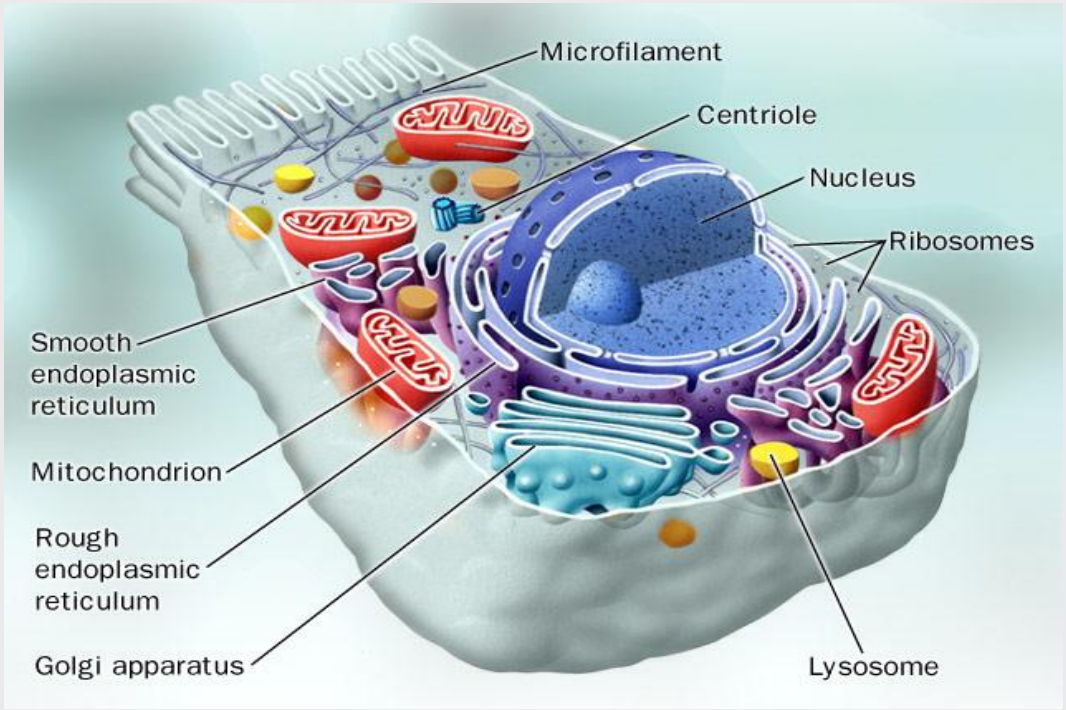
Тема 1

Биологические молекулы

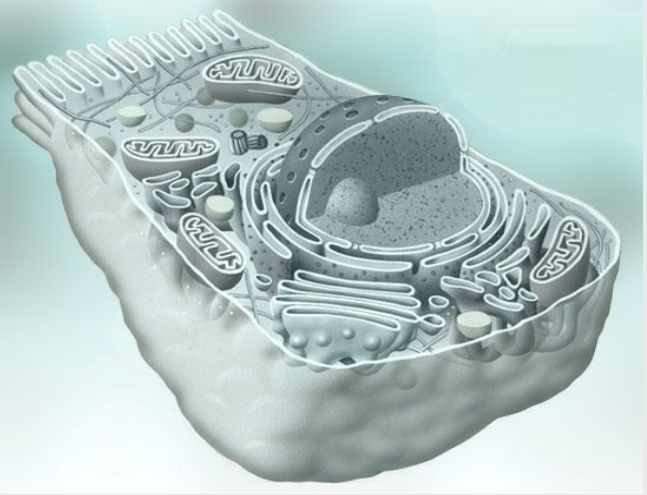
М.А. Волошина СУНЦ НГУ 2008

Из чего состоят клетки?



70-80 % – вода

Цитоплазма клетки – водный раствор различных веществ, большую часть из которых составляют **белки**



Вещества клетки

Органические

1. Белки
2. Нуклеиновые кислоты (ДНК и РНК)
3. Углеводы
4. Липиды
5. Витамины, АТФ

