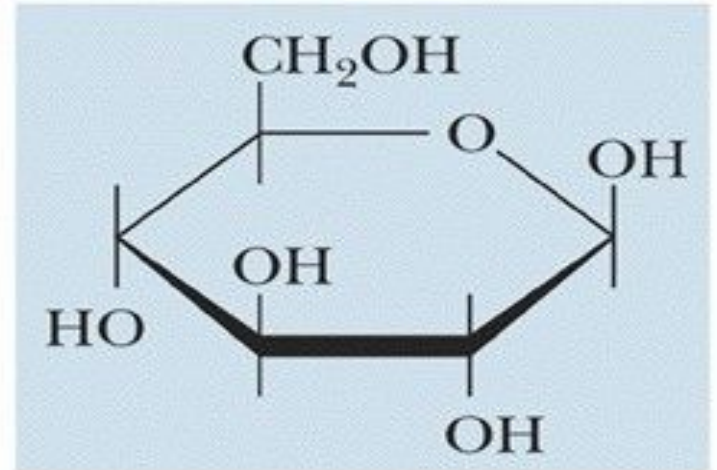
D-глюкоза может циклизоваться двумя способами, давая фуранозную и пиранозную структуры



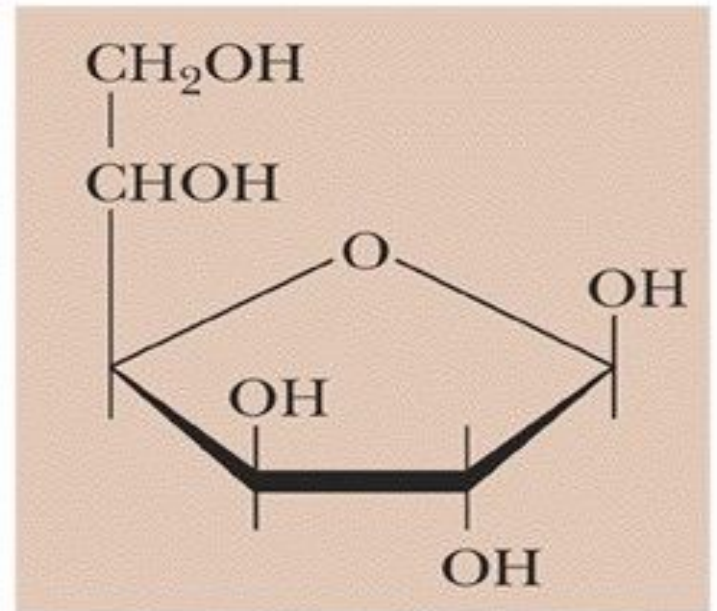
D-Глюкоза

6-членное кольцо — пираноза.

5-членное кольцо — фураноза.

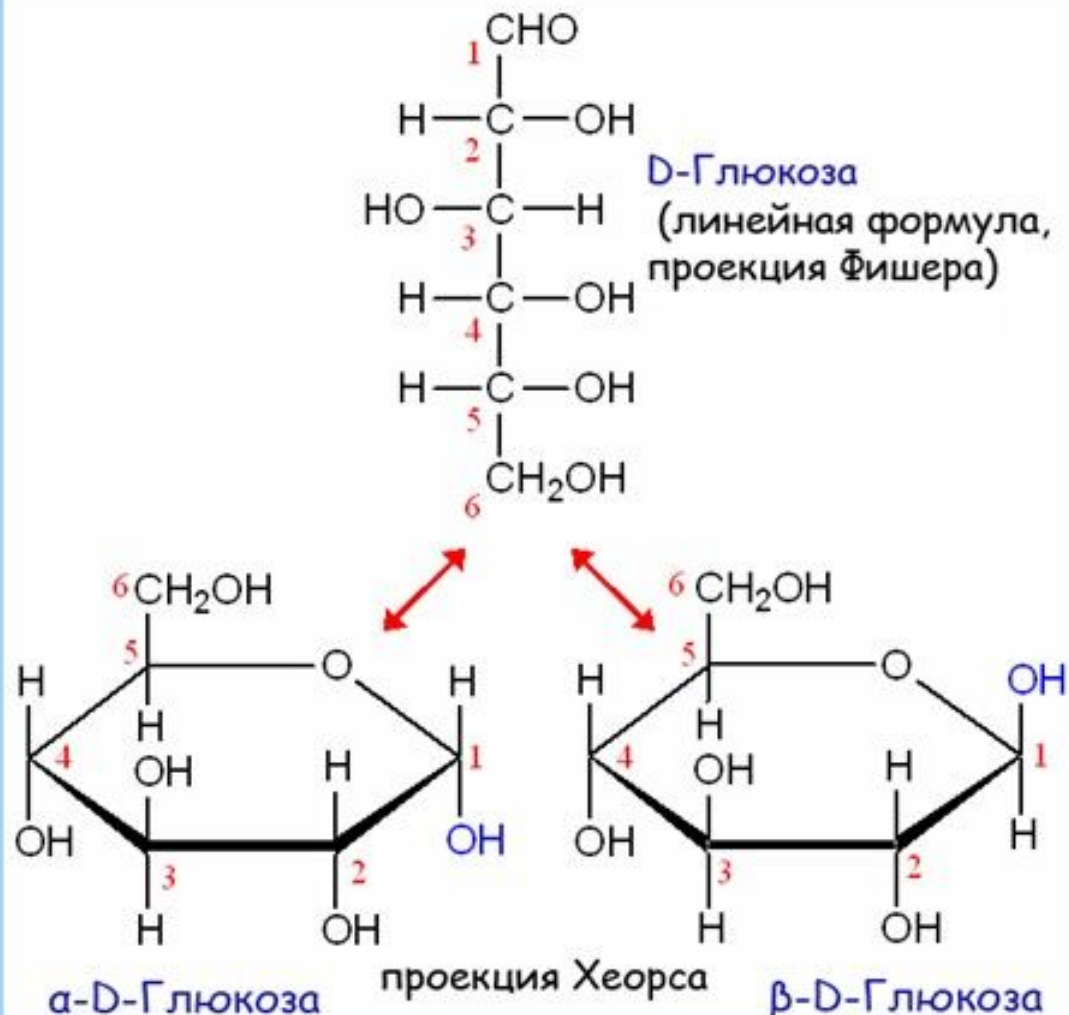


Глюкопираноза



Глюкофураноза

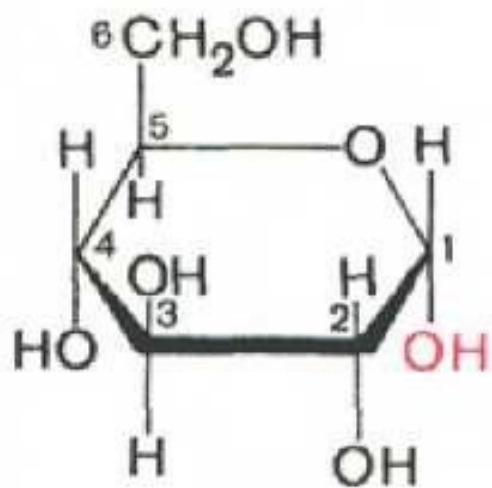
Кольчато-цепная таутомерия



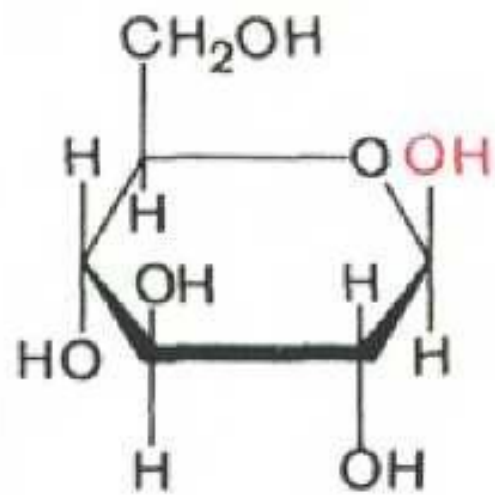
$-\alpha$ (ОН под плоскостью кольца)

$-\beta$ (ОН над плоскостью кольца)

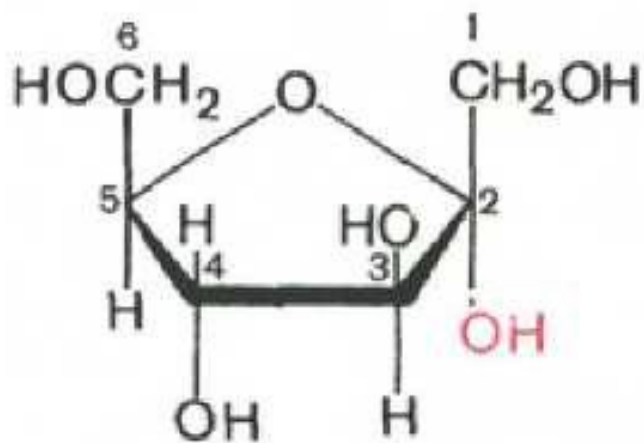
Аномерами называют моносахариды, находящиеся в циклической пиранозной или фуранозной форме и отличающиеся конфигурацией ацетального атома углерода (аномерного центра). Для обозначения аномеров используют **альфа-бета-**номенклатуру.



