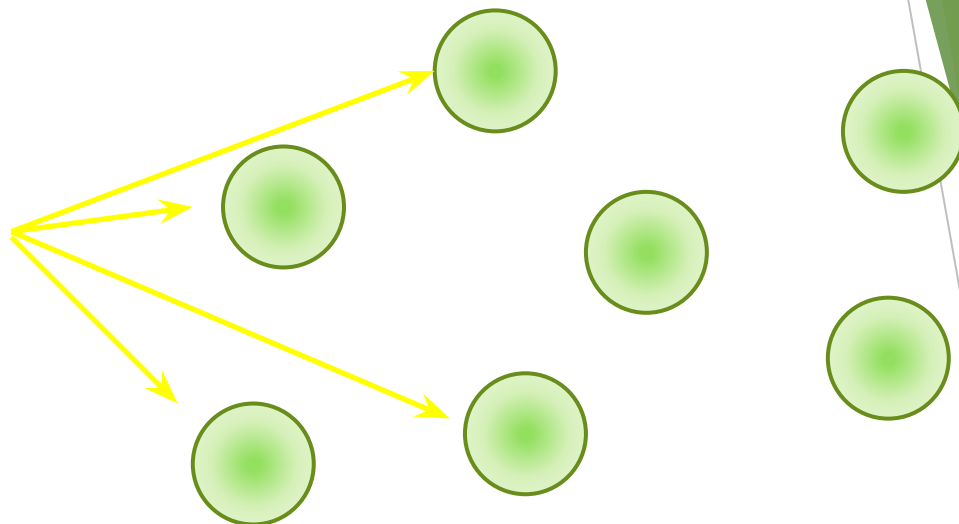


# Лекция липиды и белки

- Органические вещества клетки
- **белки**
- **липиды**
- **углеводы**
- **Нуклеиновые кислоты**
- **АТФ**

# Мономеры и полимеры?

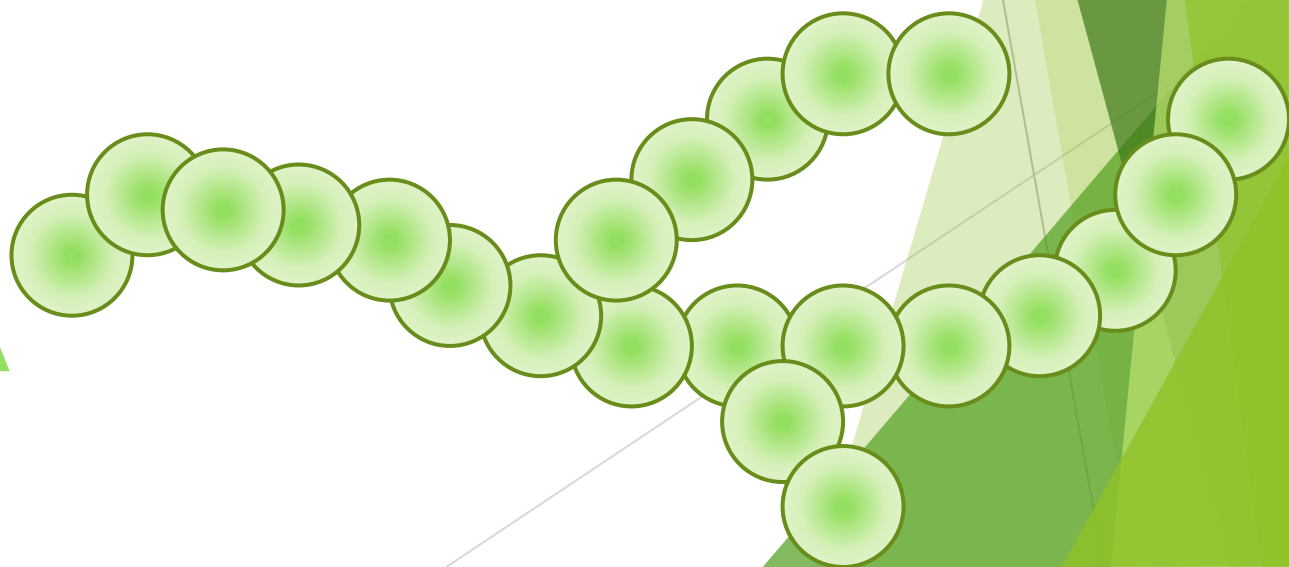
МОНОМЕРЫ



ПОЛИМЕР

=

МАКРОМОЛЕКУЛА



# ЛИПИДЫ

**ЖИРЫ**



**МАСЛА**

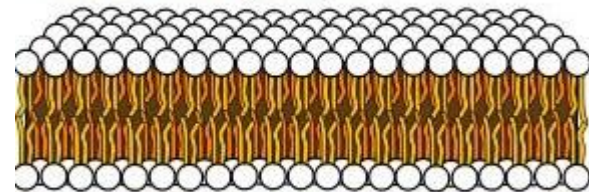


**ВОСКИ**

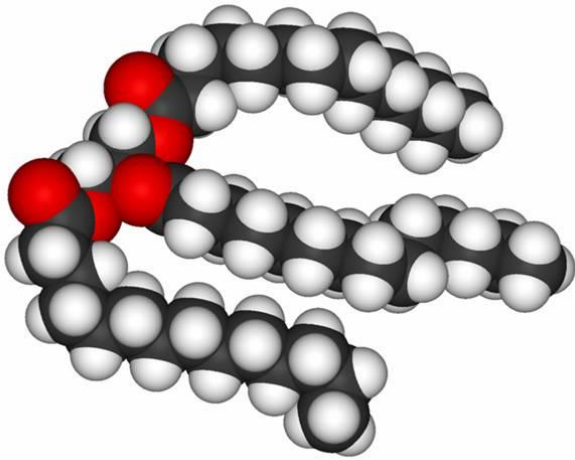


**ФОСФОЛИПИДЫ**

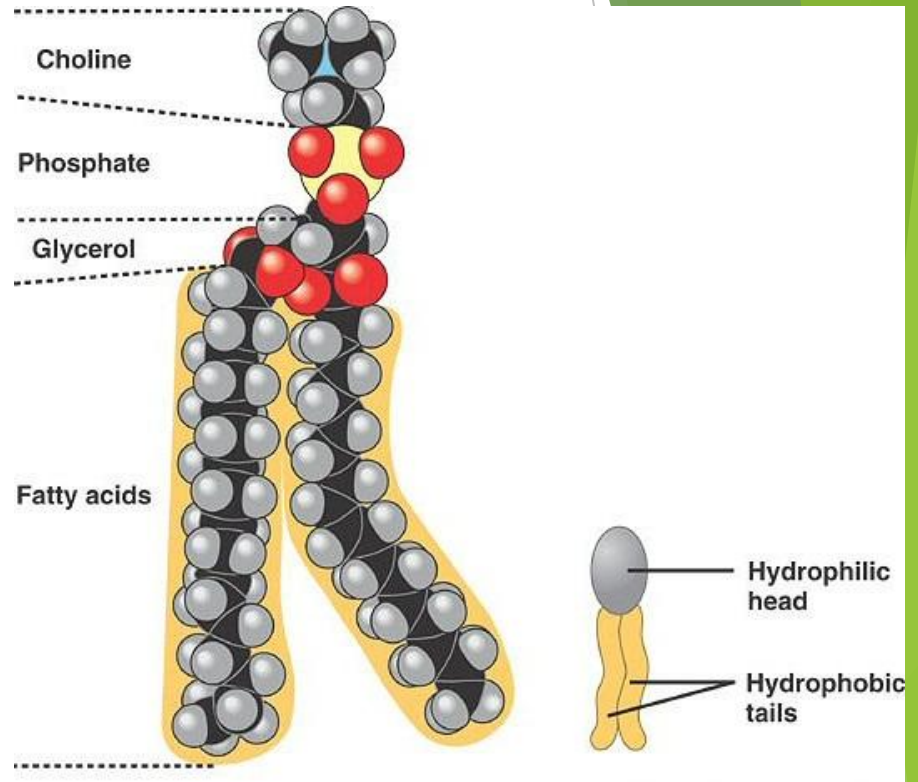
Bicouche lipidique



# Строение липидов



**Триглицерид**  
(глицерин  
+ высшие жирные  
кислоты)



**Фосфолипид**  
(остаток фосфорной кислоты  
+ глицерин  
+ высшие жирные кислоты)

# Функции липидов

Энергетическая: 1г = 38,9кДж энергии;

Запасающая: жиры и масла являются резервным пищевым веществом у животных и растений;

Источник метаболической воды;