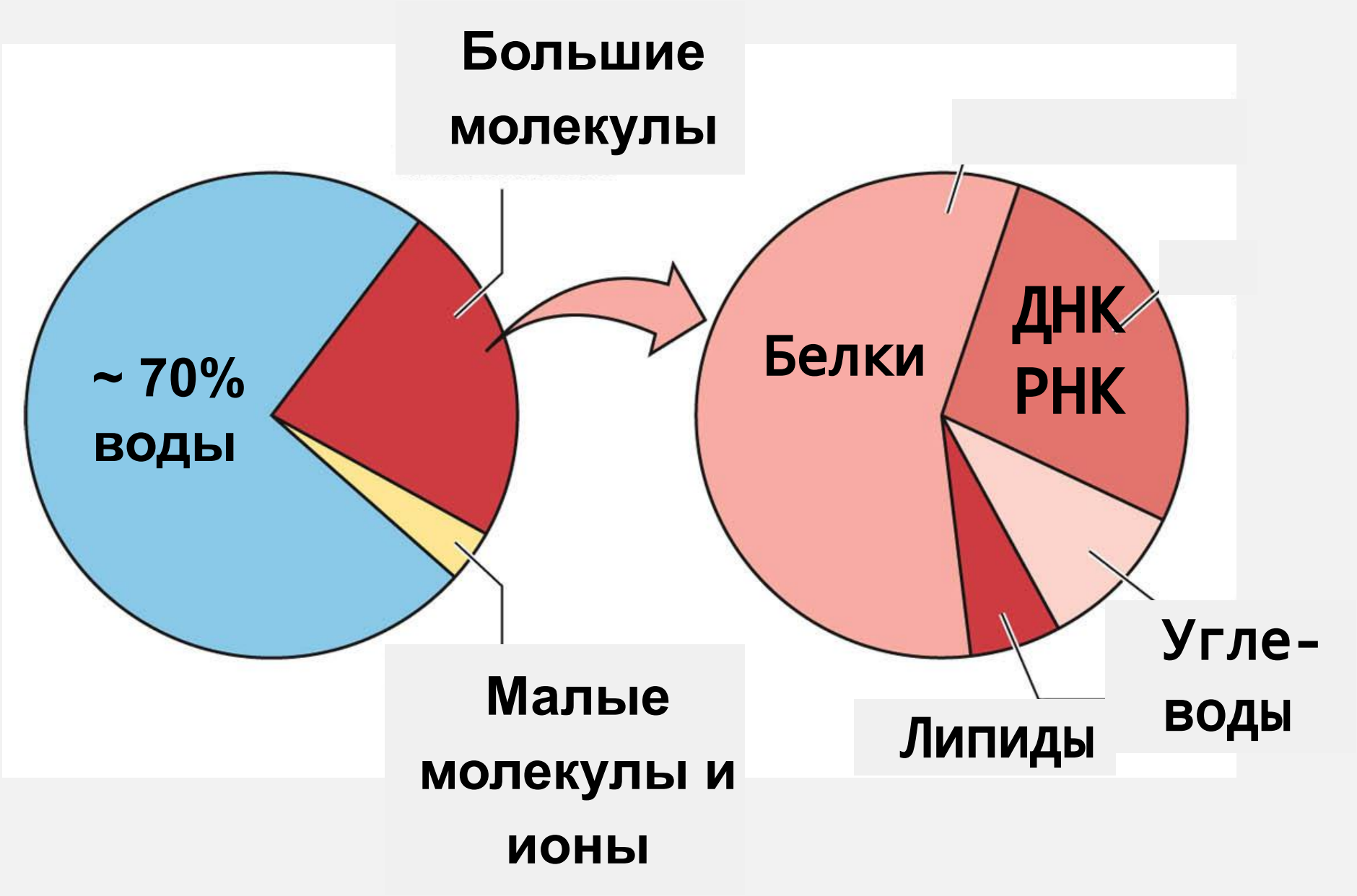
Неорганические

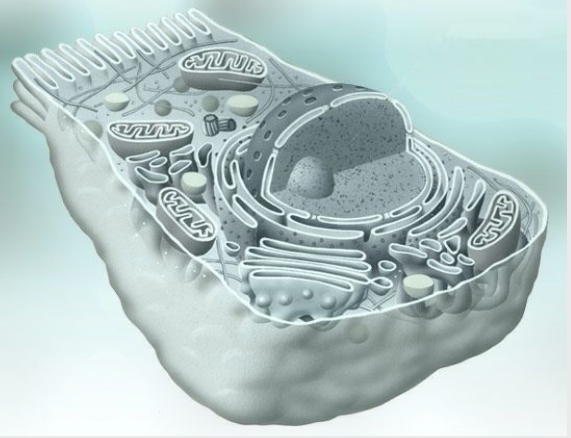
Вода,

ионы,

O_2,

CO_2


Большие молекулы
~ 70% воды
Малые молекулы и ионы
Белки
ДНК РНК
Липиды
Угле-воды



Вещества клетки

Макромолекулы (полимеры)

Белки

Нуклеиновые кислоты

Состоят из тысяч и десятков тысяч атомов

Простые молекулы

Вся неорганика

«Кирпичики» макромолекул

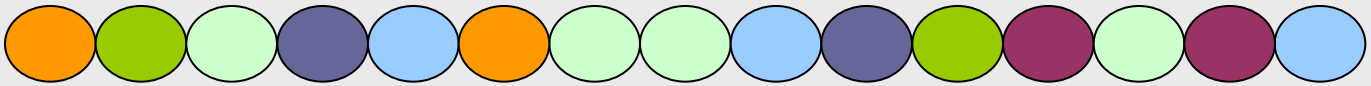
Витамины, АТФ

Углеводы

Липиды

Полимеры

– макромолекулы, состоящие из одинаковых или сходных структурных единиц – **мономеров**.



Нерегулярные (информационные)