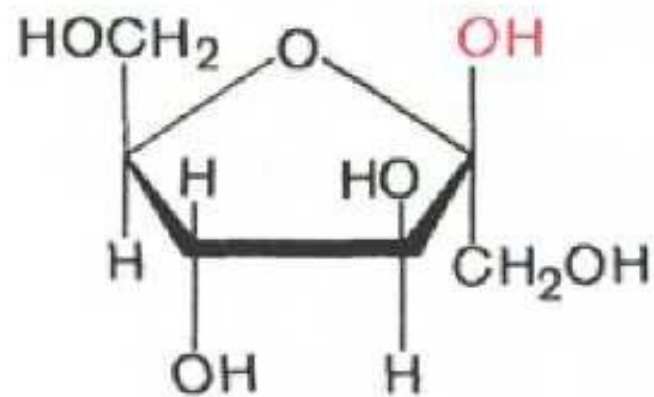
α -D-глюкопираноза



β -D-глюкопираноза

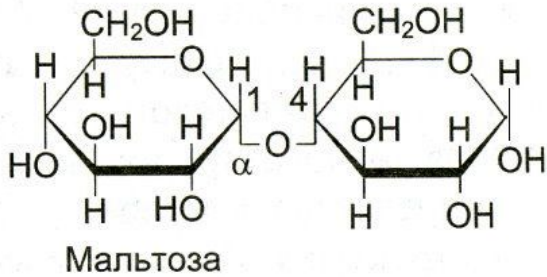


α -D-фруктофураноза



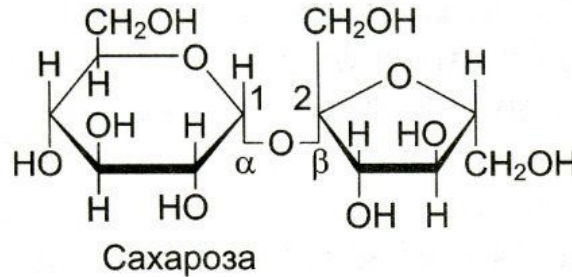
β -D-фруктофураноза

ОЛИГЛОСАХАРИДЫ



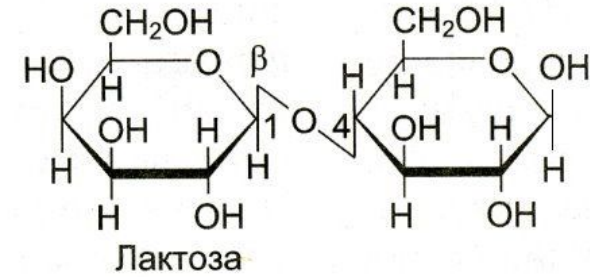
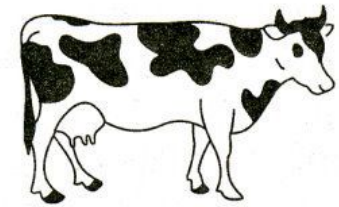
α-глюкоза + α-глюкоза

(1,4-гликозидная связь)



α-глюкоза + β-фруктоза

(1,2-гликозидная связь)



β-галактоза + β-глюкоза

(1,4-гликозидная связь)

Гомополисахариды

крахмал



гликоген

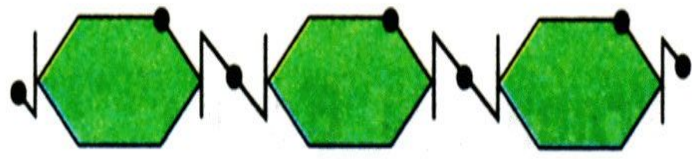


целлюлоза

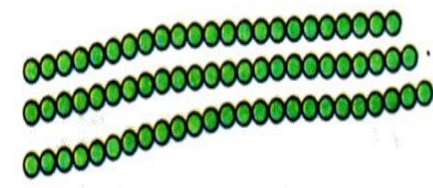


ХИТИН

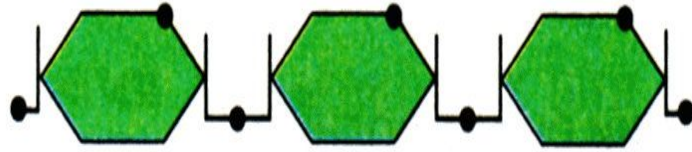
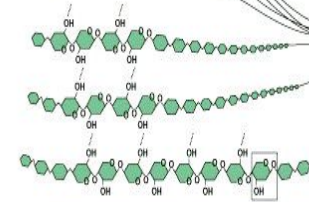




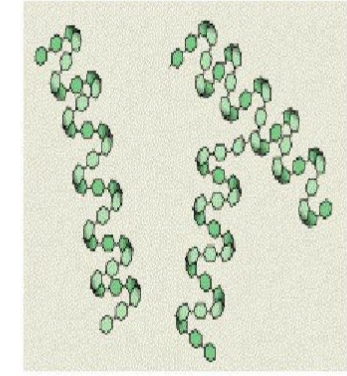
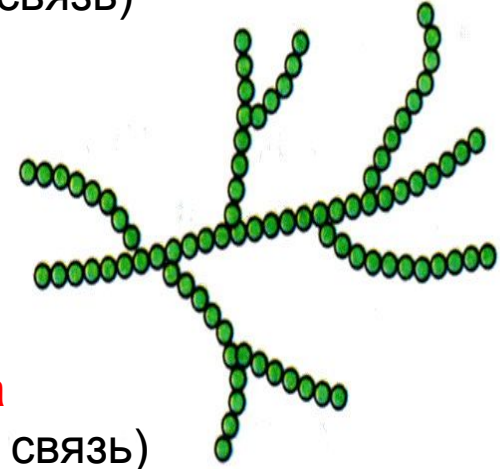
Целлюлоза **β-глюкоза**
(1,4-гликозидная связь)



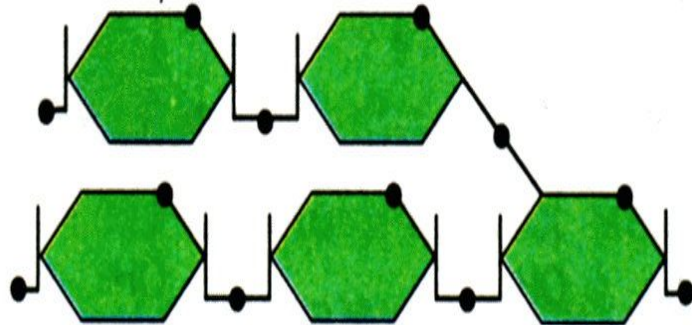
Клеточная стенка



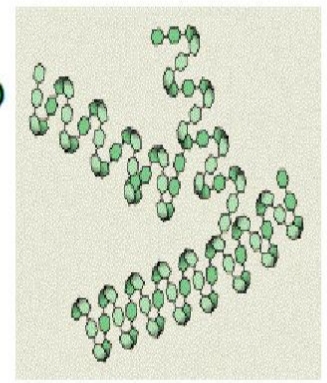
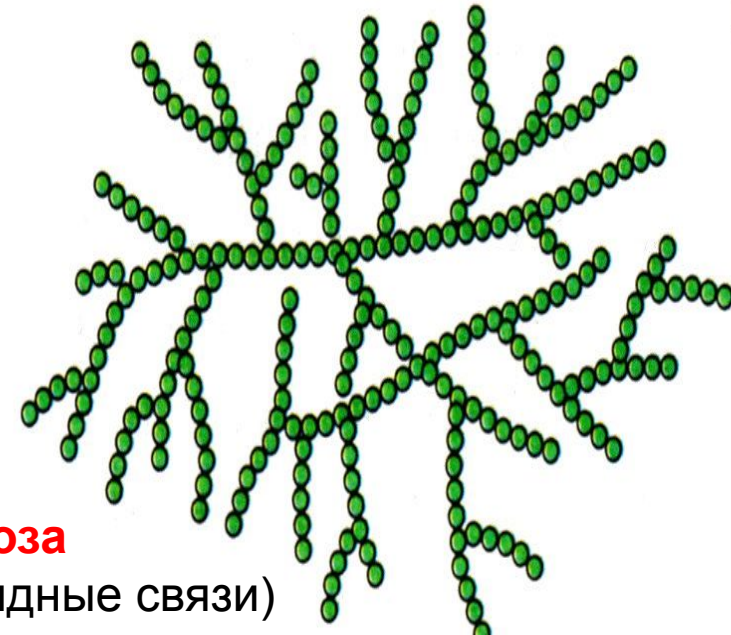
Крахмал **α-глюкоза**
(1,4-гликозидная связь)



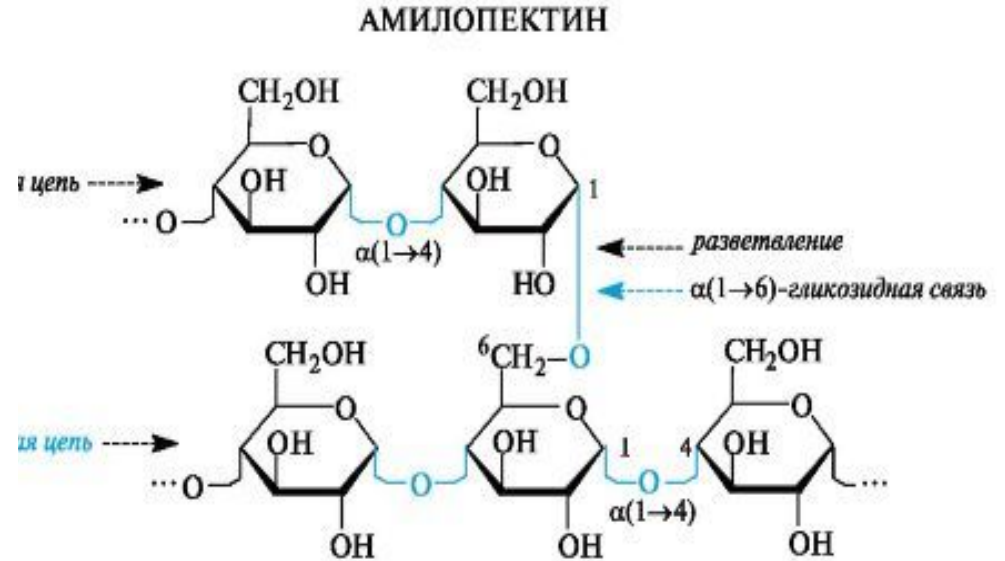
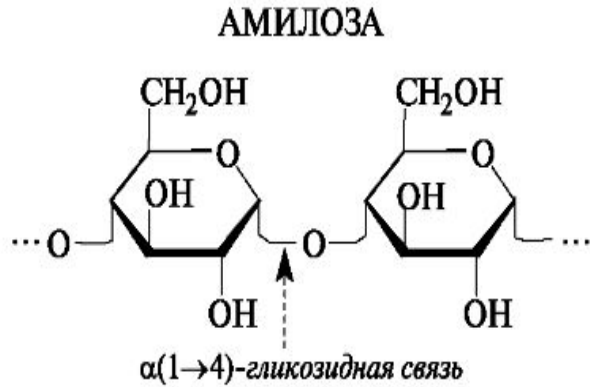
Амилоза Амилопектин



Гликоген **α-глюкоза**
(1,4 и 1,6-гликозидные связи)

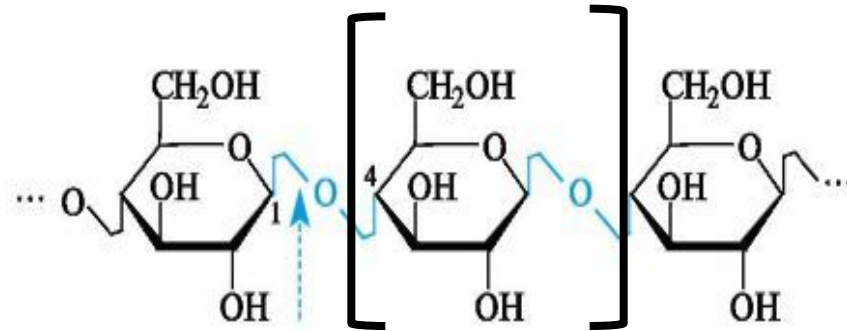


Крахмал состоит из двух фракций: *амилозы* (20-30%) и *амилопектина* (70-80%).