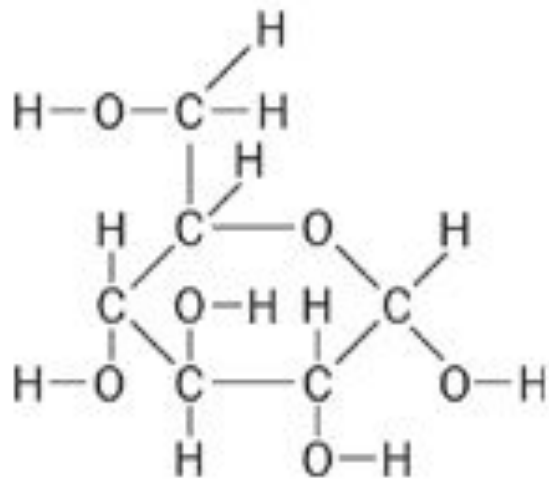
Структурная: мембраны всех клеток состоят из фосфолипидов;




Теплоизоляционная;

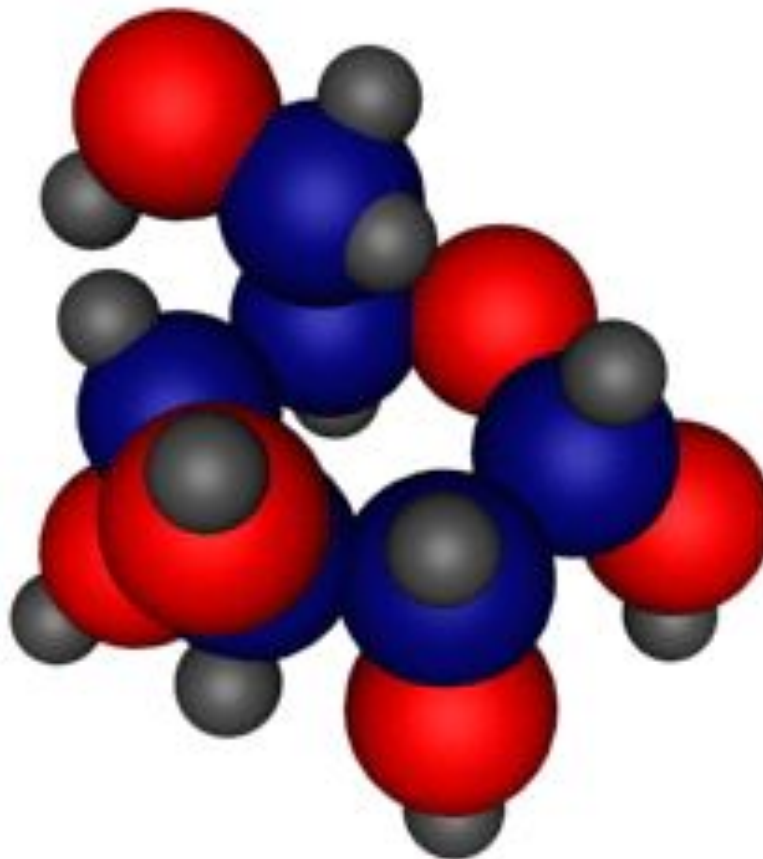
Регуляторная: гормоны липидной природы - тестостерон, эстроген.



# Углеводы

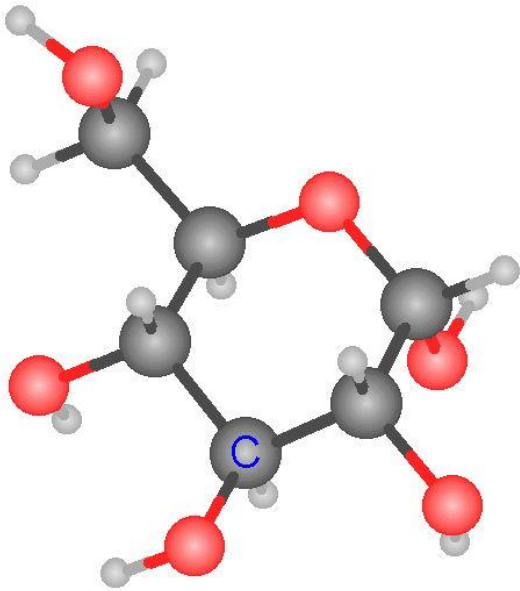


-  Hydrogen
-  Carbon
-  Oxygen

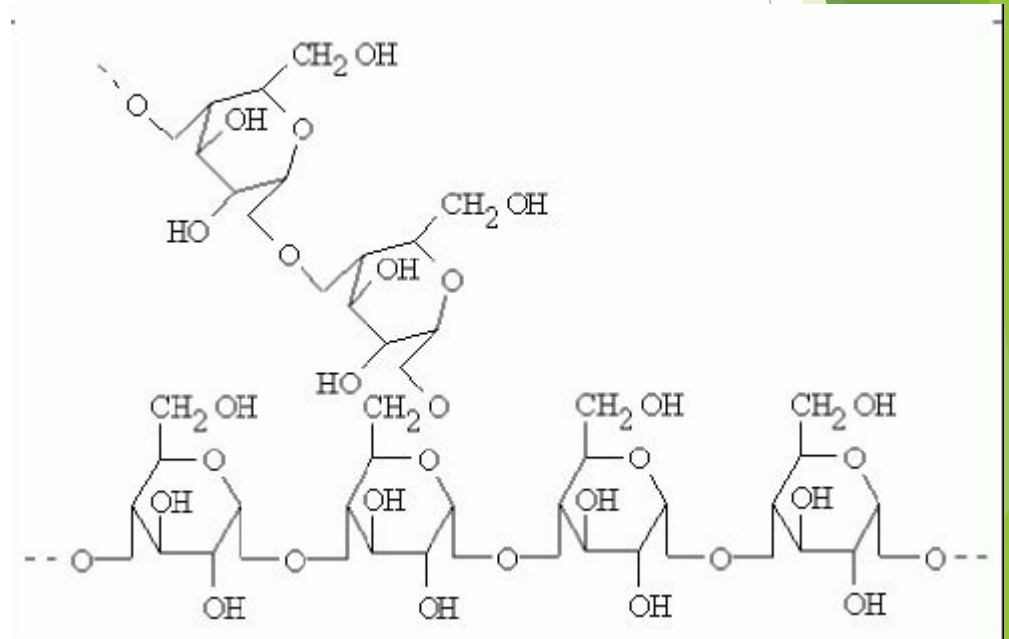


# Углеводы

Моносахариды  
(простые сахара)

