



ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

Атомный (элементный) состав характеризует соотношение атомов элементов, входящих в живые организмы.

Молекулярный (вещественный) состав отражает соотношение молекул веществ.

Группа элементов	Элементы	Суммарное содержание в клетке, %
Макроэлементы	О, С, Н, N (основные, или органогены)	98–99
	Ca, K, Si, Mg, P, S, Na, Cl, Fe	1–2
Микроэлементы	Mn, Co, Zn, Cu, B, I, F, Mo и др.	0,1
Ультрамикроэлементы	Se, U, Hg, Ra, Au, Ag и др. менее	0,01

РОЛЬ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЖИВЫХ ОРГАНИЗМАХ

Название элемента	Символ элемента	Роль в живых организмах
Углерод	C	Входит в состав органических веществ, в форме карбонатов входит в состав раковин моллюсков, коралловых полипов, покровов тела простейших, бикарбонатной буферной системы (HCO_3^- , H_2CO_3)
Кислород	O	Входит в состав воды и органических веществ
Водород	H	Входит в состав воды и органических веществ
Азот	N	Входит в состав всех аминокислот, нуклеиновых кислот, АТФ, НАД, НАДФ, ФАД
Фосфор	P	Входит в состав нуклеиновых кислот, АТФ, НАД, НАДФ, ФАД, фосфолипидов, костной ткани, эмали зубов
Сера	S	Входит в состав серосодержащих аминокислот (цистина, цистеина, метионина), инсулина, витамина B ₁ , кофермента А, многих ферментов, участвует в формировании третичной структуры белка (образование дисульфидных связей), окисление соединений серы — источник энергии в хемосинтезе
Хлор	Cl	Преобладающий отрицательный ион в организме, участвует в создании мембранных потенциалов клеток, осмотического давления для поглощения растениями воды из почвы и тургорного давления для поддержания формы клетки, процессах возбуждения и торможения в нервных клетках, входит в состав соляной кислоты желудочного сока
Натрий	Na	Главный внеклеточный положительный ион, участвует в создании мембранных потенциалов клеток (в результате работы натрий-калиевого насоса), осмотического давления для поглощения растениями воды из почвы и тургорного давления для поддержания формы клетки, в поддержании сердечного ритма (вместе с ионами K ⁺ и Ca ²⁺)

Название элемента	Символ элемента	Роль в живых организмах
Калий	К	Преобладающий положительный ион внутри клетки, участвует в создании мембранных потенциалов клеток (в результате работы натрий-калиевого насоса), поддержании сердечного ритма (вместе с ионами Na^+ и Ca^{2+}), активирует ферменты, участвующие в синтезе белка
Кальций	Ca	Входит в состав костей, зубов, раковин, участвует в регуляции избирательной проницаемости клеточной мембраны, процессах свёртывания крови; поддержании сердечного ритма (вместе с ионами K^+ и Na^{2+}), образовании желчи, активирует ферменты при сокращении поперечно-полосатых мышечных волокон
Магний	Mg	Входит в состав хлорофилла, многих ферментов
Железо	Fe	Входит в состав гемоглобина, миоглобина, некоторых ферментов
Медь	Cu	Входит в состав некоторых ферментов
Цинк	Zn	Входит в состав некоторых ферментов
Марганец	Mn	Входит в состав некоторых ферментов
Молибден	Mo	Входит в состав некоторых ферментов
Кобальт	Co	Входит в состав витамина B_{12}
Фтор	F	Входит в состав эмали зубов, костей
Йод	I	Входит в состав гормона щитовидной железы — тироксина
Бром	Br	Входит в состав витамина B_1
Бор	B	Влияет на рост растений

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КЛЕТКИ

```
graph TD; A(ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КЛЕТКИ) --> B[НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА]; A --> C[ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА]; B --> D(ВОДА И СОЛИ); C --> E(БЕЛКИ, ЖИРЫ, УГЛЕВОДЫ, НУКЛ.КИСЛОТЫ, ГОРМОНЫ, АТФ, ВИТАМИНЫ); D --> F(СОДЕРЖАТСЯ В ТЕЛАХ НЕЖИВОЙ И ЖИВОЙ ПРИРОДЫ); E --> G(ОБРАЗУЮТСЯ ТОЛЬКО В ЖИВЫХ ОРГАНИЗМАХ);
```