Гликоген - структурный и функциональный аналог амилопектина, но содержится в животных тканях (печени-20%; мышцах-4%).

Целлюлоза (клетчатка)



структурное звено
целлюлозы

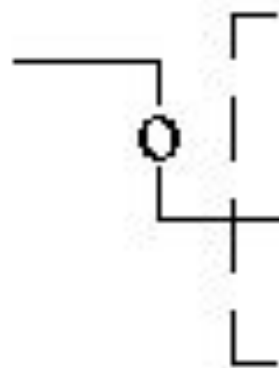
Гетерополисахариды



Гиалуро
соедини
веществ
синовиал
новорожд

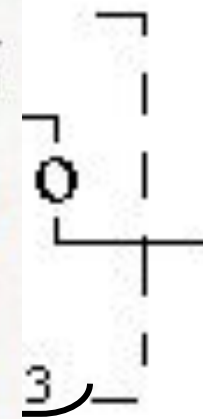
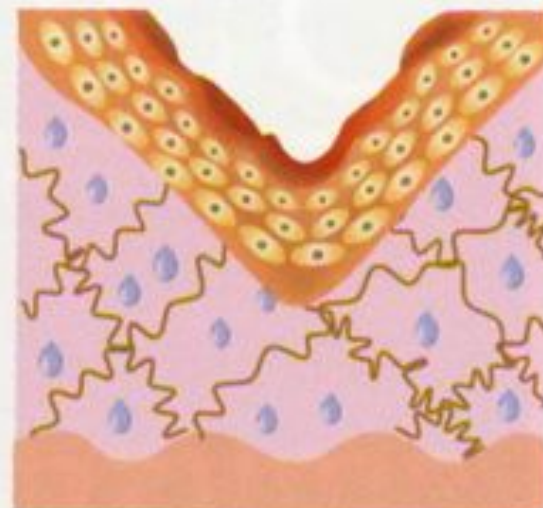
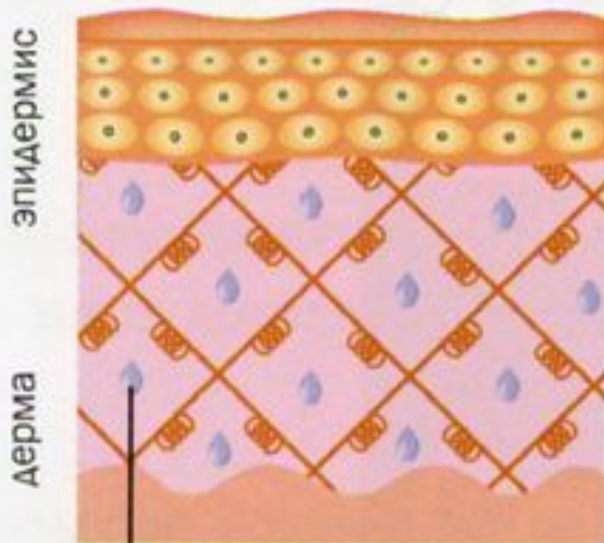


ПОНЕНТ
ое
ине



Кожа с большим содержанием гиалуроновой кислоты

Кожа с низким содержанием гиалуроновой кислоты



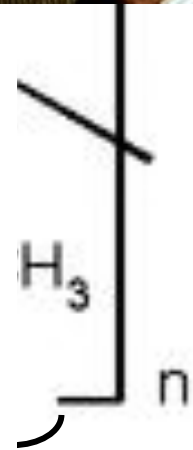
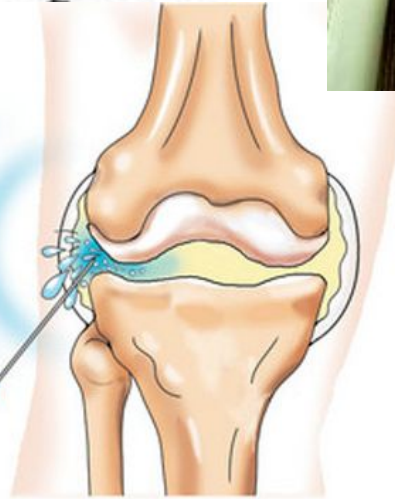
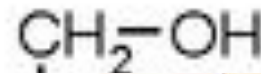
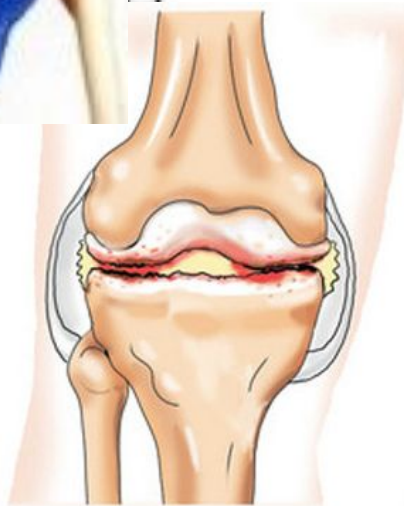
гиалуроновая кислота

Хондроитинсульфаты

состоят из глюкозамина, костной ткани, хрящей и сухожилий, а также в сердечных клапанах.



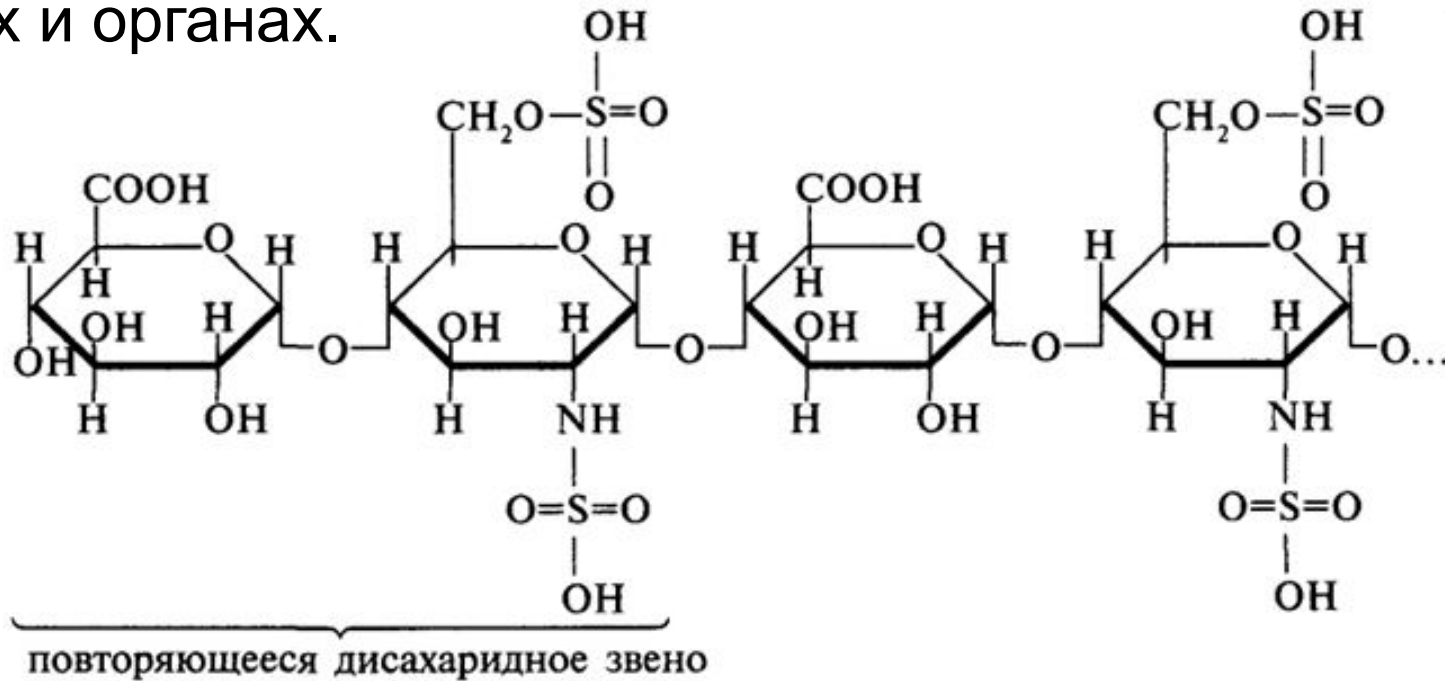
D-глю



4-сульфата

Гепарин

Препятствует свертыванию крови. Содержится в крови, печени, легких, селезенке, щитовидной железе и в других тканях и органах.



Молекула гепарина состоит из глюкуроновой кислоты и α -глюкозамина в виде двойного сульфопроизводного, соединенных между собой α -1,4-гликозидными связями.

НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ



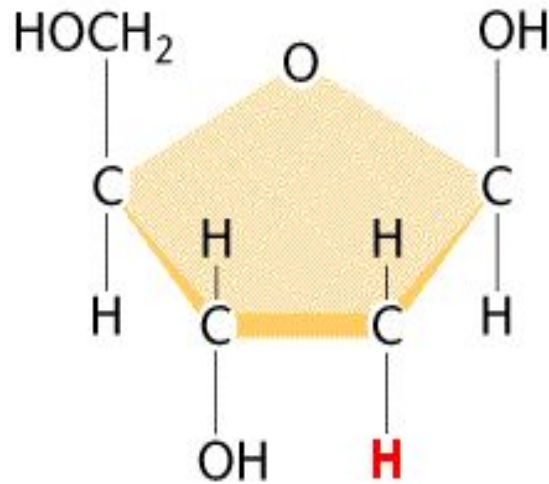
Френсис Крик и Джеймс Уитсон рядом со своей моделью ДНК

Нуклеиновые к-ты. Передача наследственных признаков и контроль за синтезом специфических белков в организме.

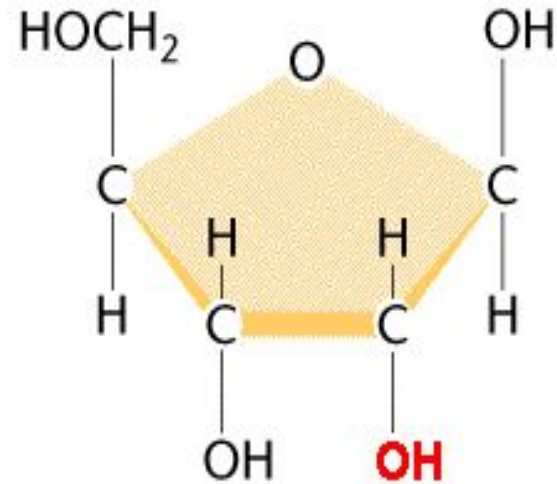
Химический состав НК:

Фосфорная кислота, пентозы и азотистые основания.

Пентозы: рибоза и 2-дезоксирибоза:



2-дезоксирибоза

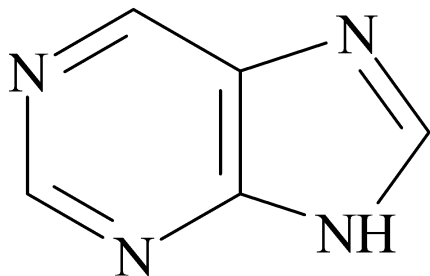


рибоза

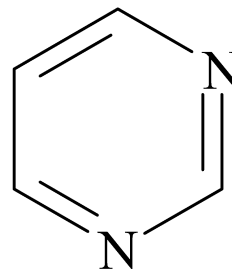
По характеру углеводного компонента делятся на:
рибонуклеиновые кислоты (РНК) и
дезоксирибонуклеиновые кислоты (ДНК).

Азотистые основания: производные пурина и пиримидина.

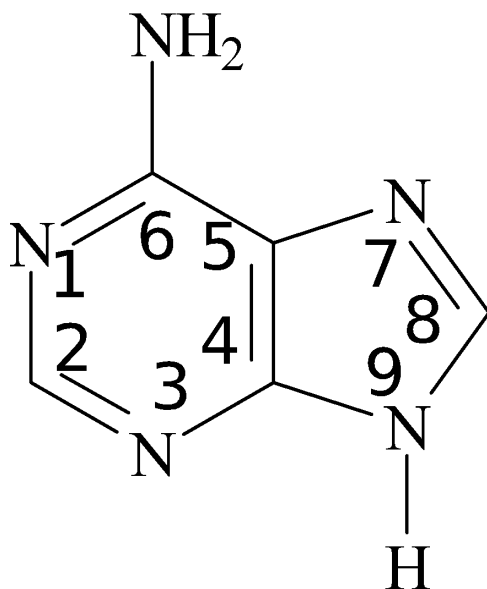
Пурин



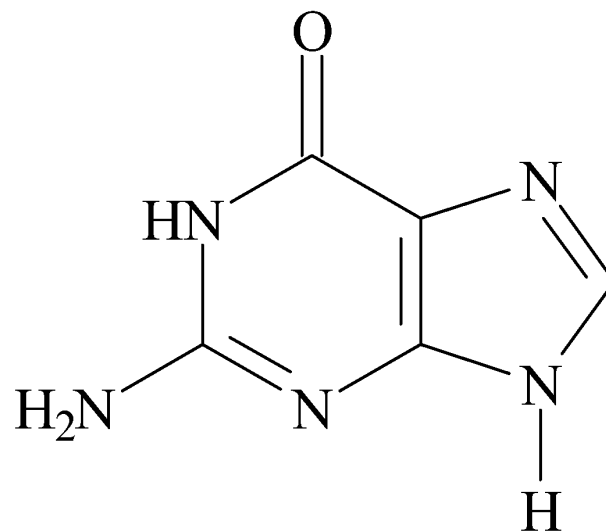
Пиримидин



Из **пуриновых оснований** в составе НК в лактамной форме:

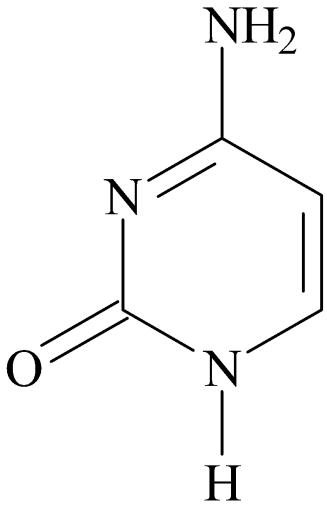


Аденин (Ade)

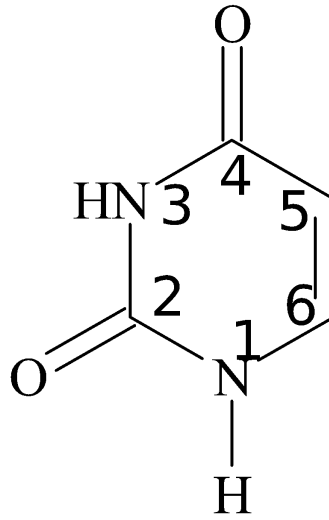


Гуанин (Gua)

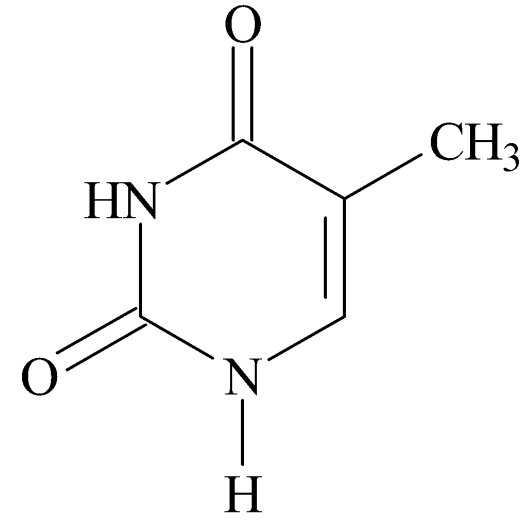
Из **пиримидиновых оснований** в составе НК в лактамной форме:



Цитозин (Cyt)



Урацил (Ura)



Тимин (Thy)

НК отличаются по составу азотистых оснований.

Аденин, гуанин и цитозин входят в состав **РНК** и **ДНК**.

Урацил только в **РНК**, а **тимин** – в **ДНК**.

НУКЛЕОЗИДЫ образуют **пентозы** соединяясь с **азотистыми основаниями**.

Пуриновые основания присоединяются по 9, а пиримидиновые по 1 атому азота β -N-гликозидной СВЯЗЬЮ.