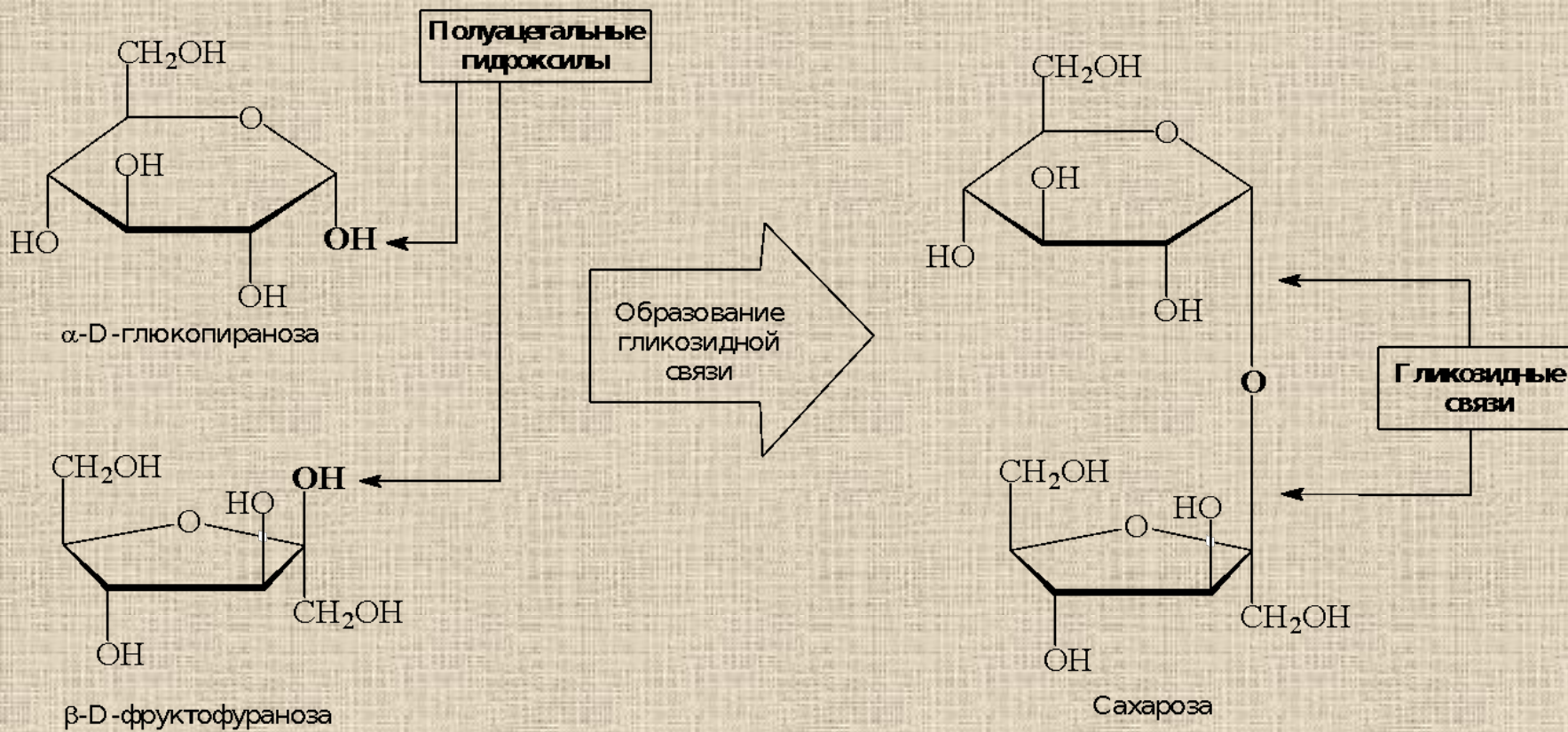


Полисахариды –  
высокомолекулярные  
полимеры



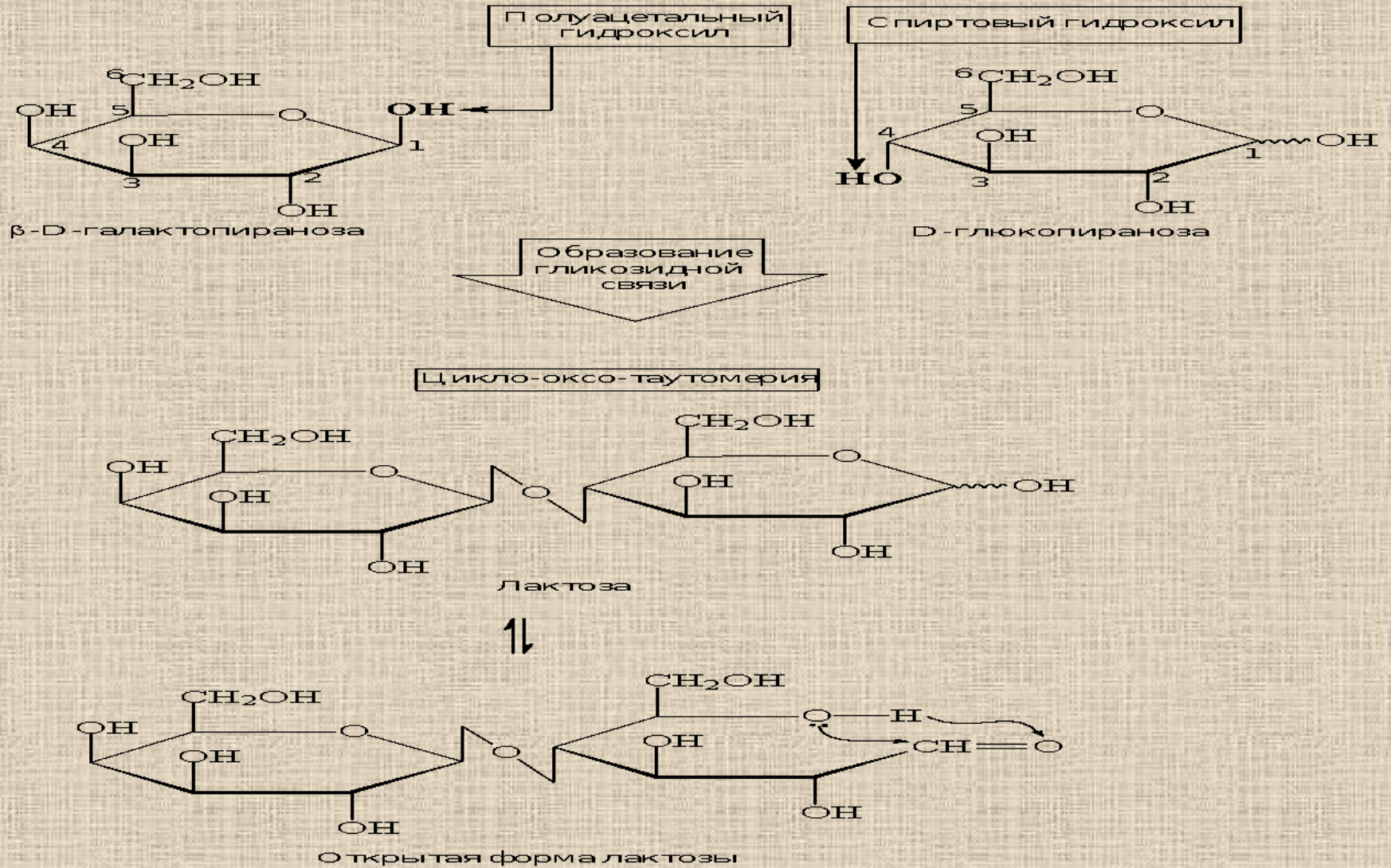


# ДИСАХАРИДЫ.



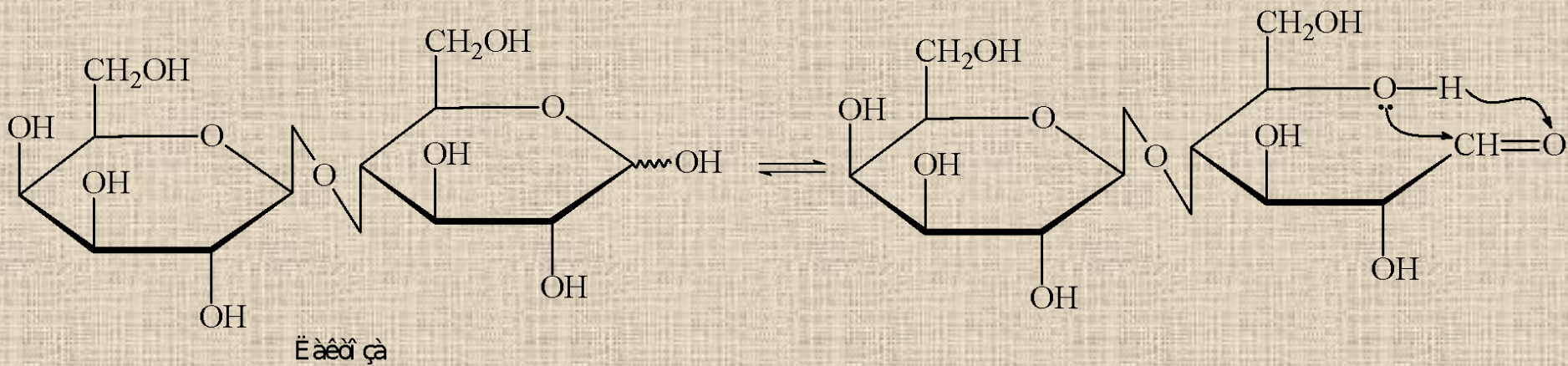
**Невосстанавливающий дисахарид**

# ДИСАХАРИДЫ.



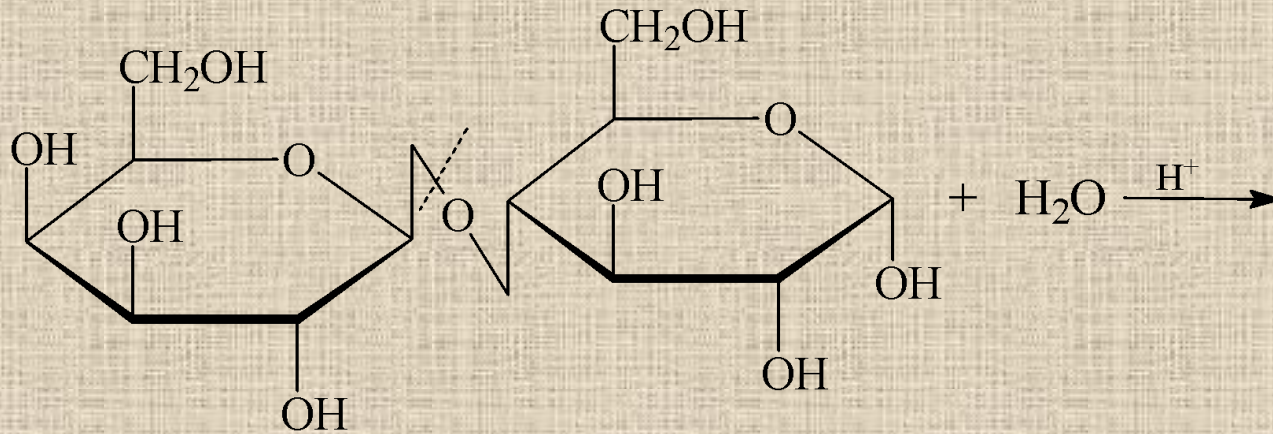
# ДИСАХАРИДЫ.