Белки

НК

Олигосахариды в составе белков

Регулярные

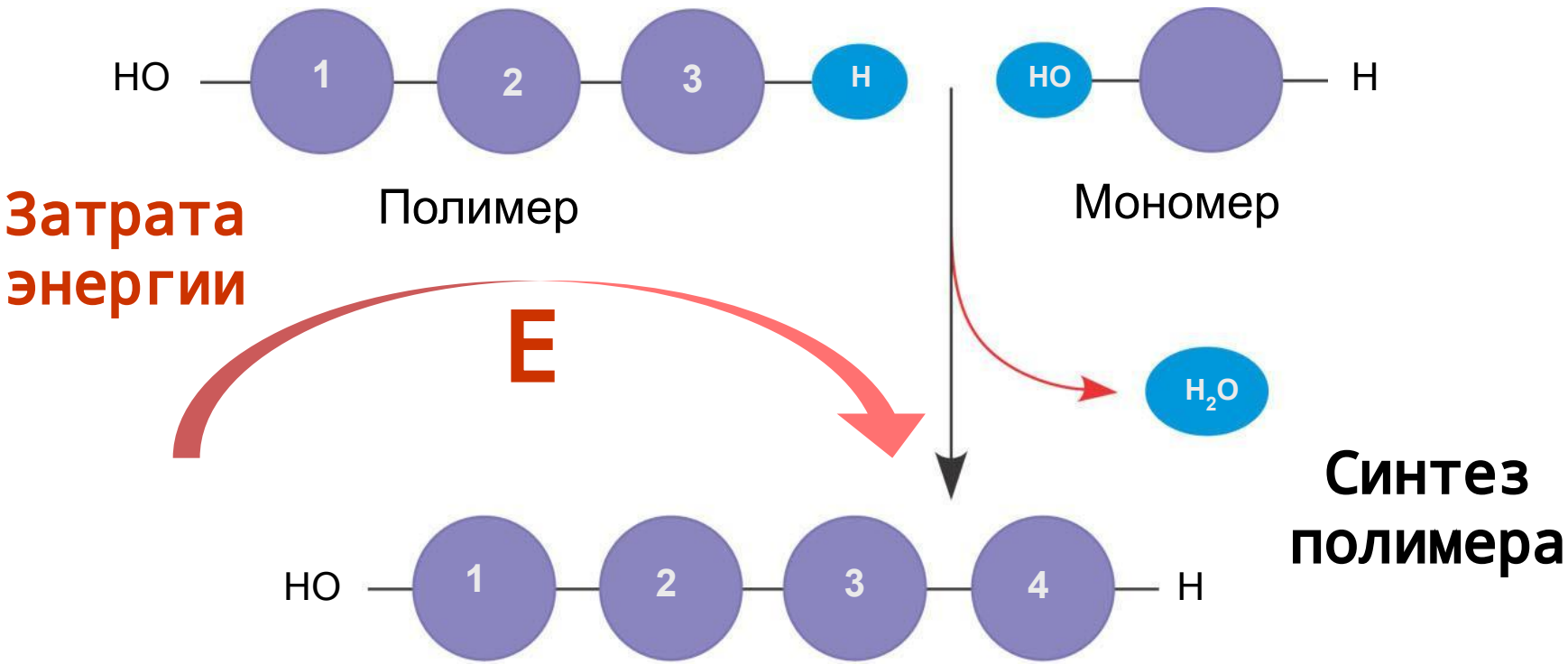
А А А А А А гомо-

А Б А Б А Б гетеро-

Углеводы (полисахариды)

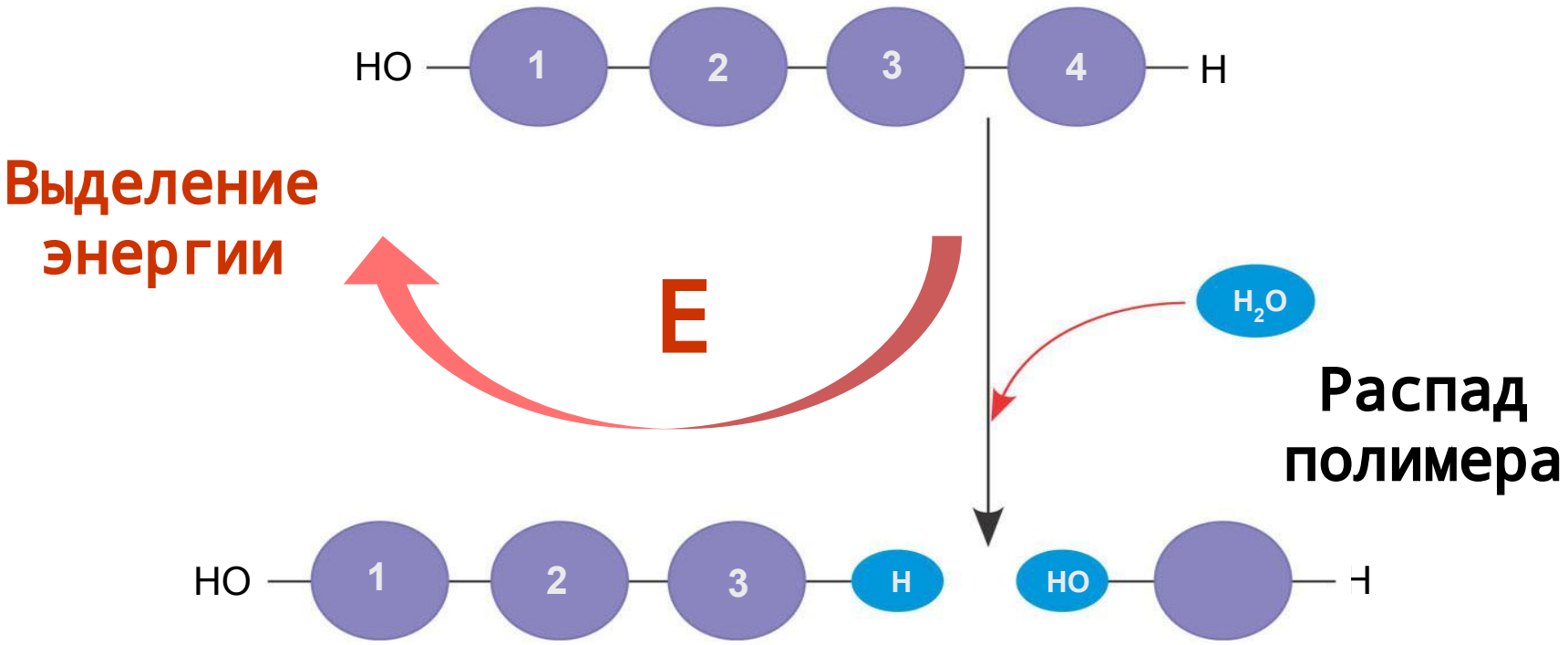
Синтез полимеров

- Реакция **конденсации** – отщепление молекулы воды.