**НЕОРГАНИЧЕСКИЕ
ВЕЩЕСТВА**

ВОДА И СОЛИ

**СОДЕРЖАТСЯ В ТЕЛАХ
НЕЖИВОЙ
И ЖИВОЙ ПРИРОДЫ**

**ОРГАНИЧЕСКИЕ
ВЕЩЕСТВА**

**БЕЛКИ, ЖИРЫ, УГЛЕВОДЫ,
НУКЛ.КИСЛОТЫ,
ГОРМОНЫ, АТФ, ВИТАМИНЫ**

**ОБРАЗУЮТСЯ ТОЛЬКО
В ЖИВЫХ
ОРГАНИЗМАХ**

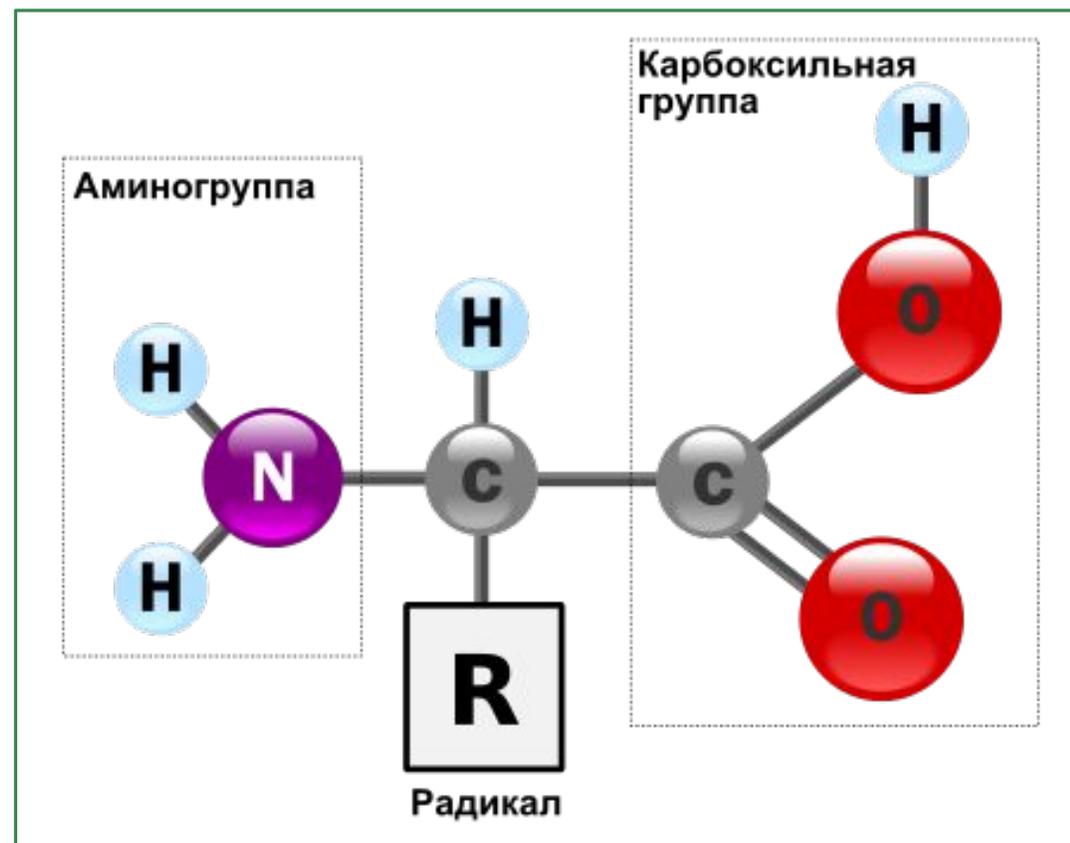
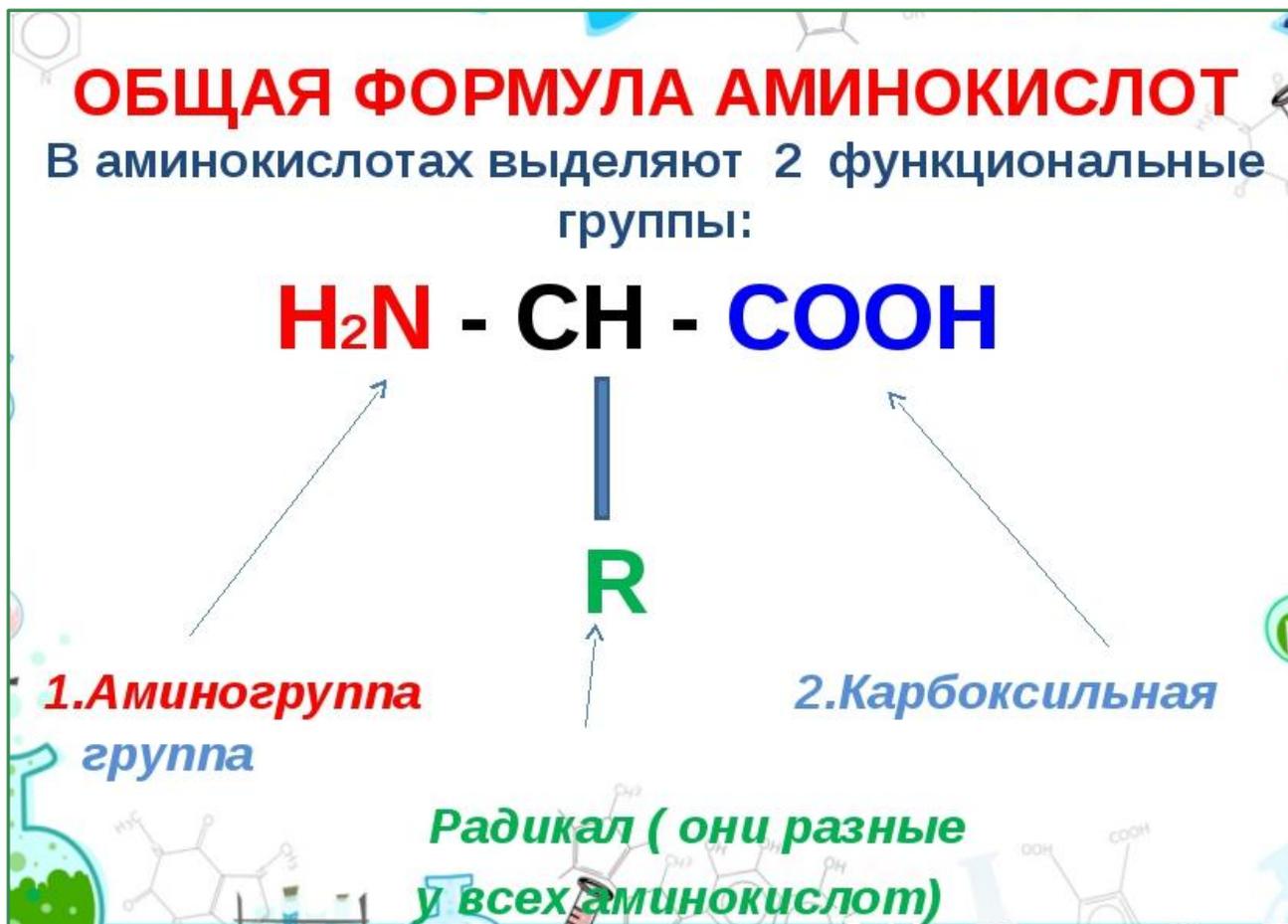
НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА

ВОДА Составляет 70-80% массы клетки	МИНЕРАЛЬНЫЕ СОЛИ Составляют 1-1,5% общей массы клетки
Придает клетке упругость, объем	Присутствуют в виде ионов или твердых нерастворимых солей
Универсальный растворитель	Создают кислую или щелочную реакцию среды
Образует внутреннюю среду клетки	Ca ²⁺ входит в состав костей и зубов, участвует в свертывании крови
Средство транспорта для растворенных веществ в клетку и из нее	K ⁺ и Na ⁺ обеспечивают раздражимость клеток
Служит средой, в которой протекают химические реакции	Cl ⁻ входит в состав желудочного сока
Ускоритель химических процессов (катализатор)	Mg ²⁺ содержится в хлорофилле
Обеспечивает теплоемкость	I компонент тироксина (гормона щитовид. железы)
Обладает высокой теплопроводностью	Fe ²⁺ входит в состав гемоглобина
Участвует в терморегуляции живых организмов	Cu, Mn, B участвуют в кроветворении, влияют на рост растений



БЕЛКИ

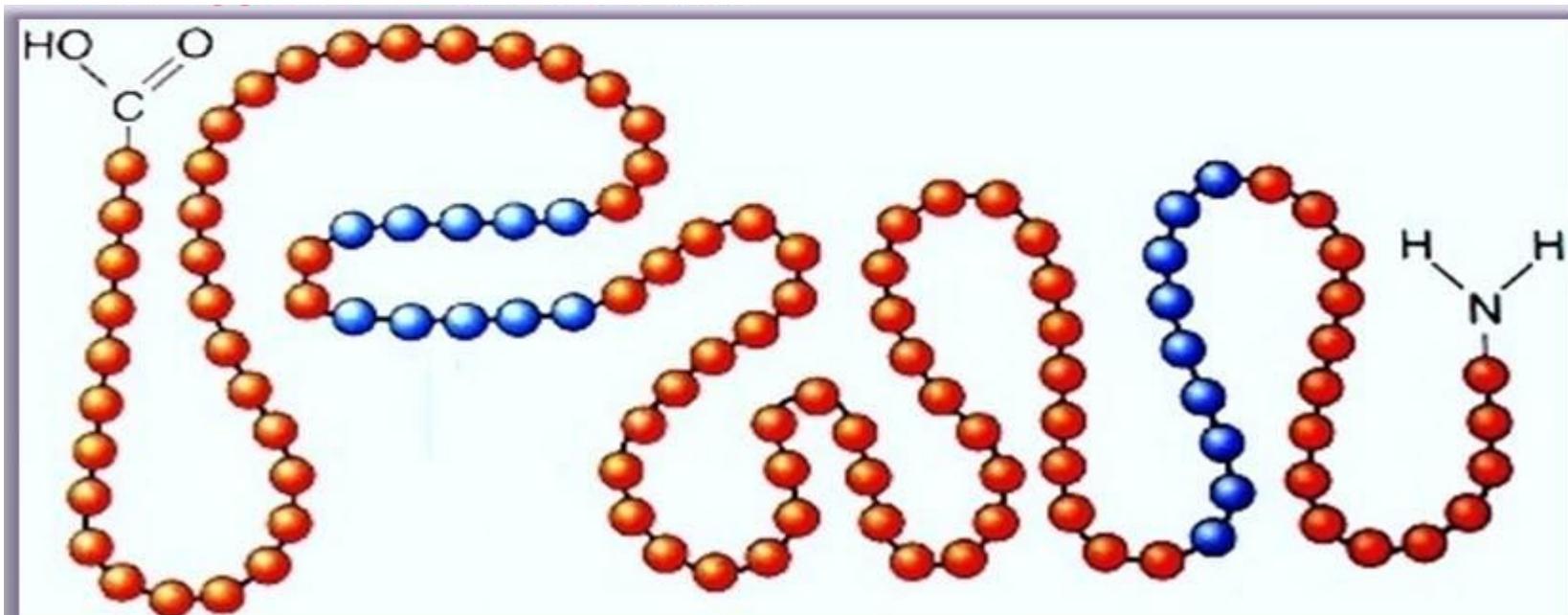
Белки – биополимеры, **мономерами** которых являются **20 аминокислот**.