Осоееи -î еиî -оаооî ì аоёу

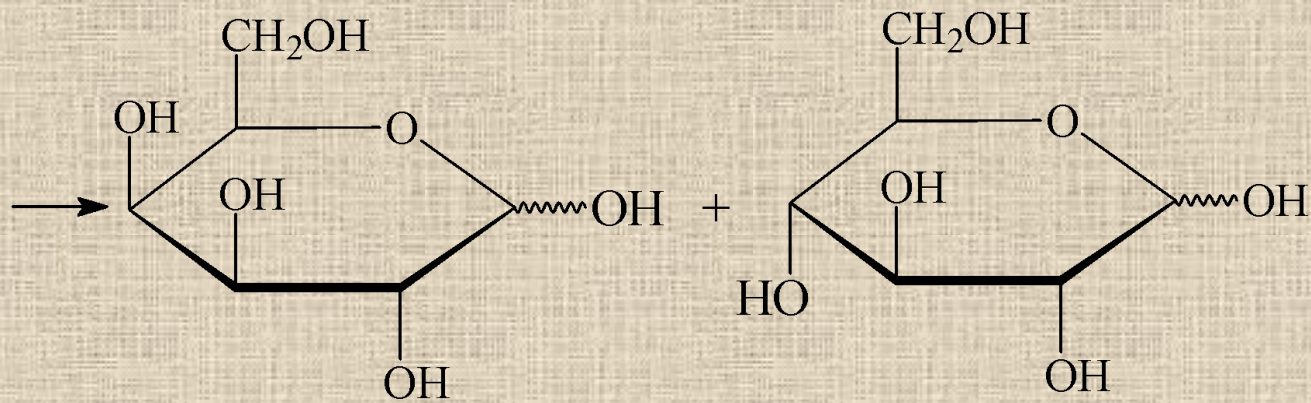


**Восстанавливающий дисахарид**

# ДИСАХАРИДЫ



Лактоза

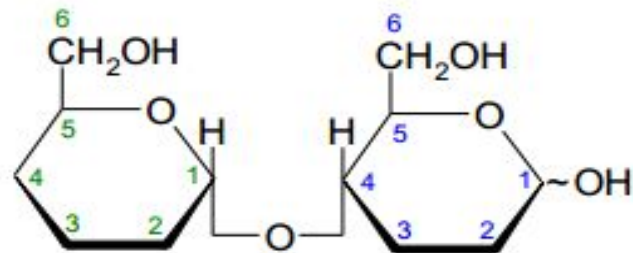


D-галактопираноза

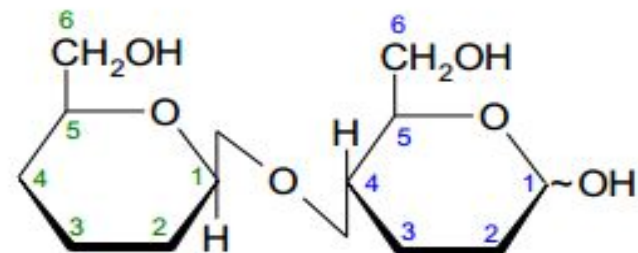
D-глюкопираноза



Очень важно уметь определять тип гликозидной связи в олиго- и полисахаридах. Во-первых, гликозидная связь характеризуется стереохимически – то есть указывается каким аномером является данный гликозид ( $\alpha$ -аномер или  $\beta$ -аномер). Во-вторых, указываются номера атомов углерода, которые связаны через кислородный мостик:

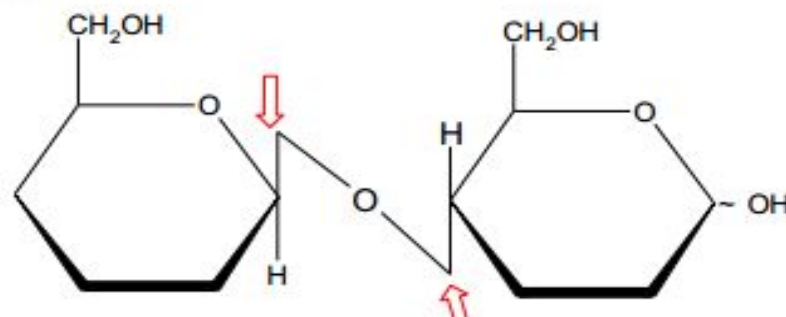


$\alpha$ -1,4



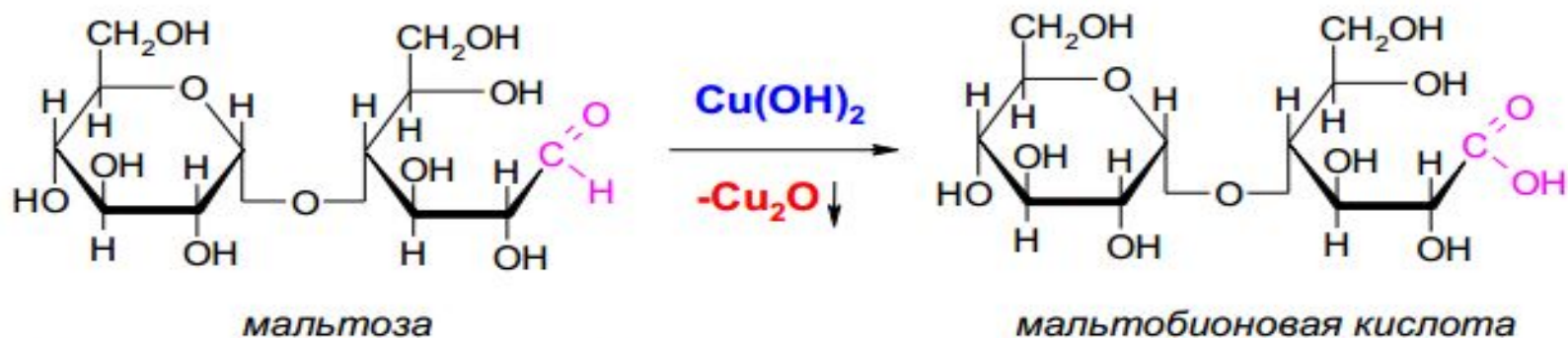
$\beta$ -1,4

**NB!** В местах “сгибов” гликозидной связи никаких атомов нет! Это просто удобный способ изображения этих структур. Если связь C-O изобразить обычной прямой чертой, то придётся переворачивать один моносахаридный остаток, а это очень неудобно для восприятия.



### 2.5.2. Окисление дисахаридов

Реактив Фелинга, реактив Толленса окисляют только восстанавливающие дисахариды, которые способны образовывать открытую альдегидную форму. При этом восстанавливающие дисахариды окисляются в **бионовые кислоты**:



Лактоза окисляется в лактобионовую кислоту, целлобиоза в целлобионовую кислоту. Сахароза и трегалоза реактивом Фелинга не окисляются, ибо являются невосстанавливающими дисахаридами.

### 2.5.3. Гидролиз дисахаридов

Дисахариды являются гликозидами, то есть ацетальми. А гидролиз ацеталей не катализируется основаниями, поэтому для катализа гидролиза дисахаридов используются кислоты. Гидролиз дисахаридов идёт при нагревании в присутствии каталитических количеств кислоты:

# ДИСАХАРИДЫ

---



Мальтоза +  $\text{H}_2\text{O}$  → D-глюкоза + D-глюкоза

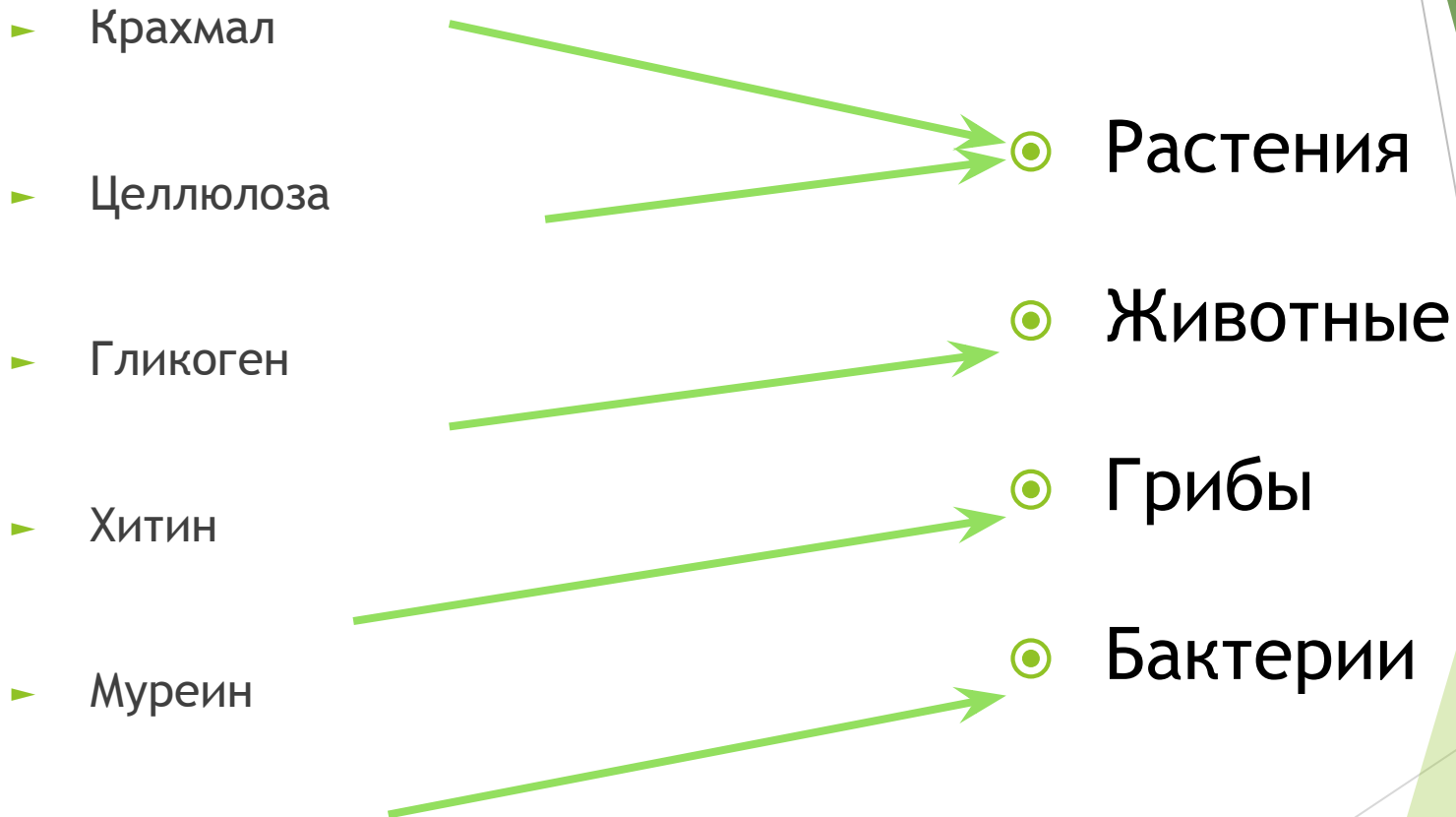
Целлобиоза +  $\text{H}_2\text{O}$  → D-глюкоза + D-глюкоза

Лактоза +  $\text{H}_2\text{O}$  → D-глюкоза + D-галактоза

Сахароза +  $\text{H}_2\text{O}$  → D-глюкоза + D-фруктоза

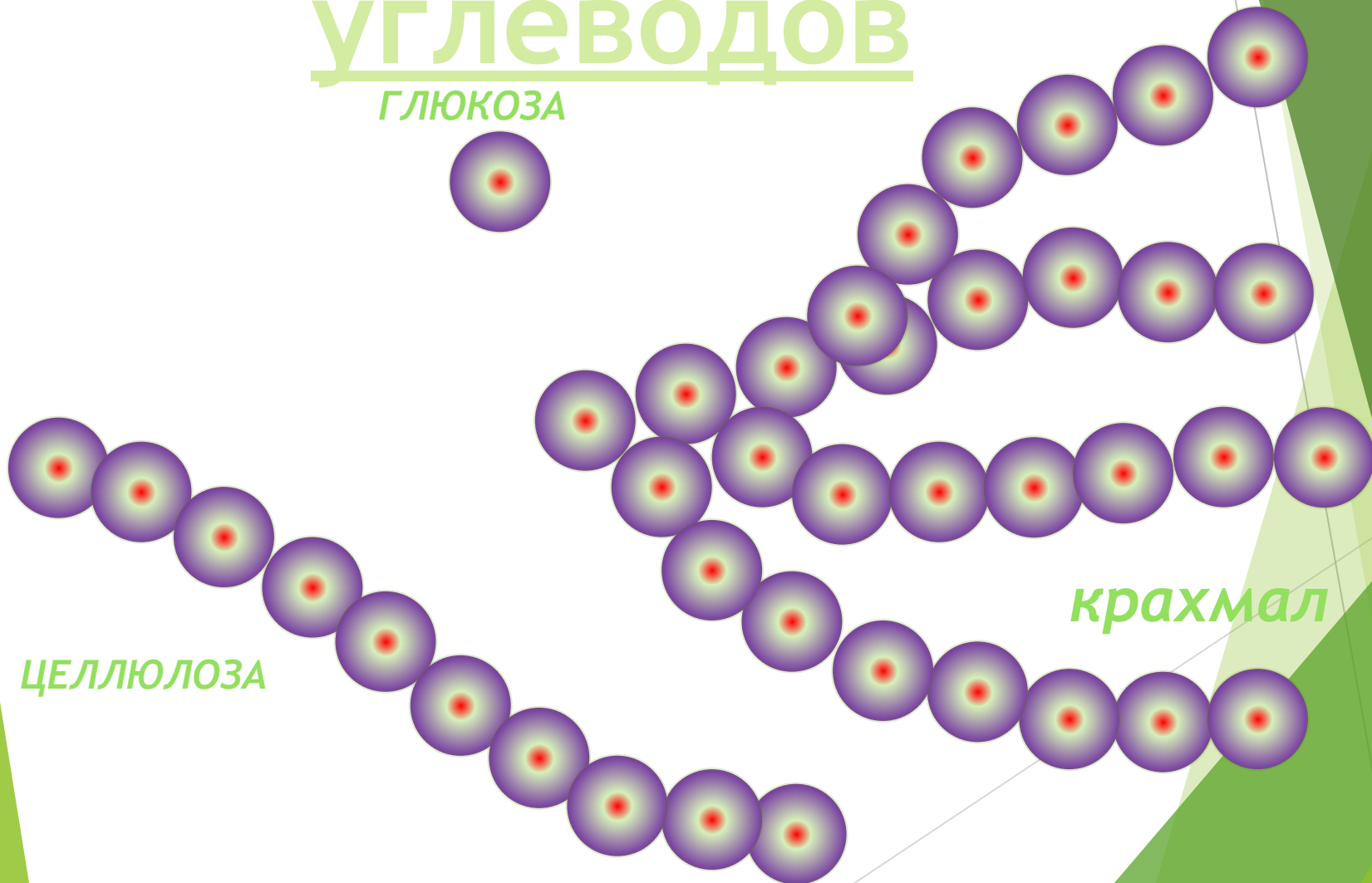
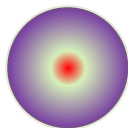