Расщепление полимеров

- Реакция **гидролиза** – присоединение молекулы воды



Свойства воды

Процент воды в тканях

Мозг…….... **70- 85**

Мышцы…….. **75**

Кожа……... **70**

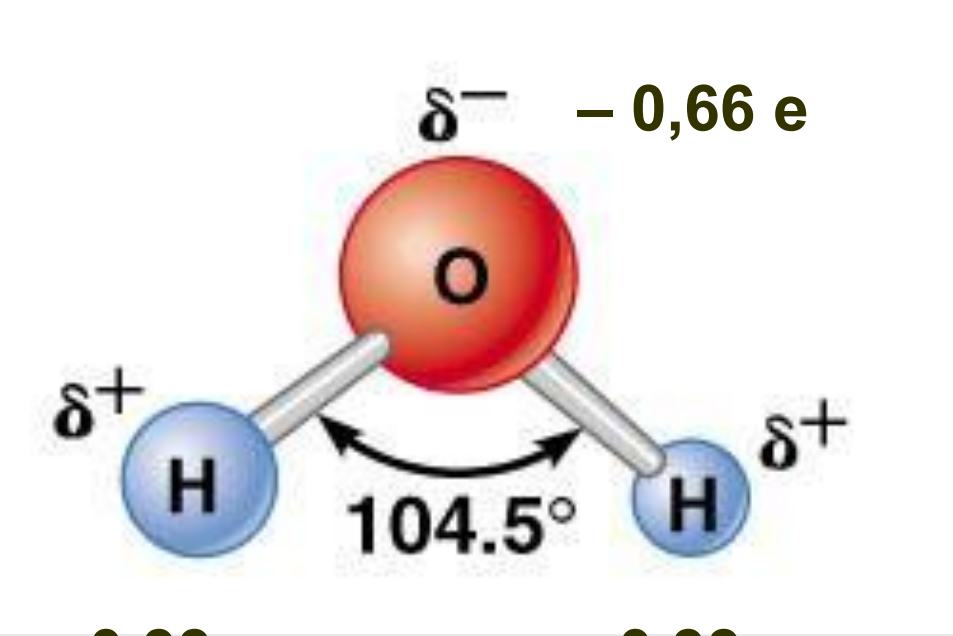
Соединительная…. **60**

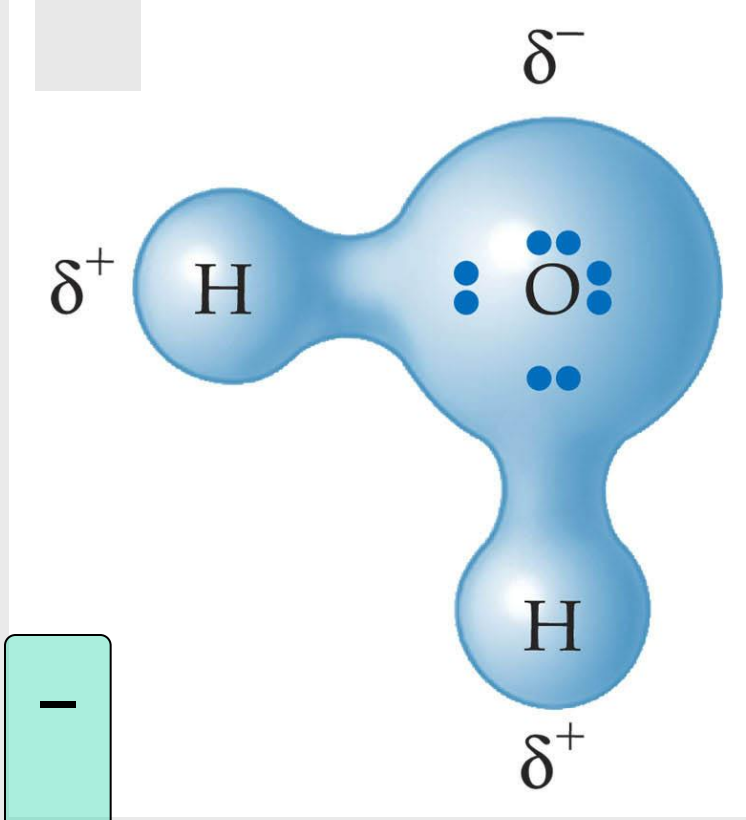
Кости……... **25**

Жировая……. **20**

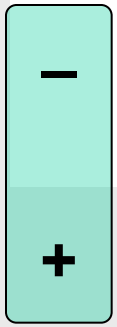
Уникальные свойства воды

Молекулы **полярны** – являются диполями



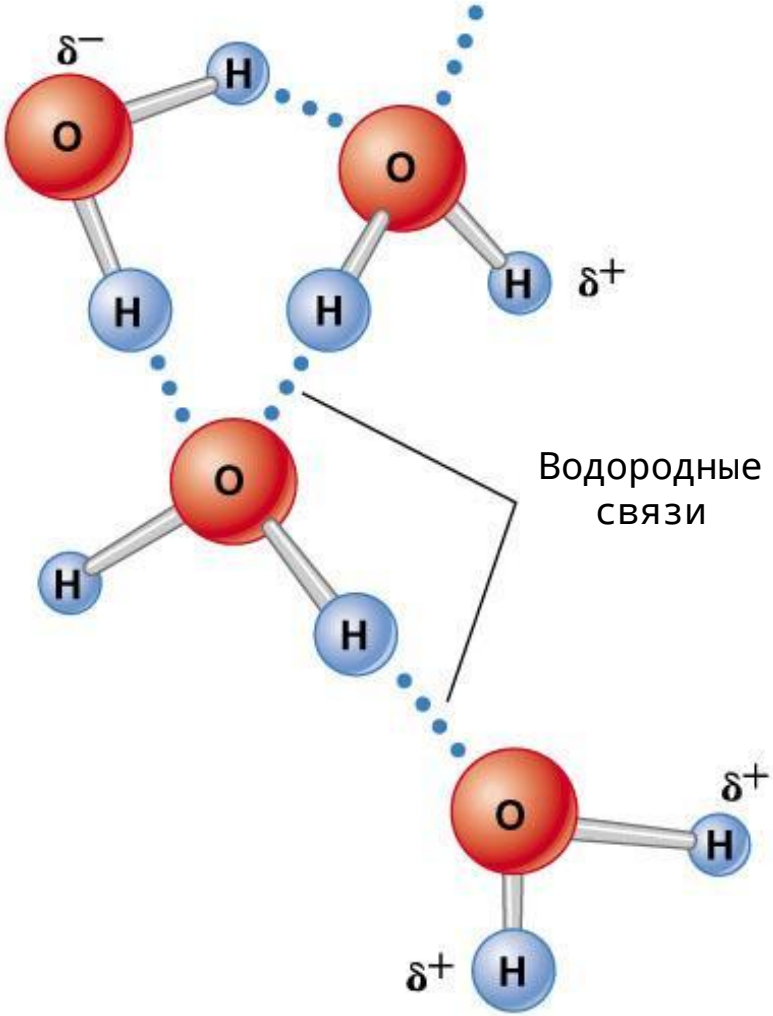