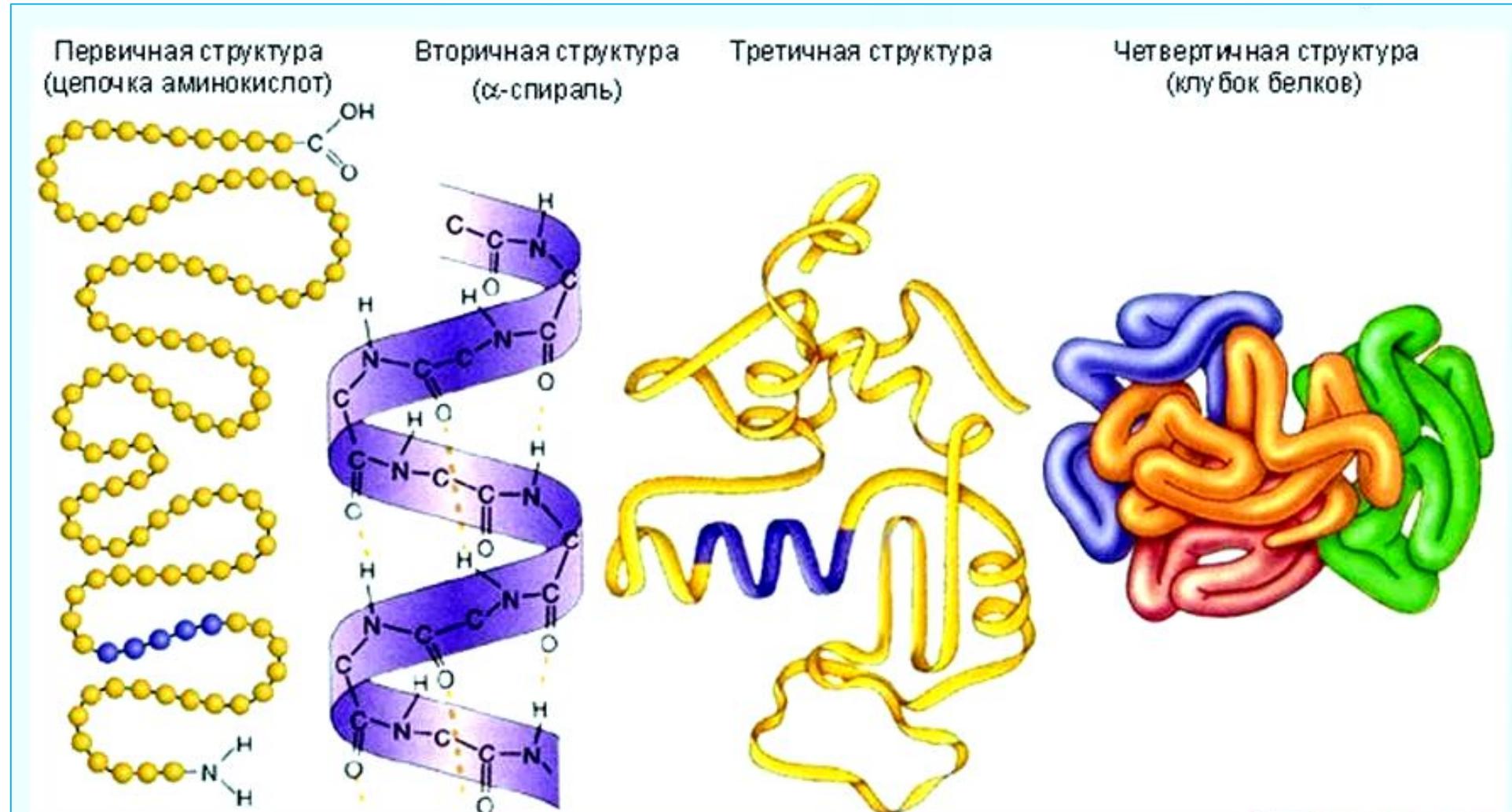
БЕЛКИ

Простые Б. – *альбумины, глобулины, гистоны.*

Сложные Б. – соединения Б с углеводами (*гликопротеины*), жирами (*гликопротеины*), нуклеиновыми кислотами (*нуклеопротеины*).



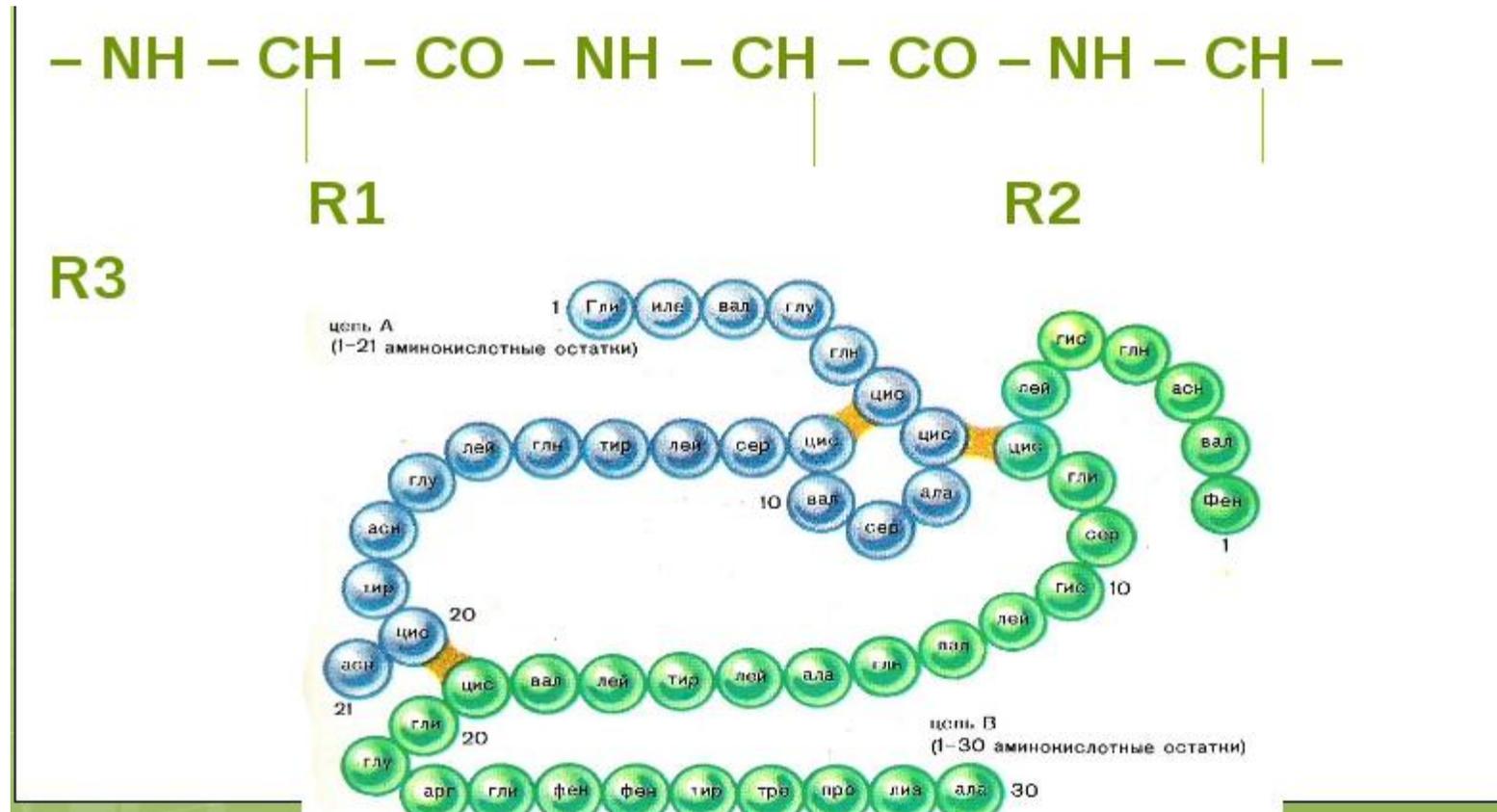
СТРОЕНИЕ БЕЛКОВОЙ МОЛЕКУЛЫ



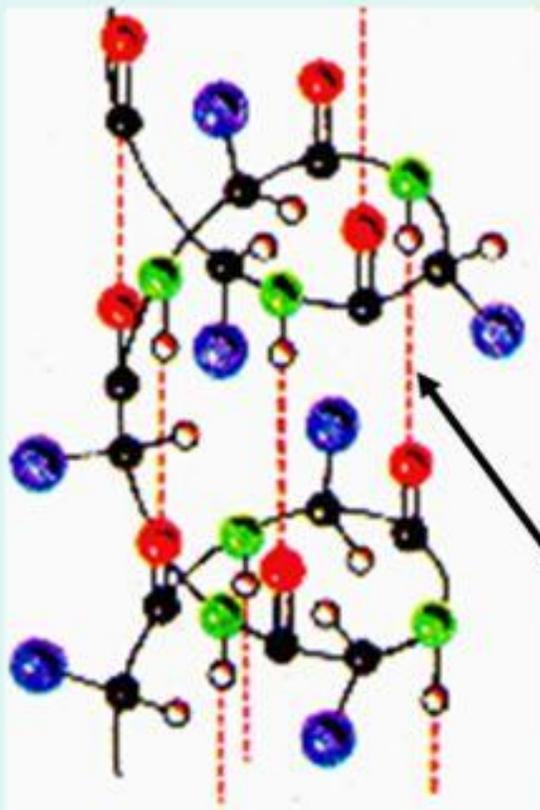
ПЕРВИЧНАЯ СТРУКТУРА БЕЛКА

Последовательность аминокислот в полипептидной цепи линейной формы.