# Полисахариды



# Строение углеводов

ГЛЮКОЗА



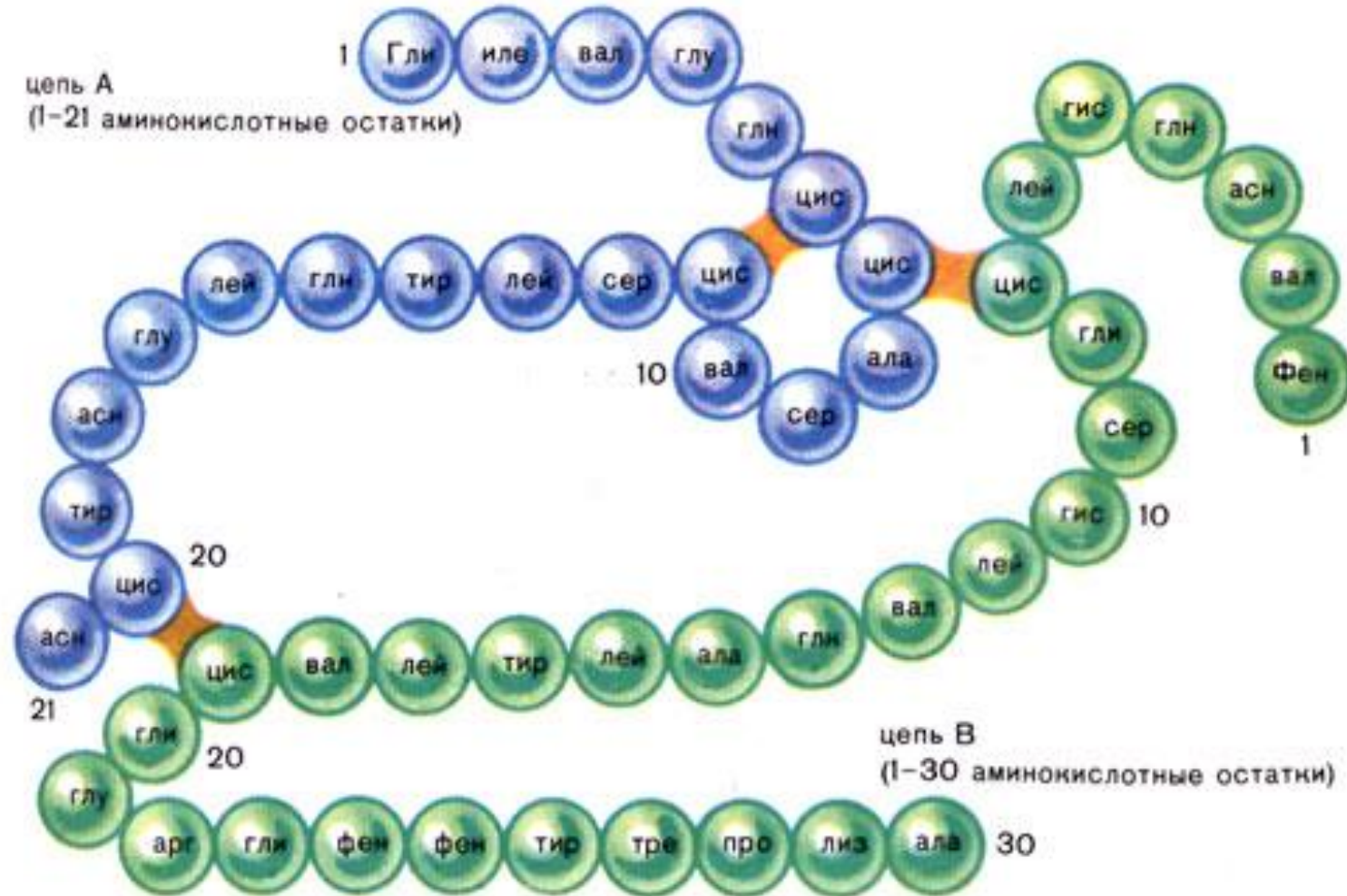
ЦЕЛЛЮЛОЗА

крахмал

# Белки

Белки и полипептиды - это природные полимеры, состоящие из остатков аминокислот, связанных амидной (пептидной) связью. Условно считают, что пептиды имеют в своем составе до 100 мономерных единиц аминокислот, а белки - свыше 100.

# Полипептидная цепь



Состоит из сотен и даже тысяч аминокислотных остатков - мономеров.

Рибонуклеаза (фермент, расщепляющий РНК) содержит **124** аминокислотных остатка.

Миоглобин (белок мышц), состоит из **153** аминокислотных остатков.

Гемоглобин - **574** аминокислотных остатка.

Υ- Глобулин (образует антитела) состоит из **1250** аминокислот.

# Аминокислоты (20 видов):

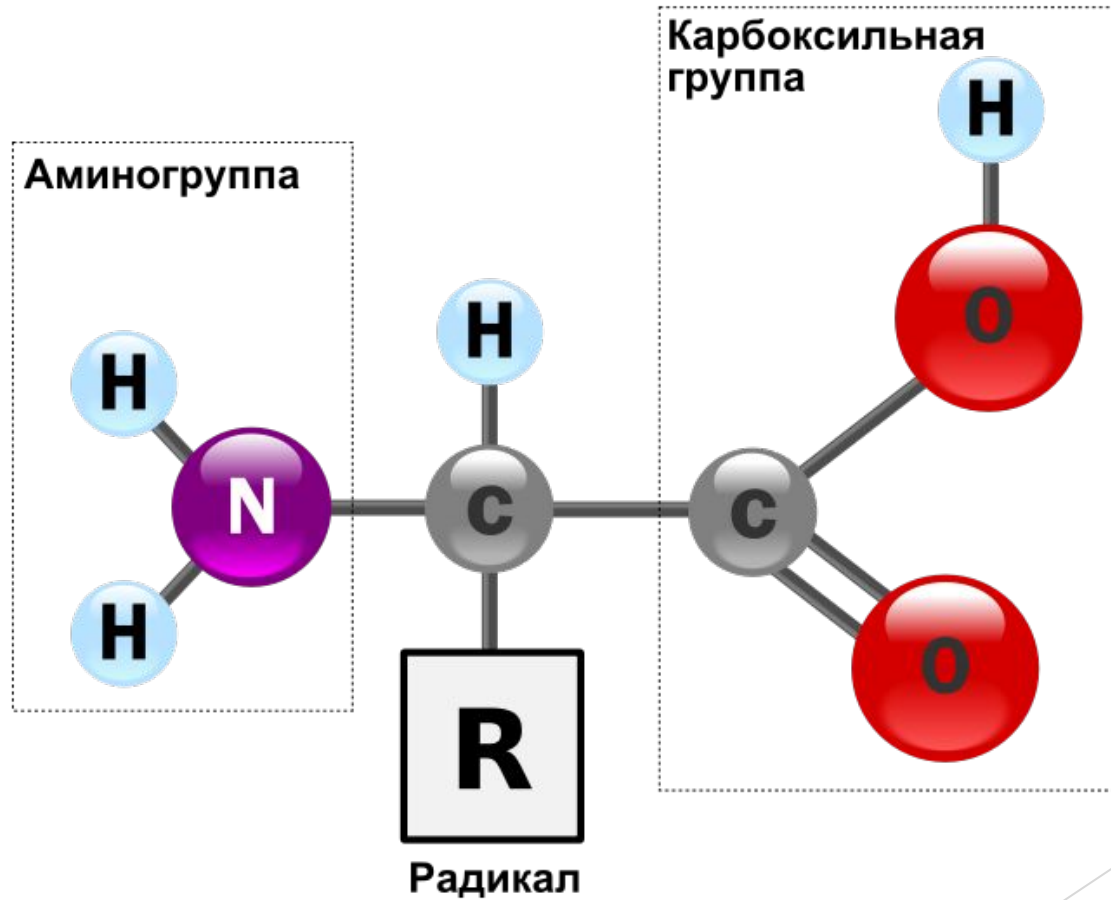
Заменяемые

*Могут  
синтезироваться  
в организме.*

Незаменяемые

*Не могут  
синтезироваться  
в организме,  
должны  
поступать с  
пищей.*

# Аминокислота

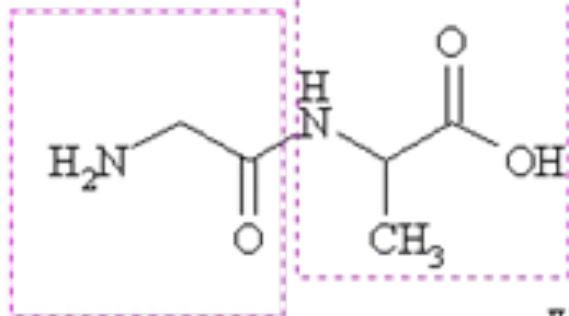




Для обозначения аминокислот используется  
буквенное сокращение:

Глицин	Гли	Аспарагиновая кислота	Асп
Аланин	Ала	Аспарагин	Асн
Валин	Вал	Глутаминовая кислота	Глу
Изолейцин	Иле	Глутамин	Глн
Лейцин	Лей	Лизин	Лиз
Пролин	Про	Аргинин	Арг
Серин	Сер	Гистидин	Гис
Теонин	Тре	фенилаланин	фен
Цистеин	Цис	Тирозин	Тир
Метионин	Мет	Триптофан	Три