Схема образования пуринового нуклеозида

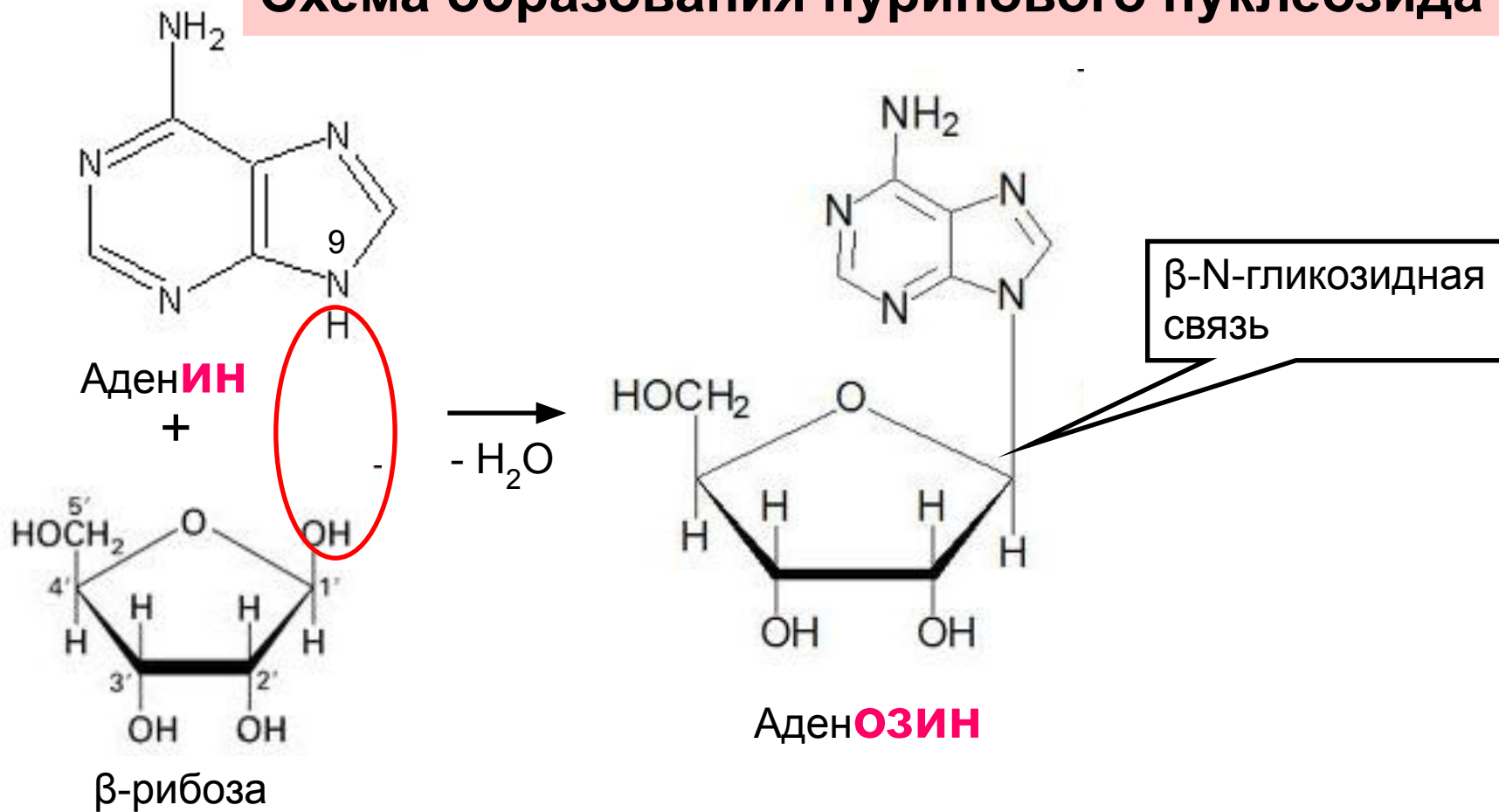
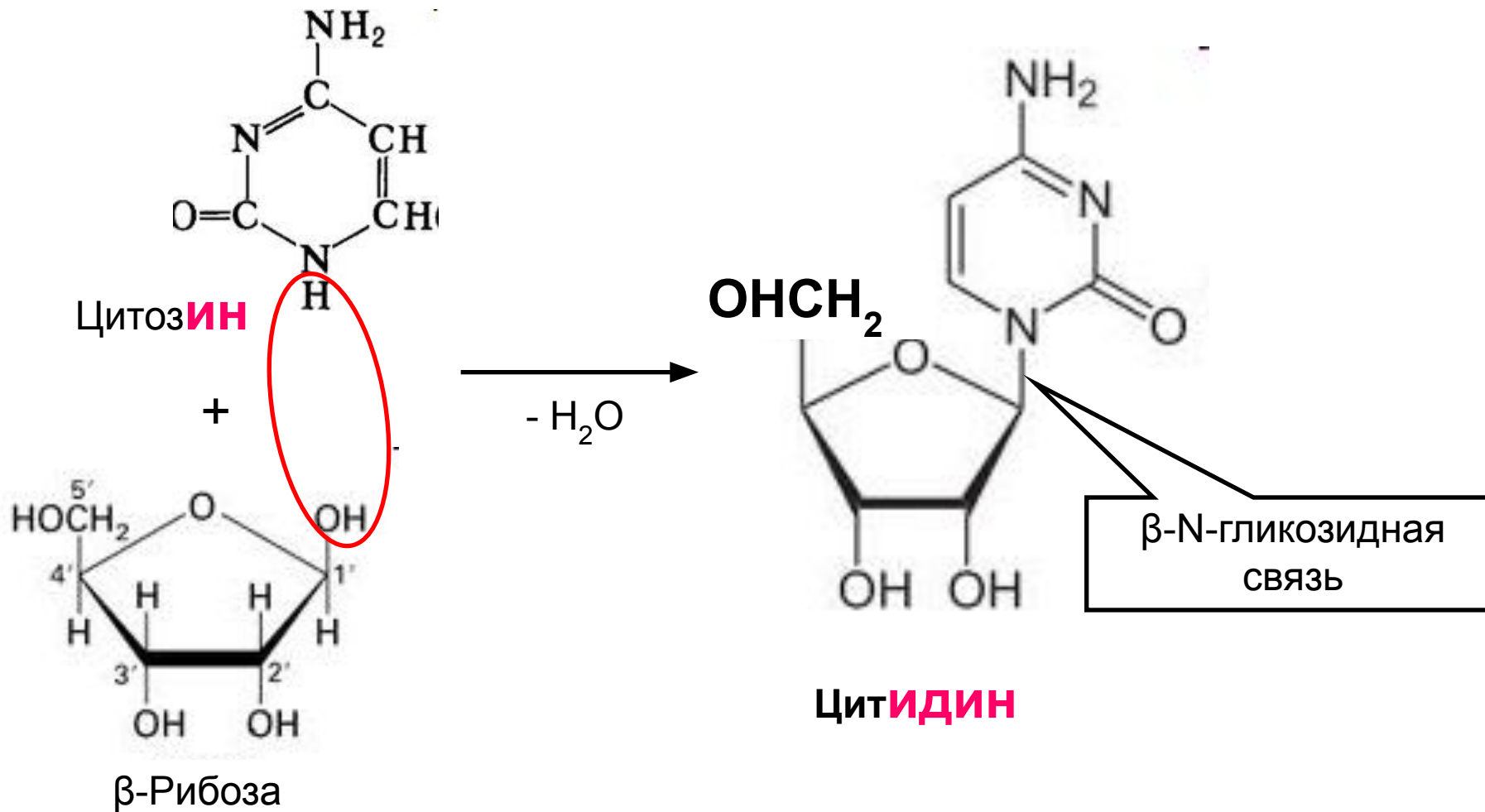


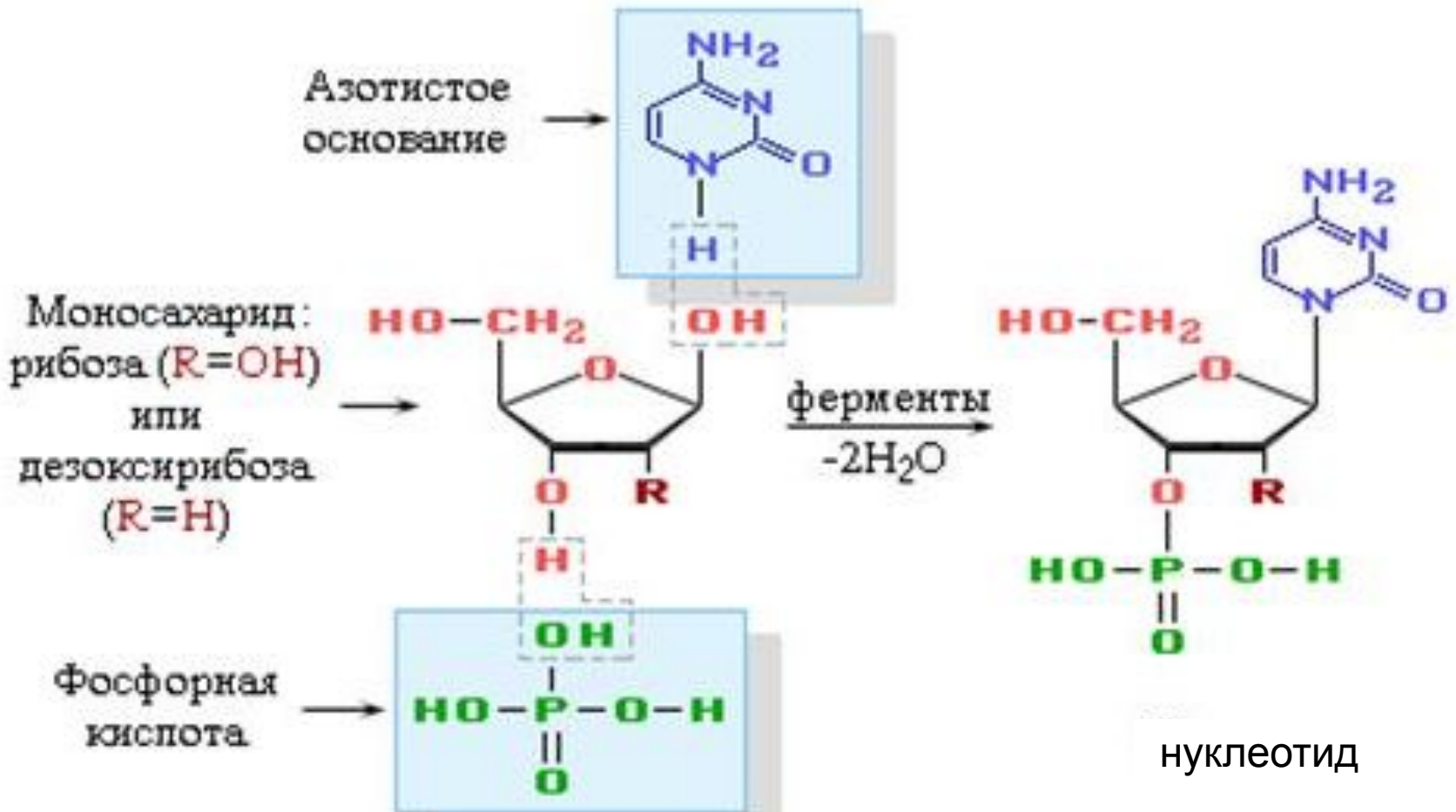
Схема образования пиримидинового нуклеозида