Связь – пептидная –CO–NH–



ВТОРИЧНАЯ СТРУКТУРА БЕЛКА



Полипептид закручивается в **спираль**.

Структура образуется за счет **водородных связей** между C=O группами и NH группами разных аминокислот

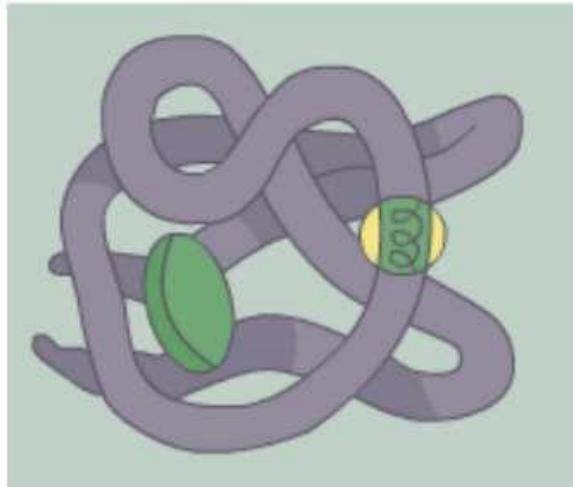
ВОДОРОДНЫЕ
СВЯЗИ

ТРЕТИЧНАЯ СТРУКТУРА БЕЛКА

Пространственная конфигурация α -спирали (глобула).

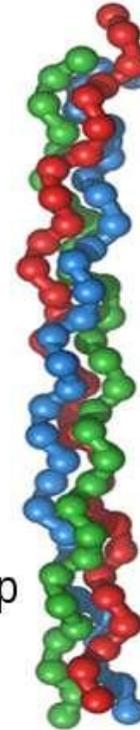
Связи – ионные, ковалентные, гидрофобные, водородные.

Глобулярные белки



Формируется при взаимодействии вторичных структур и стабилизуется **ионными**, **водородными** и **дисульфидными связями**

Фибриллярные белки

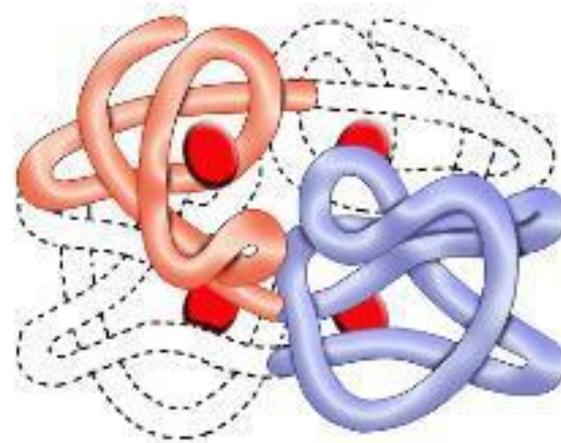
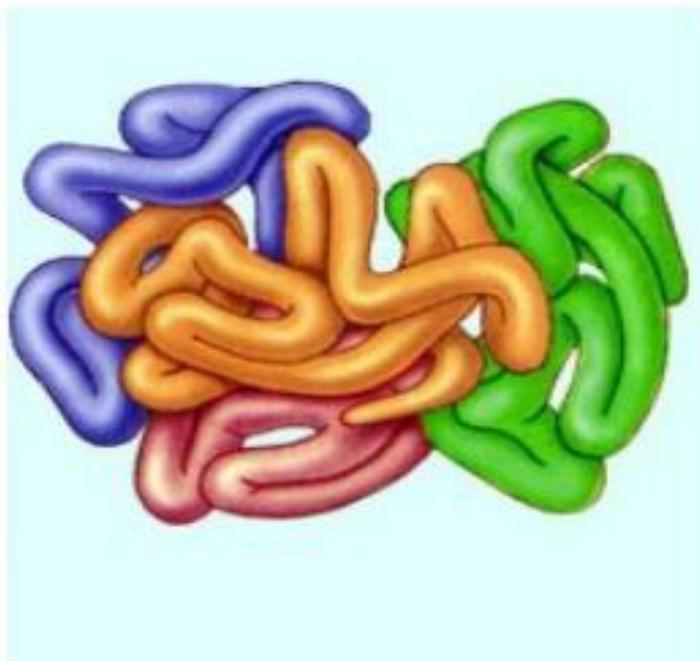


ЧЕТВЕРТИЧНАЯ СТРУКТУРА БЕЛКА

Характерна *не для всех белков*.

Соединение нескольких полипептидных цепей с третичной структурой в единую структуру.

Пример – гемоглобин человека.