Диполь



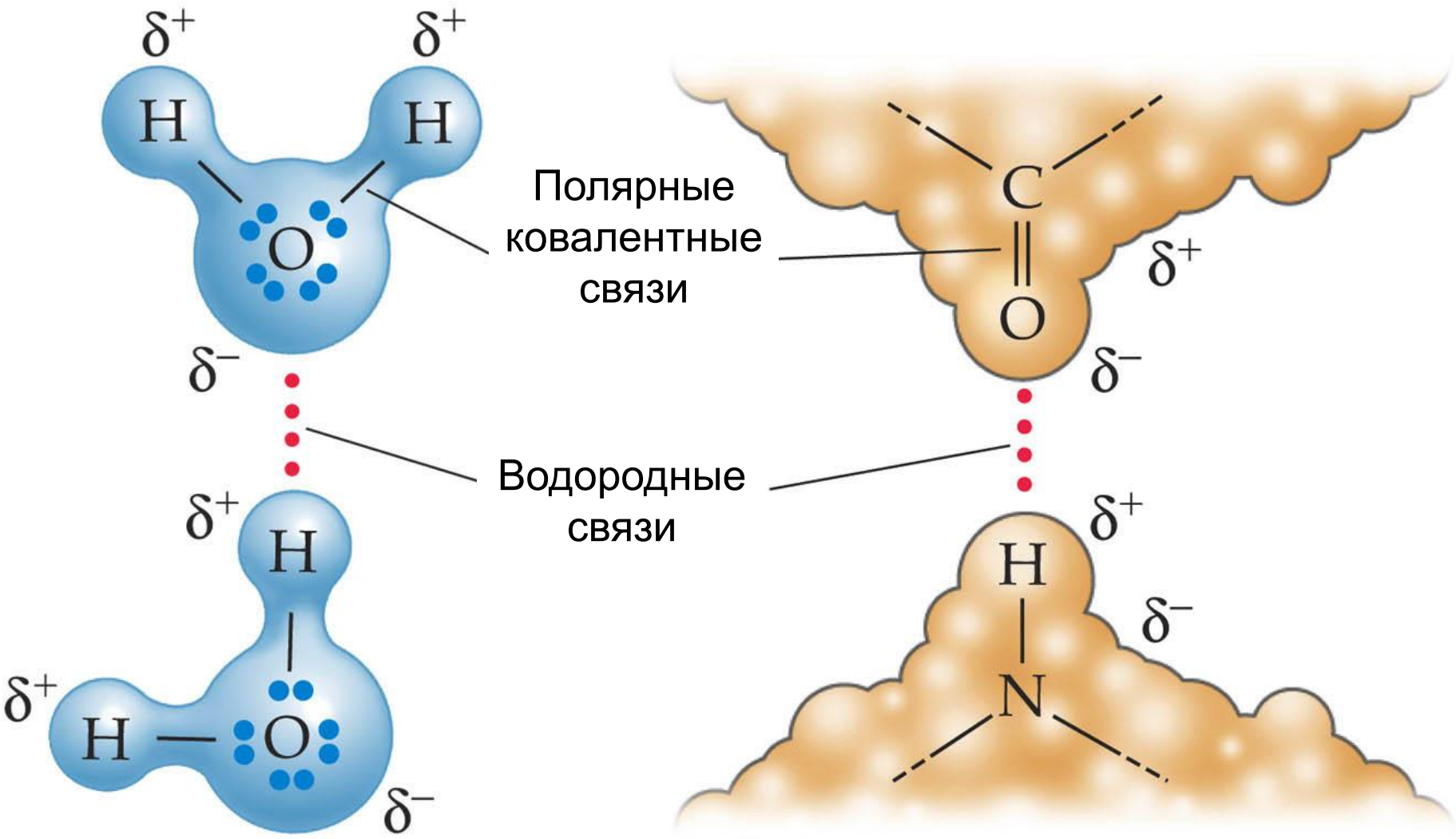
Водородные связи

- **электрическое притяжение** между атомами, несущими **частичный** отрицательный и **частичный** положительный заряд.



- **очень слабые** связи
  - ~ в 10 раз слабее ковалентной
- **между молекулами**

Благодаря водородным связям вода – **жидкость** при обычных на Земле температурах (сравн. с H_2S, CH_4, NH_3)



Две молекулы воды

Части одной макромолекулы (белка)