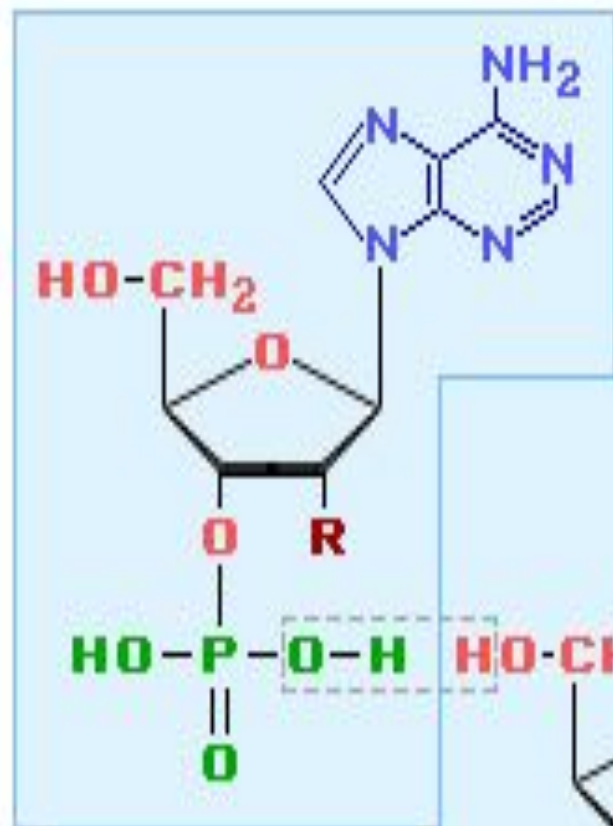


НУКЛЕОТИДЫ образуют

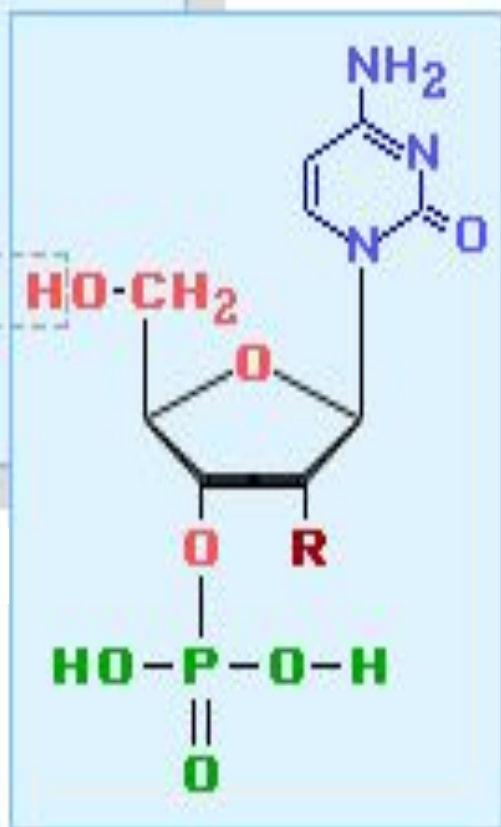
нуклеозиды с фосфорной кислотой.

H_3PO_4 присоединяется по 5-ому или 3-ему атому углерода пентозы сложноэфирной связью.



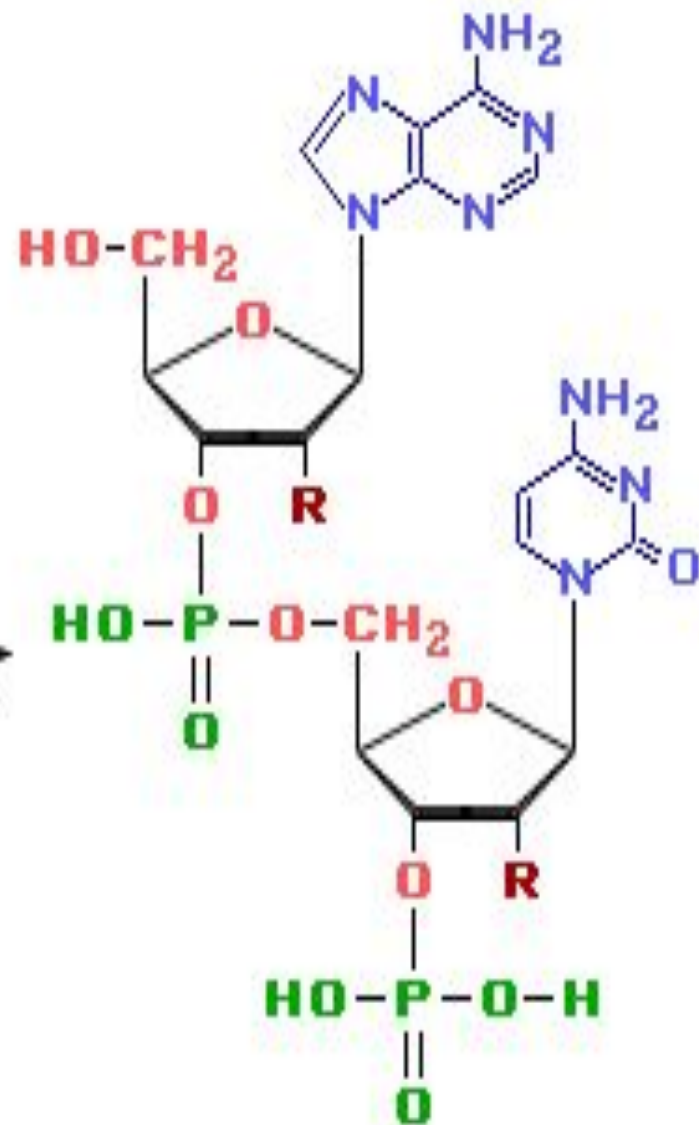
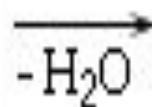


Нуклеотид
1



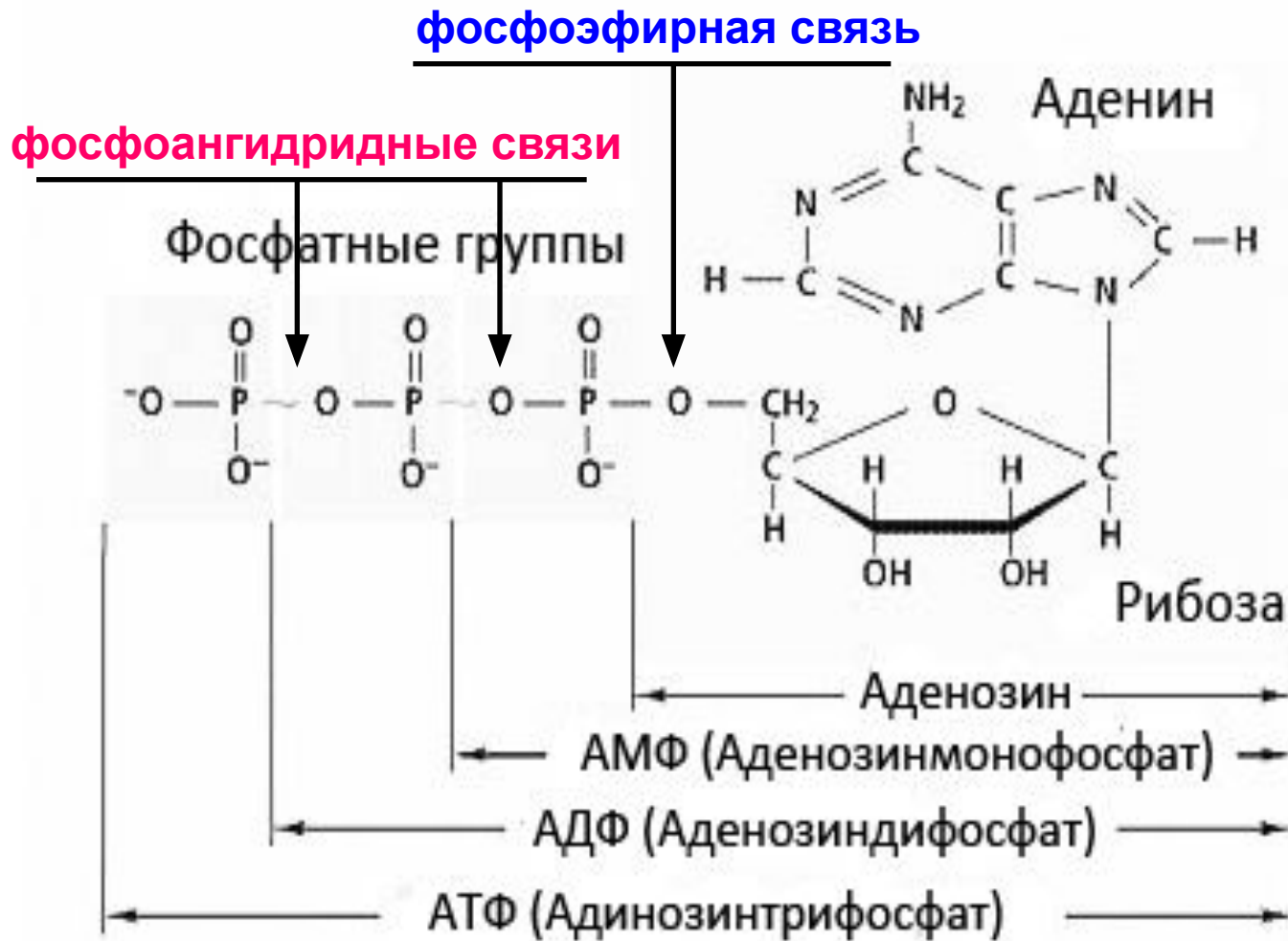
Нуклеотид
2

R=OH (рибоза)
R=H (дезоксирибоза)



Динуклеотид

Нуклеозид может присоединять два и три остатка H_3PO_4 , образуя ди- и трифосфаты. Ангидридная связь между остатками фосфорной к-ты **макроэнергетическая**, т.е. содержит большой запас энергии.