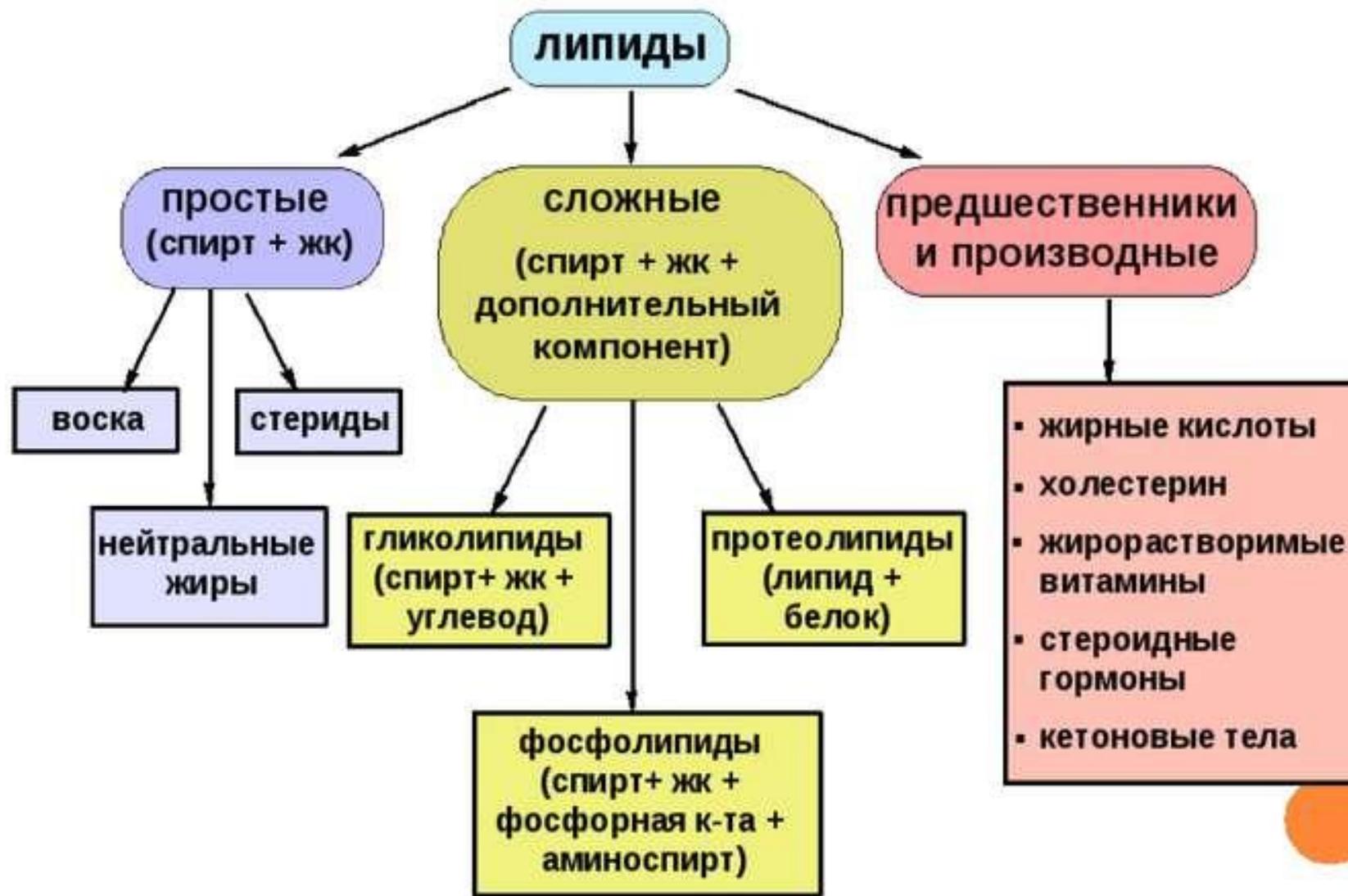
ФУНКЦИИ БЕЛКОВ

- ▶ **Строительная** – белки участвуют в образовании оболочки клетки, органоидов и мембран клетки. Из белков построены кровеносные сосуды, сухожилия, волосы.
- ▶ **Каталитическая** – все клеточные катализаторы – белки (активные центры фермента).
- ▶ **Двигательная** – сократительные белки вызывают всякое движение.
- ▶ **Транспортная** – белок крови гемоглобин присоединяет кислород и разносит его по всем тканям.
- ▶ **Защитная** – выработка белковых тел и антител для обезвреживания чужеродных веществ.
- ▶ **Энергетическая** – 1 г белка эквивалентен 17,6 кДж.
- ▶ **Рецепторная** – реакция на внешний раздражитель.

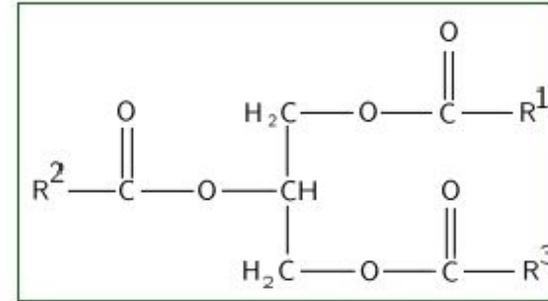
Денатурация белка



ЖИРЫ = ЛИПИДЫ



Липиды (жиры и жироподобные вещества)



глицерин

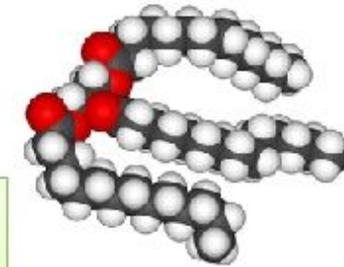
+

3 остатка жирных
кислот

← насыщенные
(не содержат
двойные связи =)



→ ненасыщенные
(содержат двойные
связи =)

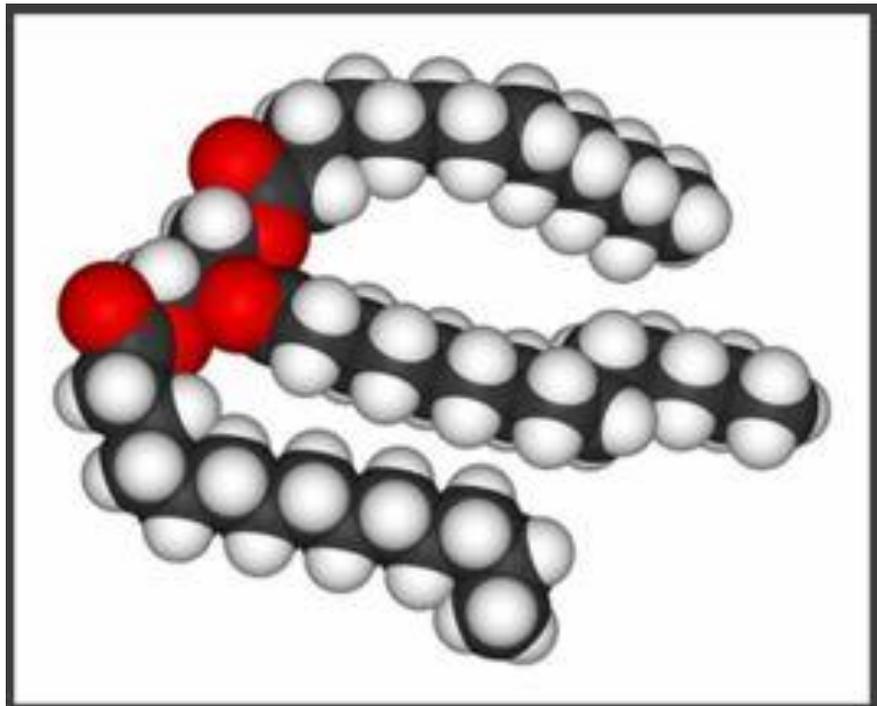


70/30

ЖИРЫ = ЛИПИДЫ

Липиды (жиры и жироподобные вещества) – сложные эфиры высших **жирных кислот и глицерина**.

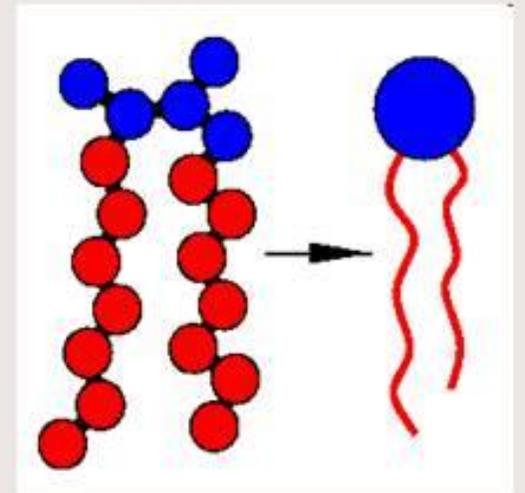
Обладают гидрофильными и гидрофобными свойствами, высокой энергоемкостью.