водородные связи = силы Ван-дер-Ваальса

Полярные группы в органич. молекулах

– OH гидроксильная группа

– C=O кетогруппа

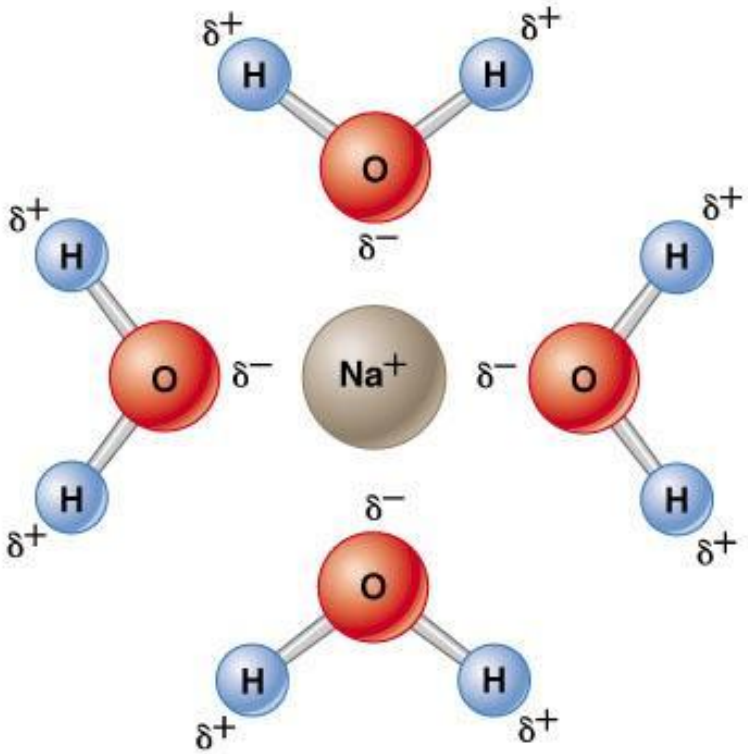
– C=O
  \
  OH

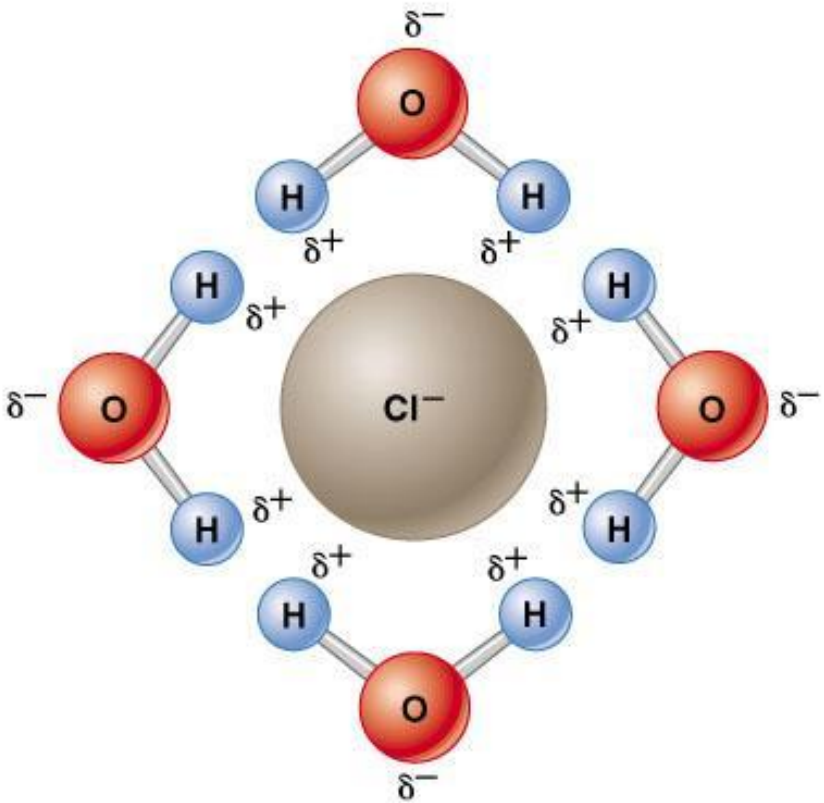
Водородные связи друг с другом и водой

– NH_2 аминогруппа

– H_2PO_3 фосфат

Связи **C – C** и **C – H** – неполярны



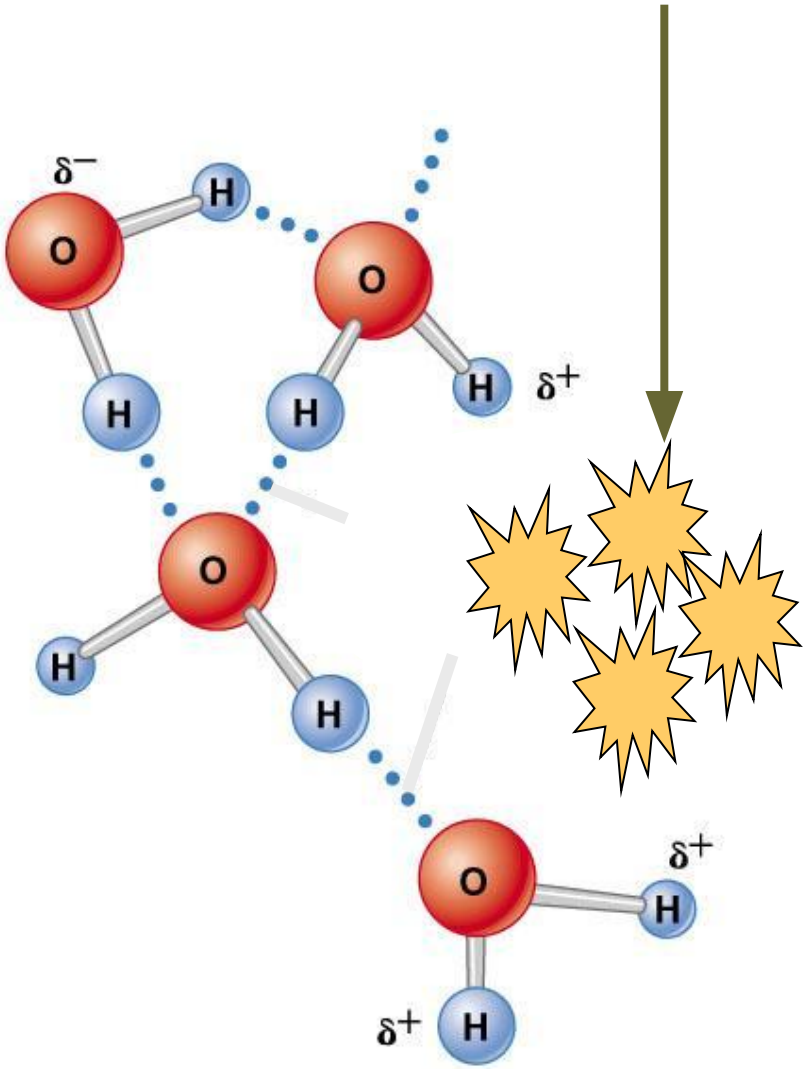


Гидро**фильные** вещества

образуют водородные связи с водой → **растворимы**

→ содержат ионы или ковалентные полярные связи

Гидро**фобные** вещества



не образуют водородных связей