Строение НК

ДНК

Азотистое
основание
(А, Г, Ц, У)

Углевод –
рибоза

Остаток
ФК

Азотистое
Основание
(А, Г, Ц, Т)

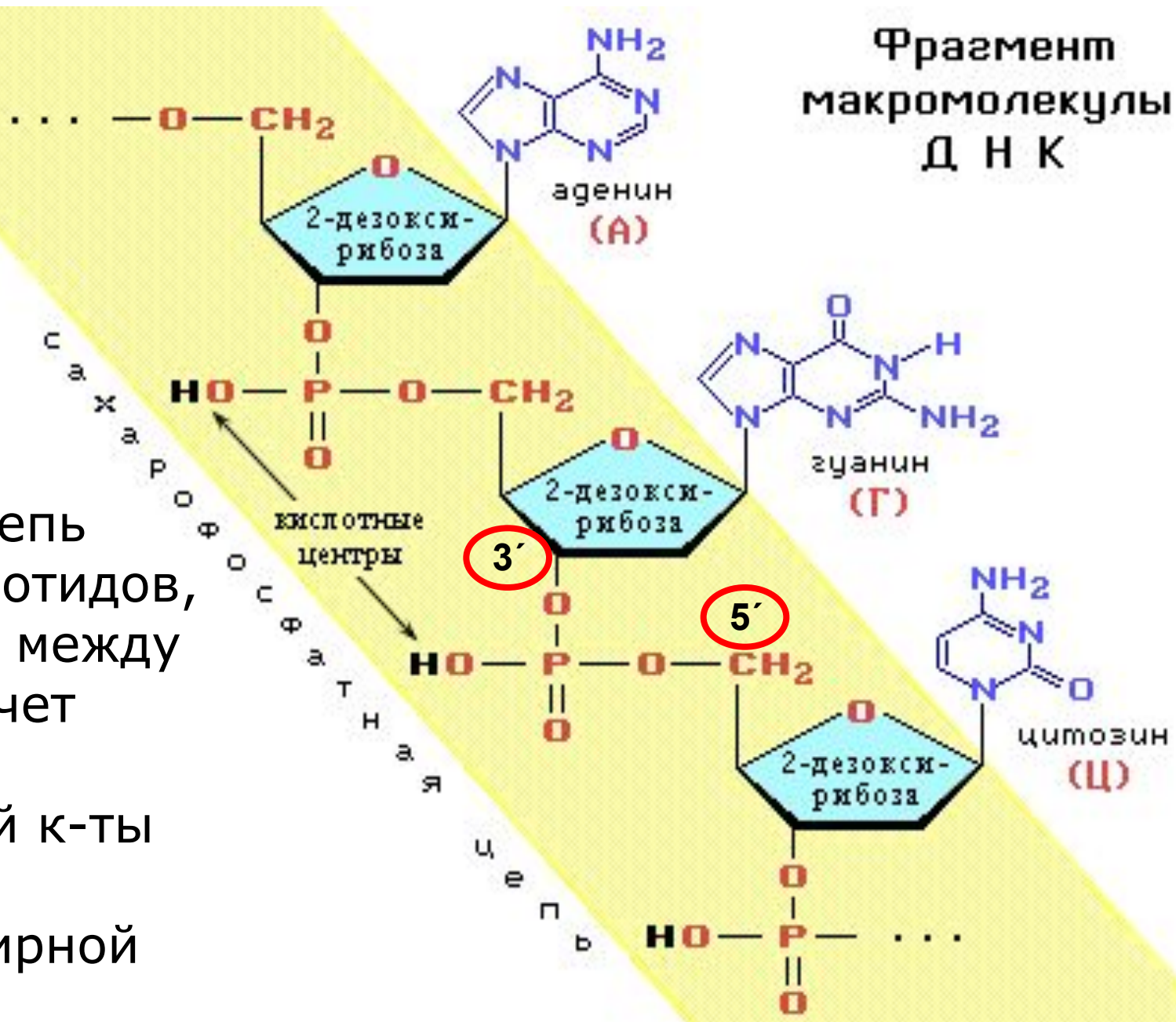
Углевод –
дезоксирибоза

Остаток
ФК

РНК

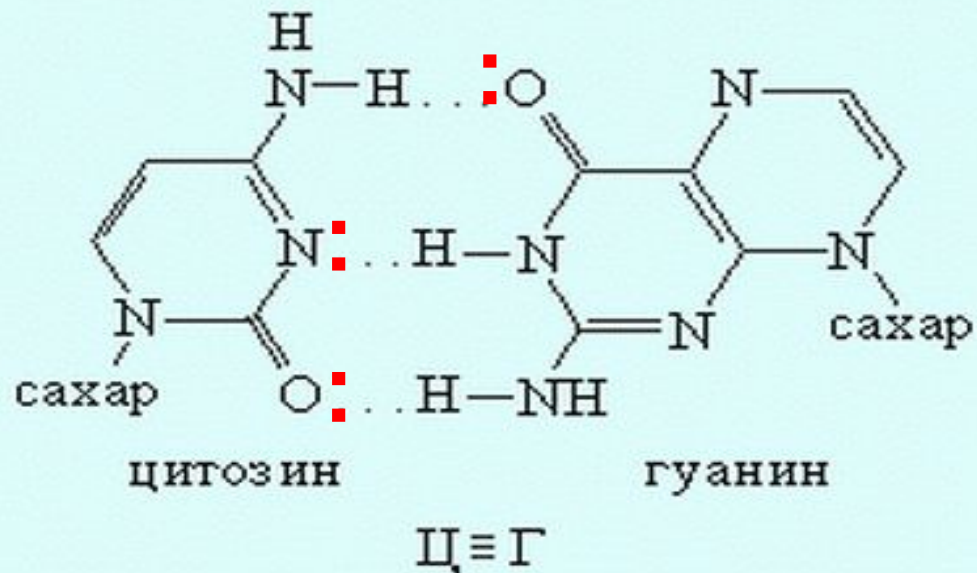
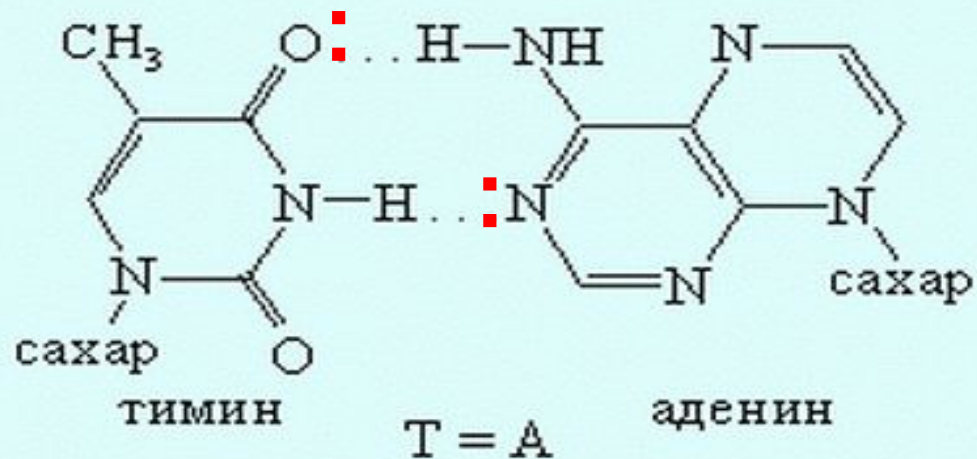
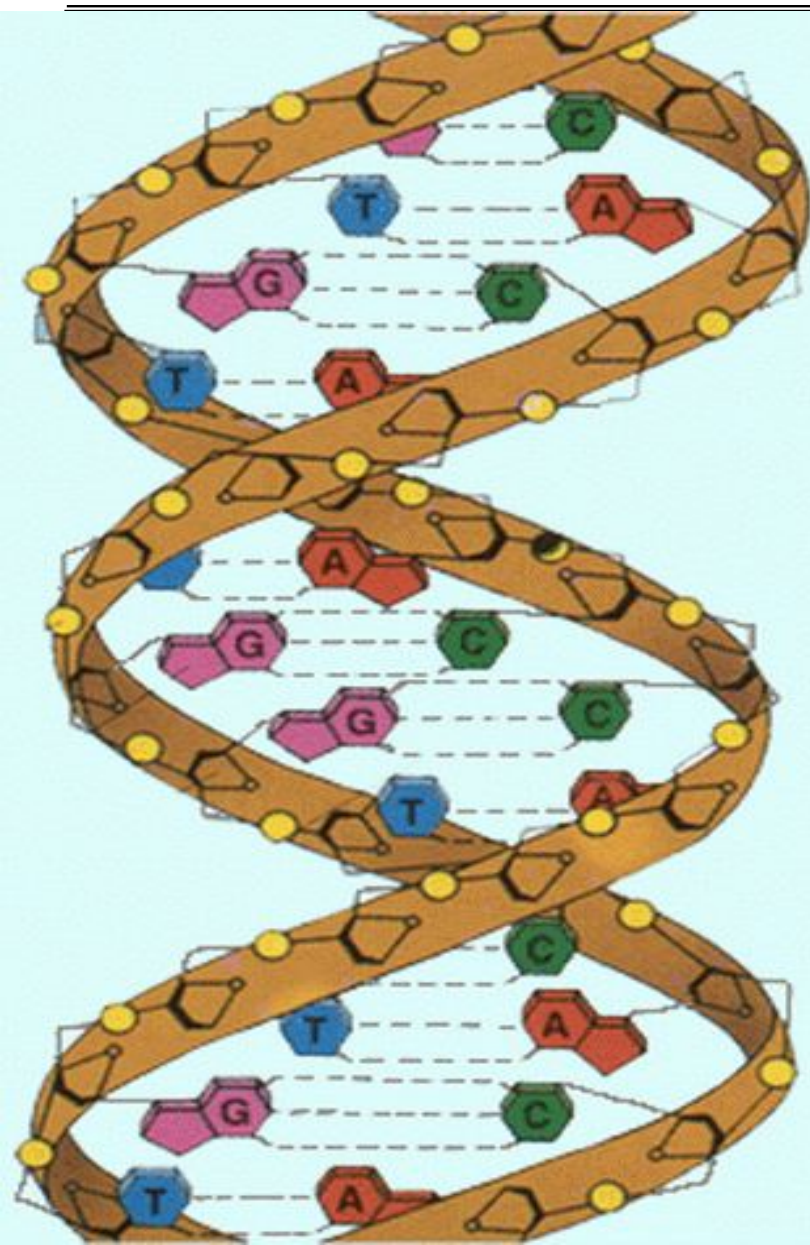
ПЕРВИЧНАЯ СТРУКТУРА НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ

Фрагмент
макромолекулы
ДНК

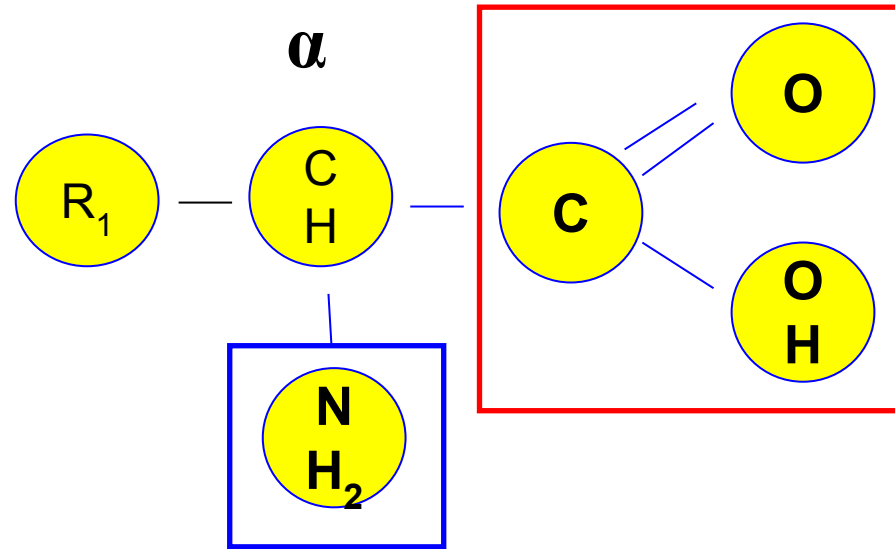


Длинная цепь мононуклеотидов, связанных между собой за счет остатков фосфорной кислоты 3', 5'-сложноэфирной связи.