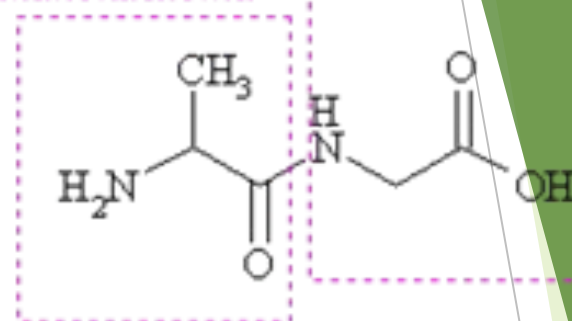
*N*-концевая  
аминокислота



дипептиды

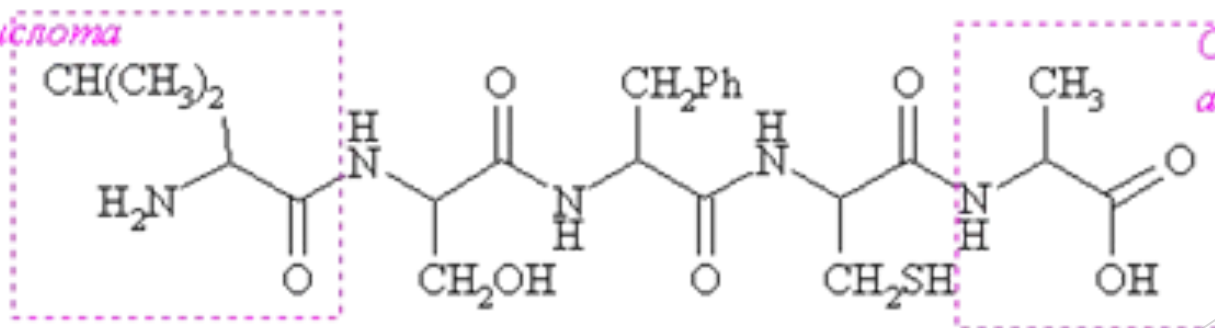
глицилаланин  
H-Gly-Ala-OH

*N*-концевая  
аминокислота



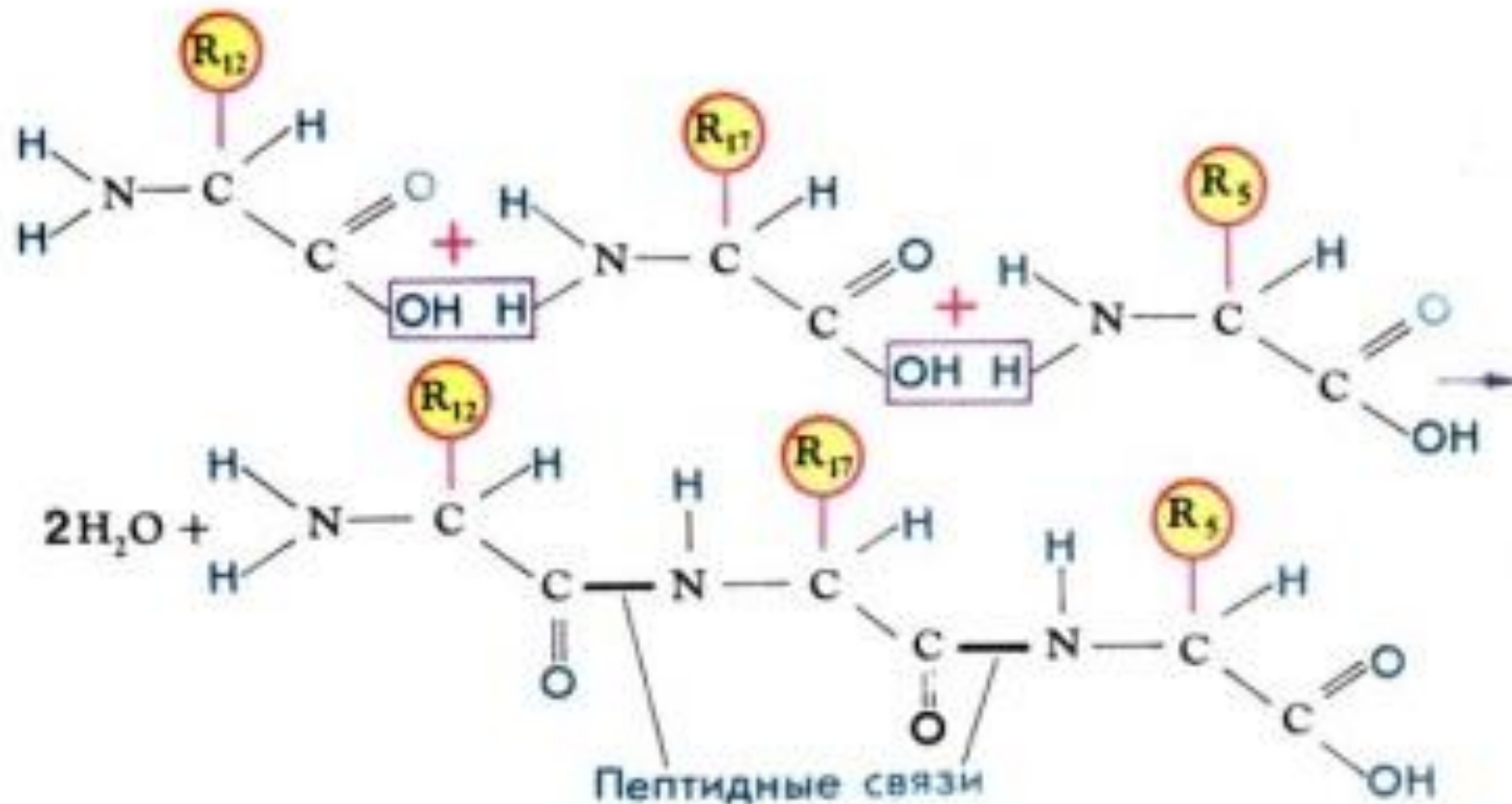
аланилглицин  
H-Ala-Gly-OH

*N*-концевая  
аминокислота



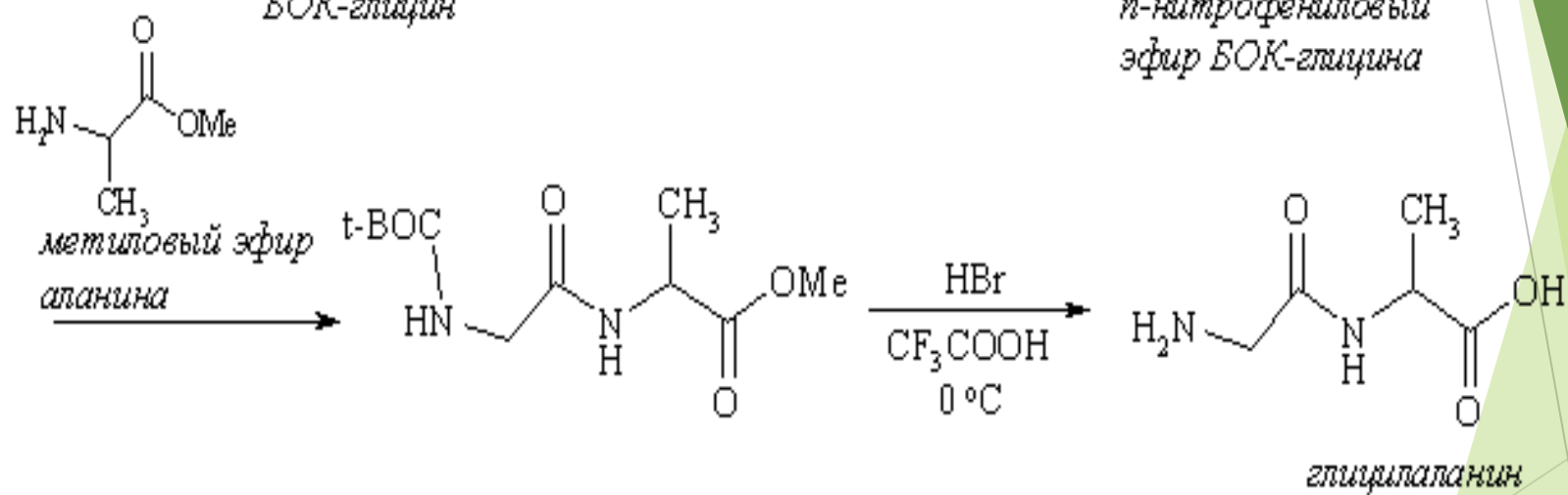
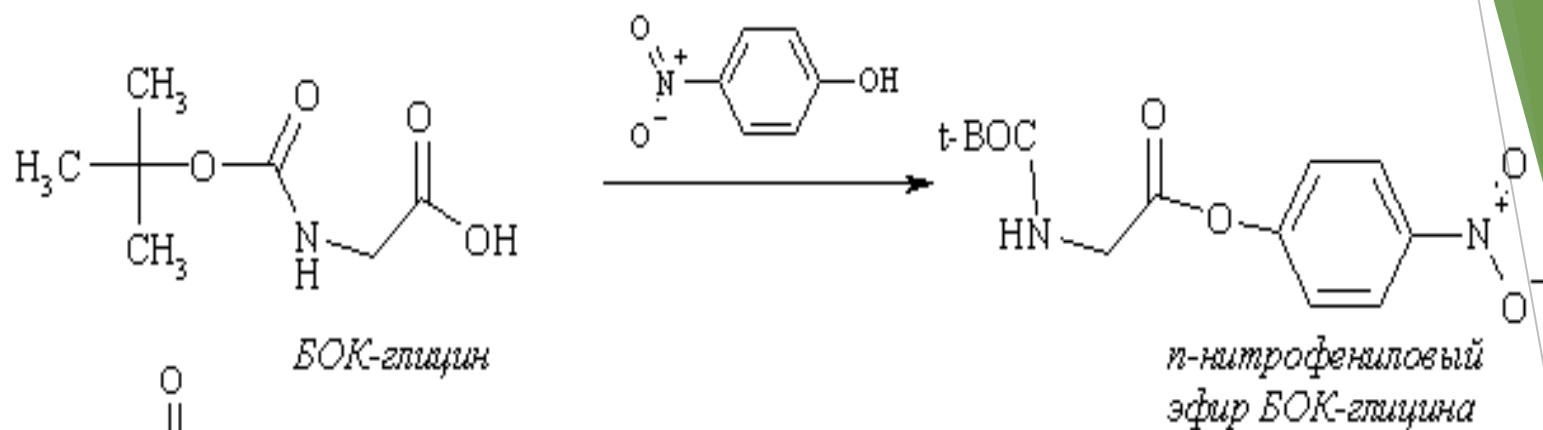
валилсерилфенилаланилцистеаланин  
H-Val-Ser-Phe-Cys-Ala-OH  
пентапептид