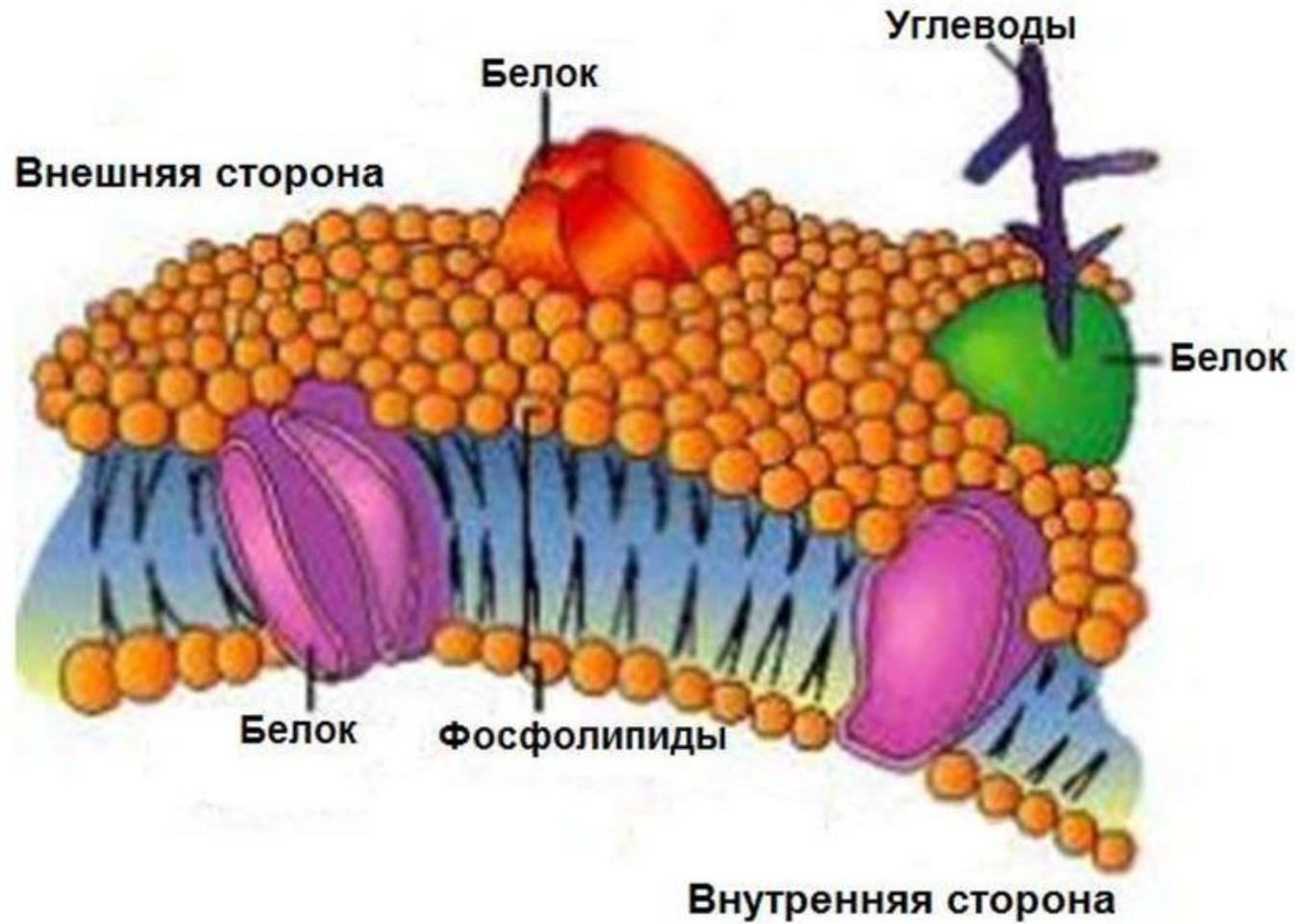
Липиды мембран имеют в структуре две различные части:

- неполярный гидрофобный "хвост"
- полярную гидрофильную "голову"

Такую двойственную природу соединений называют **амфифильной**



Мембранные липиды



Функции липидов

Функции

Сущность

1) Структурная

В состав мембран входят фосфолипиды, гликолипиды.

2) Энергетическая

При расщеплении одного грамма жира выделяется 38,9кДж.

3) Запасающая

Создание резервного источника энергии (капля жира в клетке, жировое тело насекомого, подкожная жировая клетчатка млекопитающих).

4) Защитная

Водоотталкивающее средство (воск, перья, шерсть), электрическая изоляция, физическая защита от механических повреждений.

5) Терморегуляторная

Тепловая изоляция (подкожный жир «бурый жир»- биологический обогреватель.

6) Источник эндогенной воды

Окисление 100г жира дает 107 мл воды.

7) Регуляторная

Липиды- предшественники синтеза жирорастворимых витаминов: А, D, Е, К.

УГЛЕВОДЫ $C_n(H_2O)_m$

Моносахариды:

Хорошо растворимы в воде, сладкие на вкус.

Функция – энергетическая.

Олигосахариды (состоят из 2-10 молекул простых сахаров): сахароза, мальтоза, солодовый сахар.

- Пентозы – рибоза, дезоксирибоза.

- Гексозы – глюкоза, фруктоза, галактоза.

Функции – компоненты ДНК, РНК, АТФ.

Полисахариды (состоят более чем из 10 молекул сахаров): крахмал, гликоген, целлюлоза, хитин.

Плохо растворимы или не растворимы в воде, не сладкие.

Функции – структурная (оболочка растительной клетки). Запасное питательное вещество.

Функции углеводов

Энергетическая

При окислении 1 г глюкозы выделяется 17 кДж энергии

Запасающая

Крахмал, инулин - у растений, гликоген - у животных и грибов

Защитная

Хитин входит в состав наружных покровов членистоногих, гликопротеиды- иммунные реакции

Строительная

Целлюлоза (клетчатка) образует клеточную стенку в растительных клетках, муреин- клеточная стенка бактерий

Рецепторная

Углеводные компоненты мембран обеспечивают узнавание клеток, рецепцию гормонов и медиаторов

НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

Мононуклеотиды. Мононуклеотид состоит из одного азотистого основания — *пуринового* (аденин — А, гуанин — Г) или *пиримидинового* (цитозин — Ц, тимин — Т, урацил — У), сахара-пентозы (рибоза или дезоксирибоза) и 1–3 остатков фосфорной кислоты.

Функции мононуклеотидов

Функция	Характеристика
Строительная (структурная)	Наиболее важная роль нуклеотидов состоит в том, что они служат строительными блоками для сборки полинуклеотидов: ДНК и РНК (дезоксирибонуклеиновых и рибонуклеиновых кислот).
Энергетическая	АТФ является универсальным переносчиком и хранителем энергии в клетке, участвует как источник энергии почти во всех внутриклеточных реакциях.
Транспортная	Производные нуклеотидов служат переносчиками некоторых химических групп, например, НАД (никотинамидадениндинуклеотид) и ФАД (флавинадениндинуклеотид) — переносчики атомов водорода.

НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

Полинуклеотиды. Нуклеиновые кислоты (полинуклеотиды) — полимеры, мономерами которых являются нуклеотиды. Существуют два типа нуклеиновых кислот: **ДНК** (дезоксирибонуклеиновая кислота) и **РНК** (рибонуклеиновая кислота).

Нуклеотиды ДНК и РНК состоят из следующих компонентов:

Азотистое основание (в ДНК: аденин, гуанин, цитозин и *тимин*; в РНК: аденин, гуанин, цитозин и *урацил*).

Сахар-пентоза (в ДНК — дезоксирибоза, в РНК — рибоза).

Остаток фосфорной кислоты.