ВТОРИЧНАЯ СТРУКТУРА НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ



Аминокислоты (АК) - содержат одновременно карбоксильную группу - COOH и аминогруппу -NH₂



В природных объектах их обнаружено около 300, но в состав пептидов и белков входит **20** часто встречающихся (важных) аминокислот, все они **α -аминокислоты**.

КЛАССИФИКАЦИЯ α -АМИНОКИСЛОТ

САМОСТОЯТЕЛЬНО

Литература:

1. Биоорганическая химия: учебник для вузов / Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков – М.: Дрофа, 2005. – С.316 – 317.
2. Слесарев В.И. Химия: Основы химии живого: Учебник для вузов – СПб:Химиздат, 2001. С. 529 – 533.

По кислотнo-основным свойствам аминокислоты делят на три группы:

Кислые - с карбоксильными группами в боковом радикале:

аспарагиновая и глутаминовая кислоты.

Основные - в боковом радикале имеющие гуанидиновую, имидазольную или аминогруппы:

лизин, аргинин и гистидин.

Все остальные - **нейтральные**.

Значение рН, которому соответствует изоэлектрическая точка (рI) аминокислот

Аминокислота	рН	Аминокислота	рН
Аланин	6,02	Пролин	6,10
Валин	5,97	Аргинин	10,76
Серин	5,68	Гистидин	9,15
Глутамин	5,65	Лизин	9,47

Биологически важные реакции α -аминокислот

- декарбоксилирование
- дезаминирование
 - окислительное;
 - неокислительное
- переаминирование
- образование пептидной связи

Декарбоксилирование – синтез биогенных аминов.



Дезаминирование –

удаления α -АК, которая выделяется в виде NH_3 и образования α -кетокислоты. Общее количество АК уменьшается.

Дезаминированию не подвергаются
лизин и пролин.

Окислительное дезаминирование



Неокислительное дезаминирование



аспартаза



фумаровая кислота

Трансаминирование (переаминирование) - реакция переноса $-NH_2$ с АК на α -кето кислоту, образуются новая кетокислота и новая АК. Реакция обратима.



Подвергаются все АК, кроме лизина, треонина и пролина.

Реакция трансаминирования



**аспарагиновая
кислота**

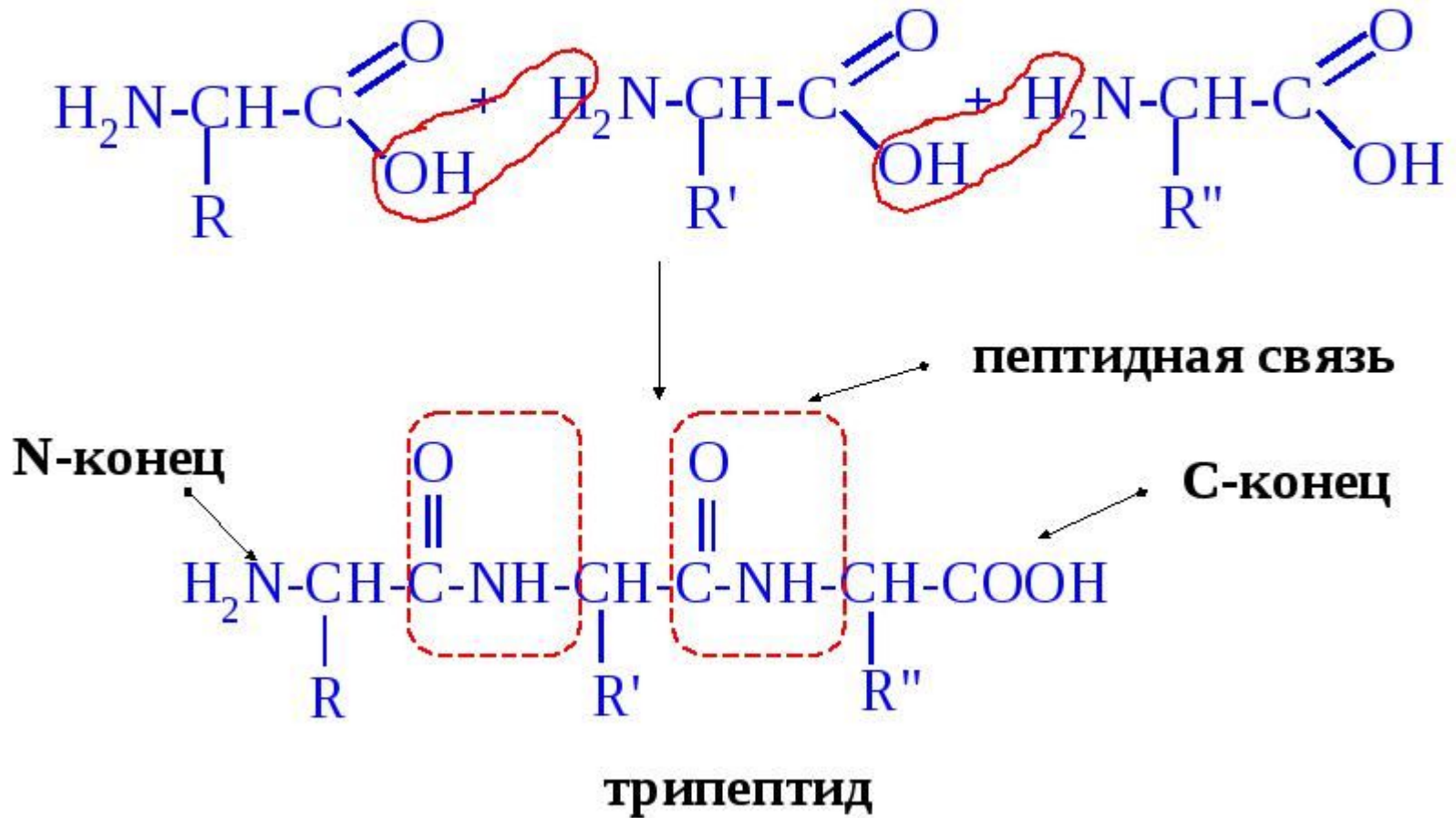
**пировиноградная
кислота**



**щавелевоуксусная
кислота**

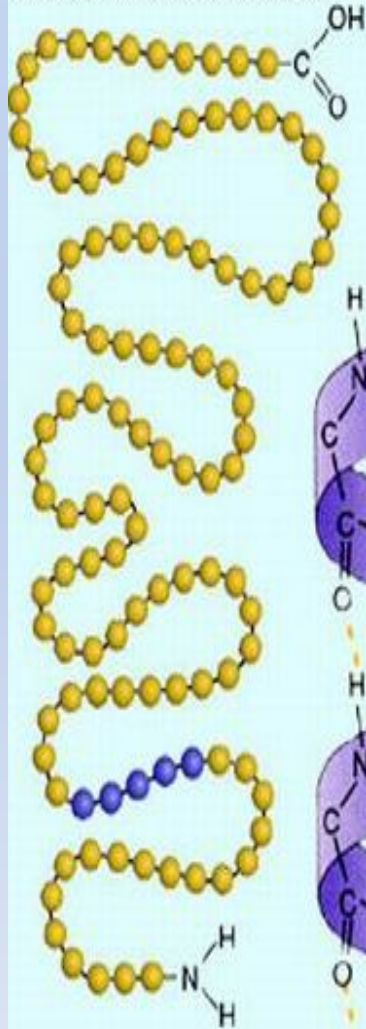
аланин

Образование пептидной связи

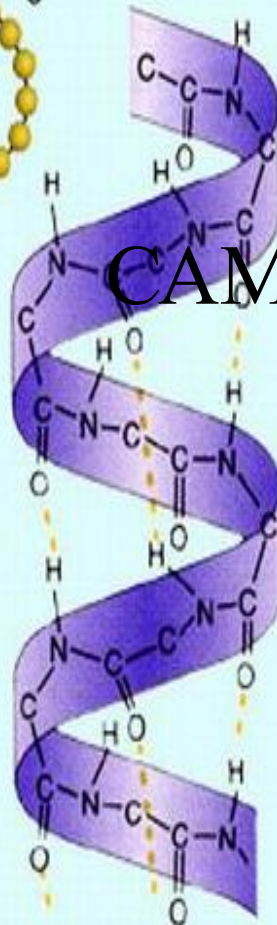


Строение белковой молекулы

Первичная структура
(цепочка аминокислот)



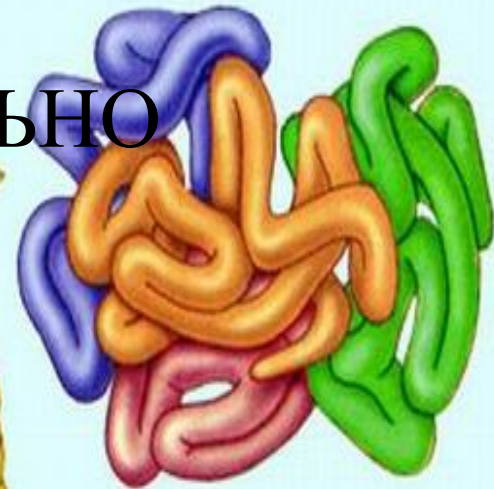
Вторичная структура
(α -спираль)



Третичная структура



Четвертичная структура
(соединение нескольких
полипептидных цепей в
единую структуру)



САМОСТОЯТЕЛЬНО