# Образование пептидной СВЯЗИ



**Необходимо «собрать» молекулу белка, строго соблюдая последовательность аминокислотных остатков, в синтезе пептидов используют приемы защиты аминогруппы и активирования карбоксильной группы**

- 1) защита аминогруппы глицина введением БОК-группы;
- 2) активирование карбоксильной группы БОК-глицина, например, переводом его в п-нитрофениловый эфир;
- 3) блокирование карбоксильной группы аланина переводом в метиловый эфир синтез защищенного по обоим концам дипептида;
- 4) снятие защит.



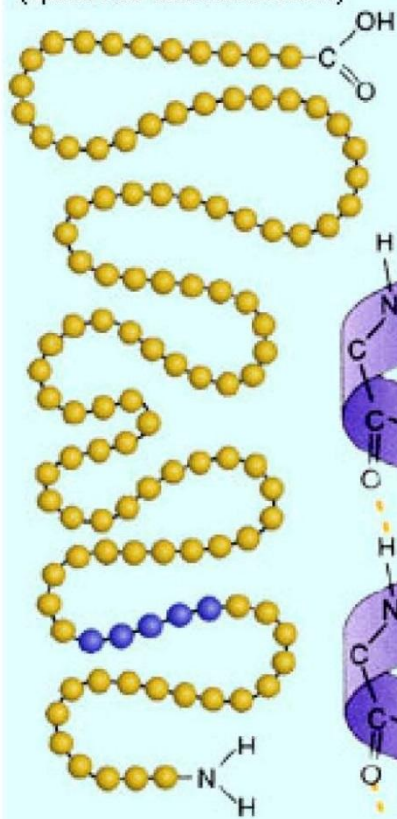
Весьма перспективен твердофазный синтез пептидов (метод Меррифилда) в котором наращивание пептидной цепи происходит на поверхности полимера.

Твердофазный синтез имеет ряд преимуществ. Во-первых, поскольку на каждой стадии продукт реакции является полимером, то, обладая пониженной растворимостью, легко очищается (отмывается) от реагирующих веществ. Во-вторых, твердофазный синтез успешно поддается автоматизации. Например, с помощью автоматизированного пептидного синтеза налажен промышленный выпуск синтетического аналога гормона инсулина, состоящего из 51 аминокислотного остатка.

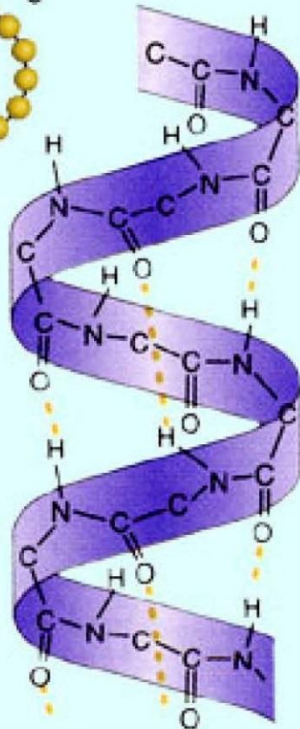
# СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ БЕЛКОВОЙ МОЛЕКУЛЫ

## Уровни структурной организации

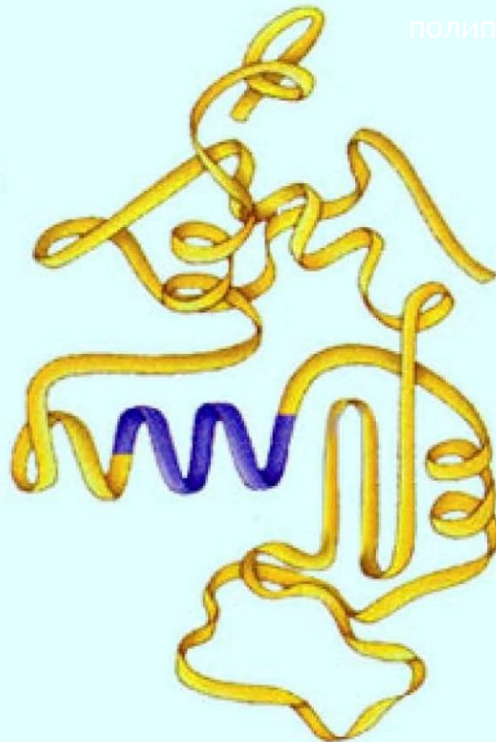
Первичная структура  
(цепочка аминокислот)



Вторичная структура  
( $\alpha$ -спираль)

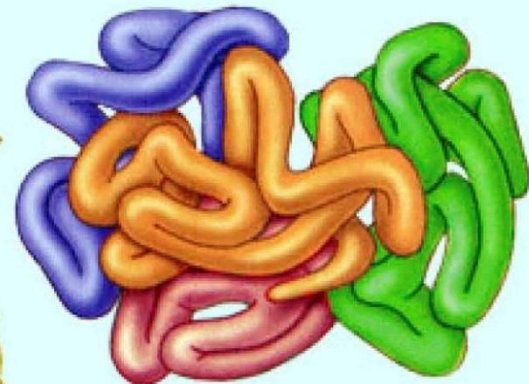


Третичная структура  
(глобула)



Четвертичная структура  
(клубок белков)

Характерна для сложных белков,  
состоящих из нескольких  
полипептидных цепей





# Вторичная структура белка

- ▶ Из-за большого числа карбоксильных и амидных групп в молекуле белка возникают многочисленные водородные связи  $\text{NH}\dots\text{O}=\text{C}$ , благодаря которым молекула закручивается в спираль. Чаще всего это правовращающая  $\alpha$ -спираль, однако встречаются и левовращающие спирали. Этот тип организации белковой молекулы называется вторичной структурой белка

# Третичная структура белка

- ▶ Третичная структура белка показывает, какой пространственный объем занимает молекула. Различают фибриллярные (отношение длины молекулы к ее ширине больше 10) и глобулярные белки. Третичная и четвертичная структуры белка удерживаются за счет дополнительных химических связей. Например, дисульфидных мостиков между остатками цистеина или электростатических взаимодействий между аммониевой и карбоксильной группами разных полипептидных цепей.

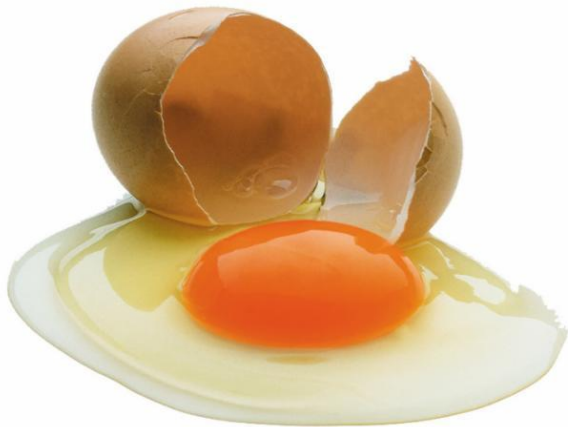
# Четвертичная структура белка

- ▶ Четвертичная структура белка относится к макромолекулам, образованным из нескольких полипептидных цепей.
- ▶ Большую роль в формировании четвертичной структуры играют сольватационные эффекты (взаимодействие с растворителем).

# Свойства белков

Денатурация - потеря белками их естественных свойств (гидрофильности и др.) вследствие нарушения пространственной структуры их молекул.

*изменение внешних условий, например, нагревание или обработка белка кислотой*



# Функции белков

Структурная - белки - незаменимый строительный материал для клеток.

Транспортная - белки связывают и переносят с током крови многие соединения. Это прежде всего гемоглобин, переносящий кислород из легких к клеткам.

Защитная - иммуноглобулины.

Регуляторную функцию выполняют белки-гормоны (инсулин, гормон роста)

Сократительная - белки актин и миозин.

Ферментативная - специфические белки, входящие в состав всех клеток и тканей живых организмов играют роль биологических катализаторов.