нерастворимы в воде

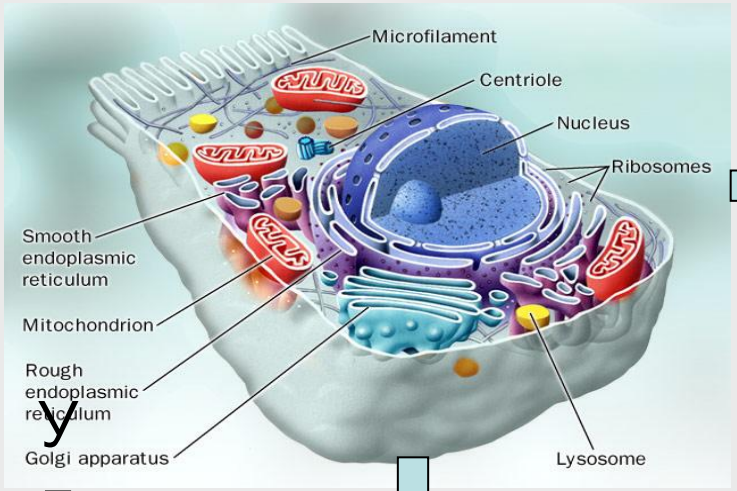
Ковалентные связи

неполярны

Фобное – к фобному

гидрофобное притяжение

Из чего состоят клетки?



Химические элементы

98 %. **C, H, O, N**

1.9 %. **S, P, Na, K, Ca, Mg, Fe, Cl**

Макроэлементы

Микроэлементы

< 0,1 %

Cu, Co, Ni, Mn, Mo, Zn, I, F

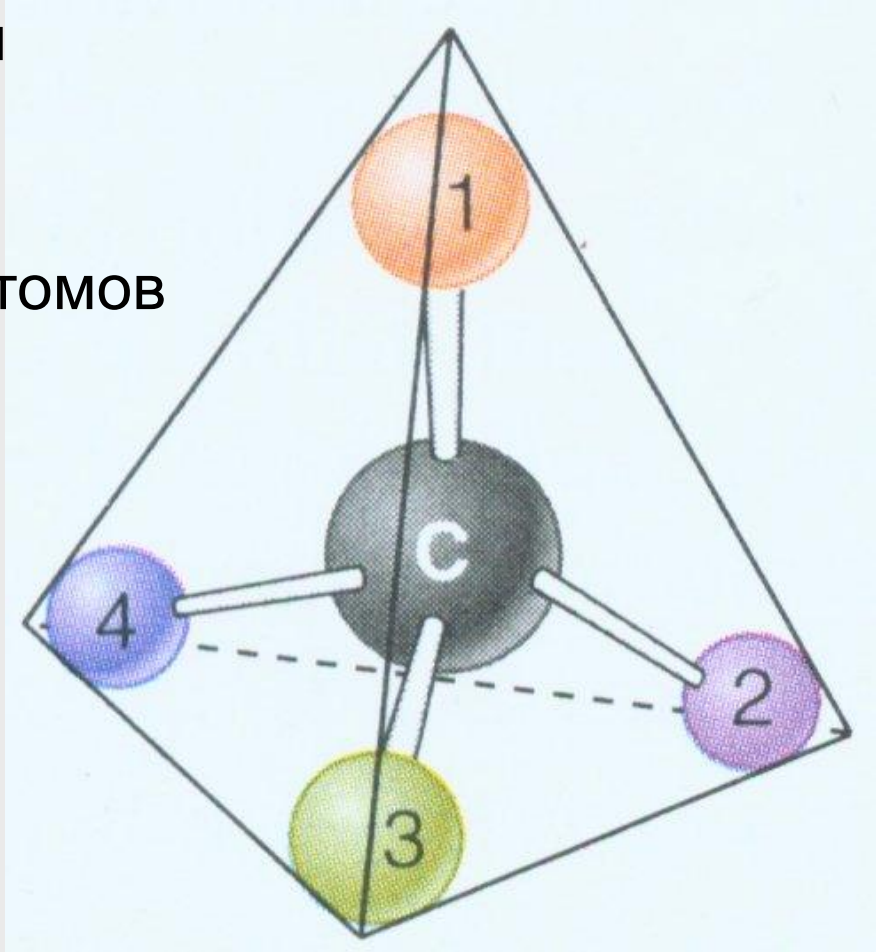
Ультрамикро

< 0,0001 % **B, Br, Se, Ag, Au, V ...**

Жизнь на Земле построена на основе углерода

Углерод способен

- формировать длинные цепи
- прочные связи со множеством различных атомов
  - H, O, S, P, N.