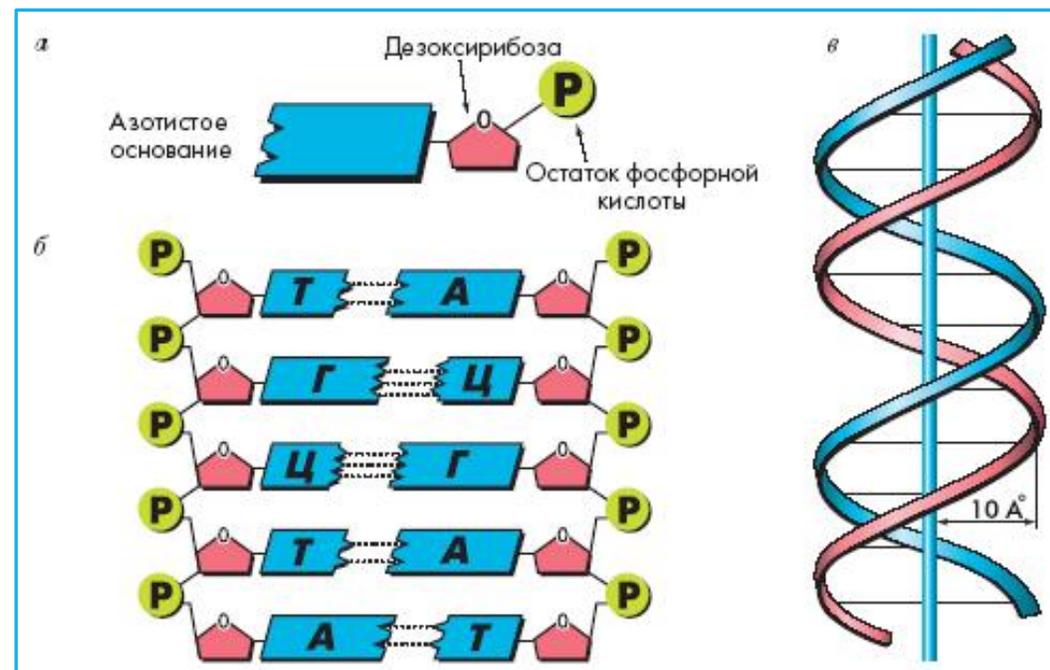


Строение и функции РНК

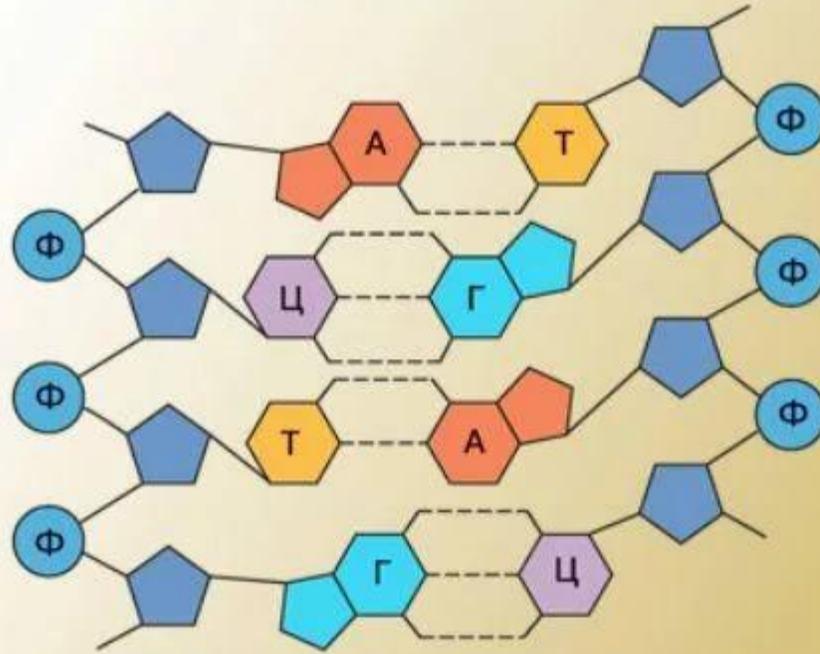
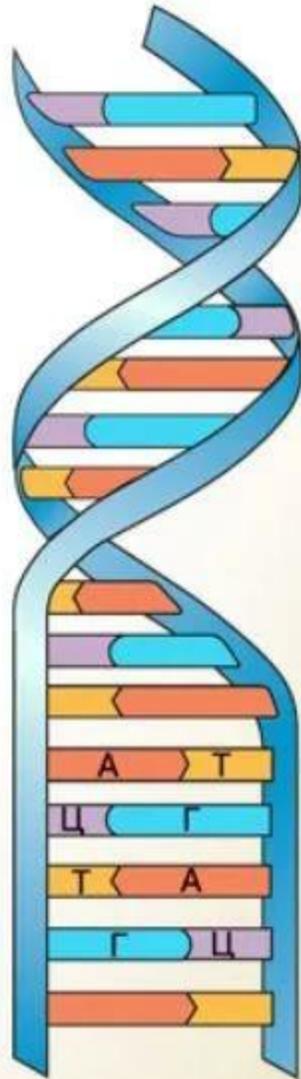


ДНК (ДЕЗОКСИРИБОНУКЛЕИНОВАЯ КИСЛОТА)

- Линейный полимер, состоящий из четырёх типов мономеров: нуклеотидов А, Т, Г и Ц, связанных друг с другом ковалентной связью через остатки фосфорной кислоты.
- Молекула ДНК состоит из двух спирально закрученных цепей (двойная спираль). При этом между аденином и тимином образуются две водородные связи, а между гуанином и цитозином — три. Эти пары азотистых оснований называют *комплементарными*. В молекуле ДНК они всегда расположены друг напротив друга.
- Цепи в молекуле ДНК противоположно направлены.
- Пространственная структура молекулы ДНК была установлена в **1953 г. Д. Уотсоном и Ф. Криком**.



СТРУКТУРА ДНК



Все ДНК построены из четырех типов нуклеотидов. В состав каждого из них входит одно из азотистых оснований: аденин (А), тимин (Т), цитозин (Ц) или гуанин (Г). Между комплементарными (взаимодополняемыми) основаниями возникают водородные связи, и образуется двуцепочечная молекула ДНК.

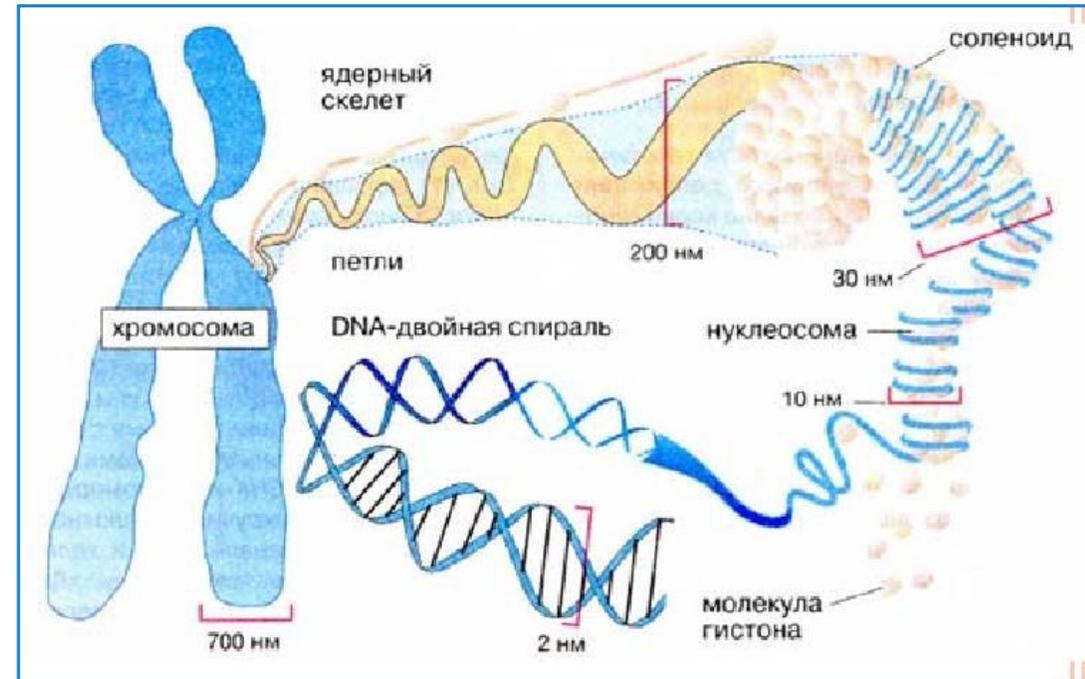
ДНК (ДЕЗОКСИРИБОНУКЛЕИНОВАЯ КИСЛОТА)

Связываясь с белками, молекула ДНК образует хромосому.

Хромосома — комплекс одной молекулы ДНК с белками.

Функция ДНК: хранение, передача и воспроизведение в ряду поколений генетической информации.

ДНК определяет, какие белки и в каких количествах необходимо синтезировать.



РНК (РИБОНУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ)

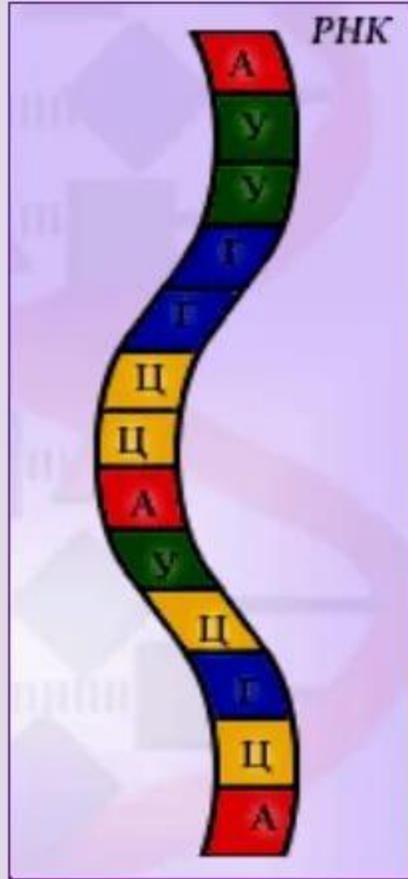
- В отличие от ДНК вместо дезоксирибозы содержат рибозу, а вместо тимина — урацил.
- РНК, как правило, имеют лишь одну цепь, более короткую, чем цепи ДНК. Двухцепочечные РНК встречаются у некоторых вирусов.
- Существует 3 вида РНК.

Функции РНК: участие в биосинтезе белков.

Вид	Характеристика	Доля в клетке, %
Информационная РНК (иРНК), или матричная РНК (мРНК)	Служит в качестве матриц для синтеза белков, перенося информацию об их структуре с молекулы ДНК к рибосомам в цитоплазму.	Около 5
Транспортная РНК (тРНК)	Доставляет аминокислоты к синтезируемой молекуле белка	Около 10
Рибосомная РНК (рРНК)	Образует рибосомы (синтез белка)	Около 85

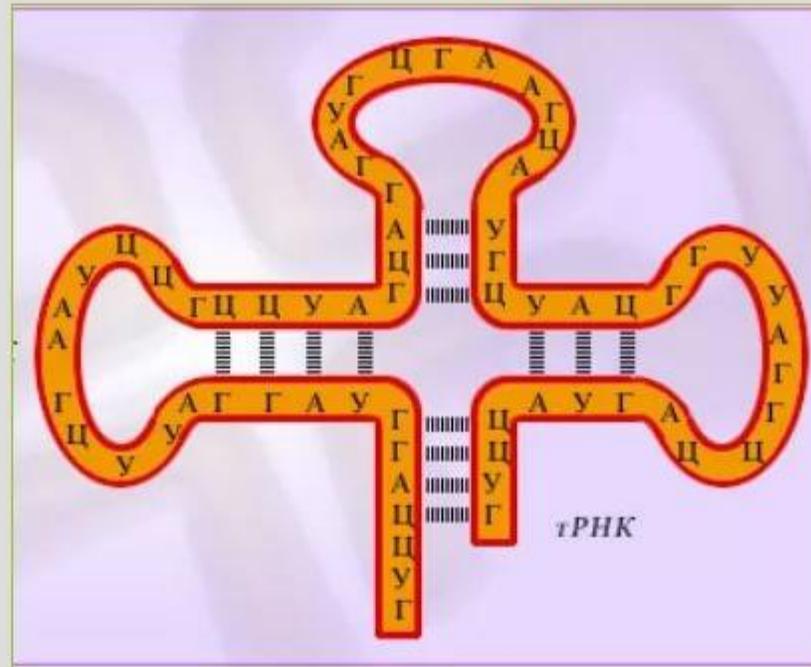
ВИДЫ РНК

и - РНК



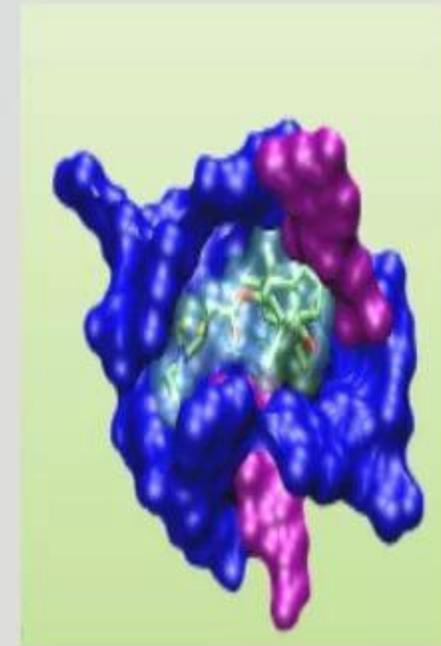
информационная РНК

т - РНК



транспортная РНК

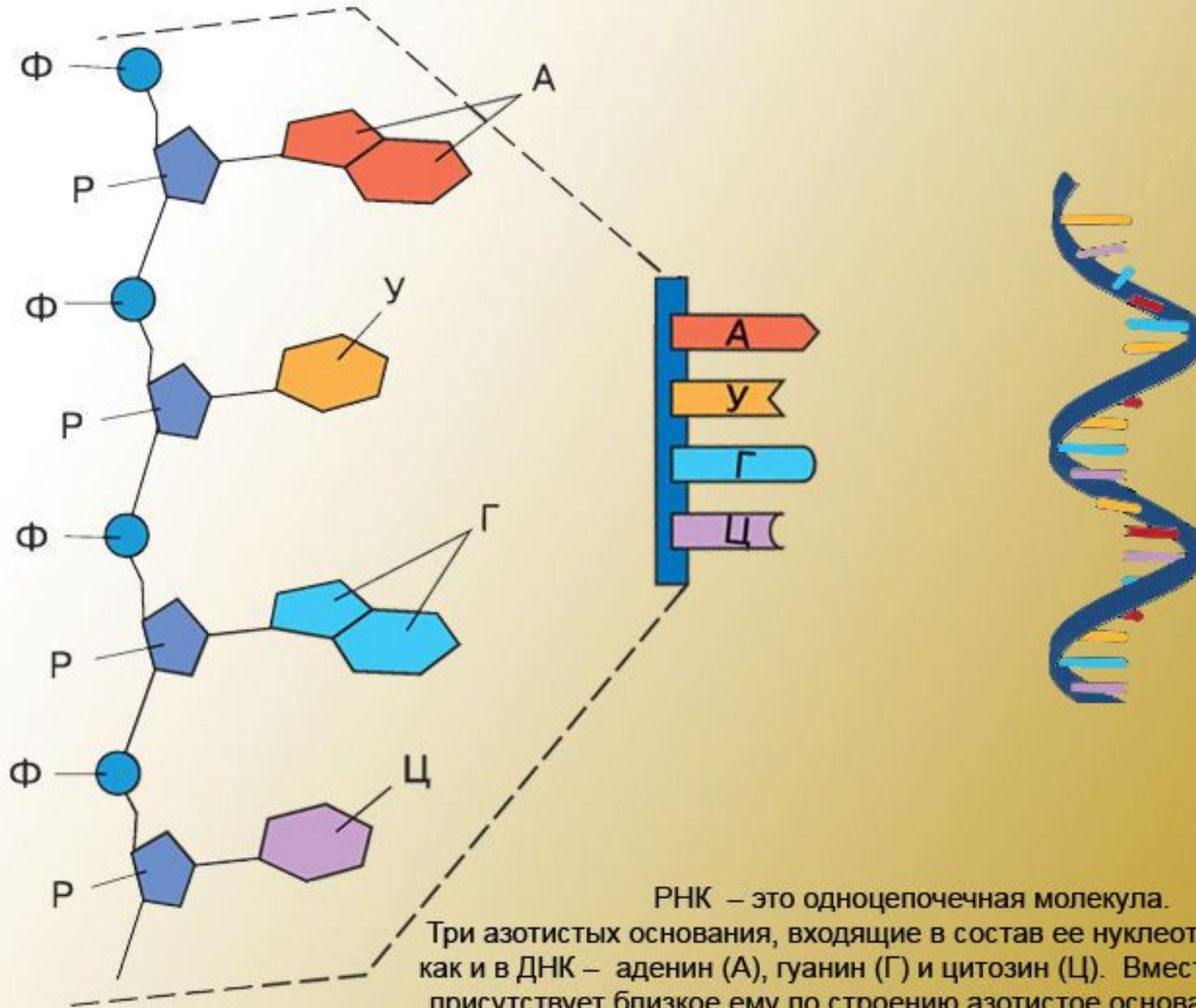
р - РНК



рибосомная

РНК

СТРУКТУРА РНК



САМОУДВОЕНИЕ ДНК

Процесс удвоения молекул ДНК называется **репликацией**.

В основе репликации лежит принцип *комплементарности* — образование водородных связей между нуклеотидами А и Т, Г и Ц.

Репликацию осуществляют *ферменты ДНК-полимеразы*. Под их воздействием цепи молекулы ДНК разделяются на небольшом отрезке молекулы. На цепи материнской молекулы достраиваются дочерние цепи. Затем расплетается новый отрезок, и цикл репликации повторяется.