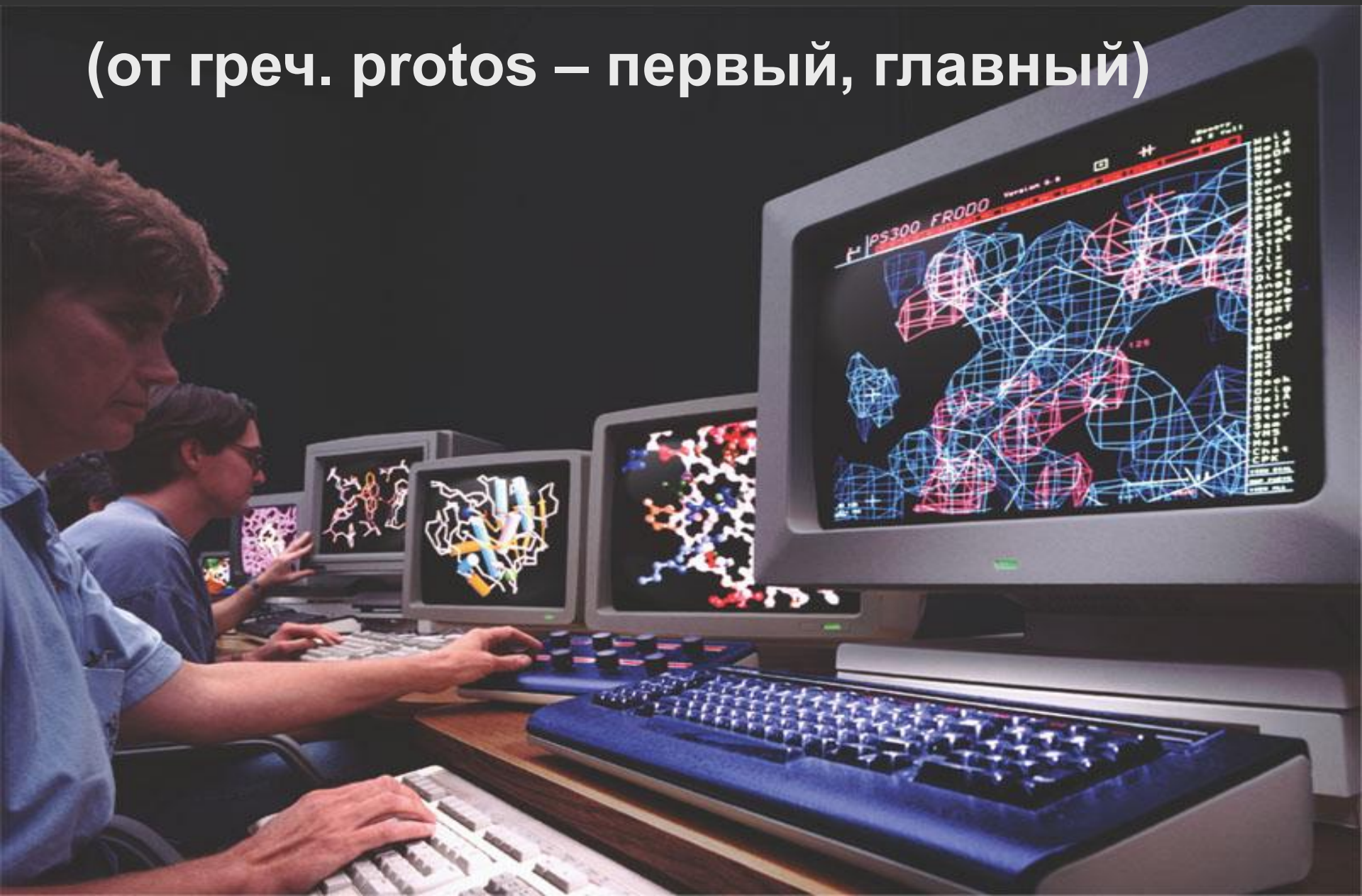
Тема 1.
Биологические молекулы

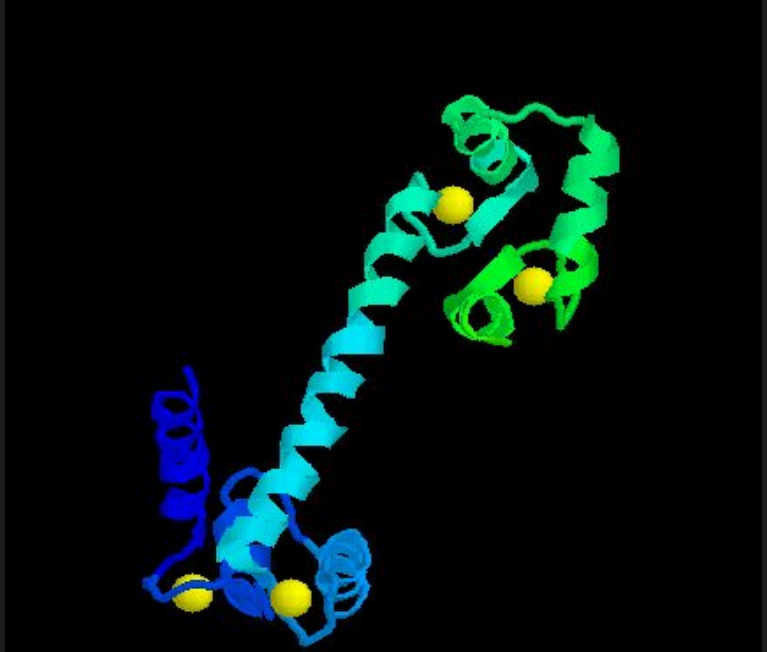
Б Е Л К И

Часть 1. Строение.

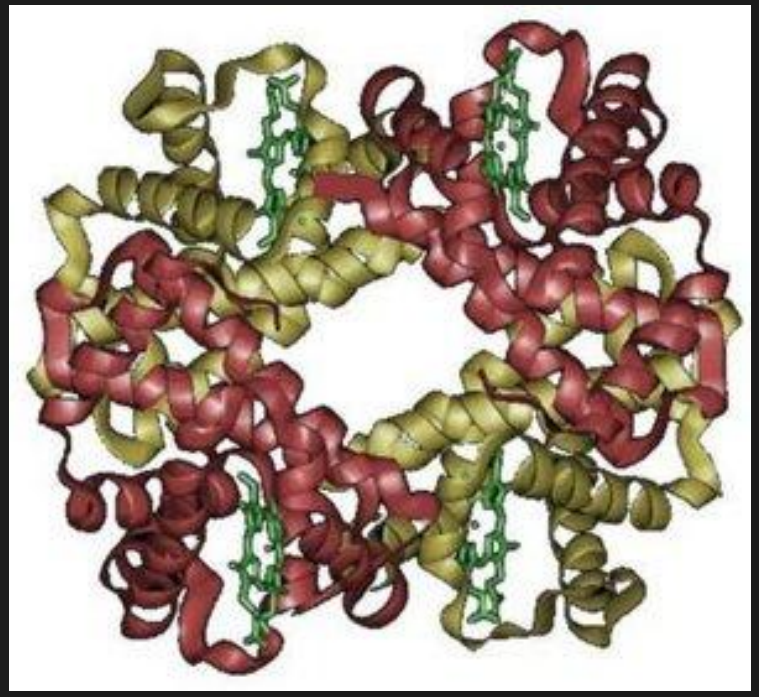
БЕЛКИ = ПРОТЕИНЫ

(от греч. protos – первый, главный)

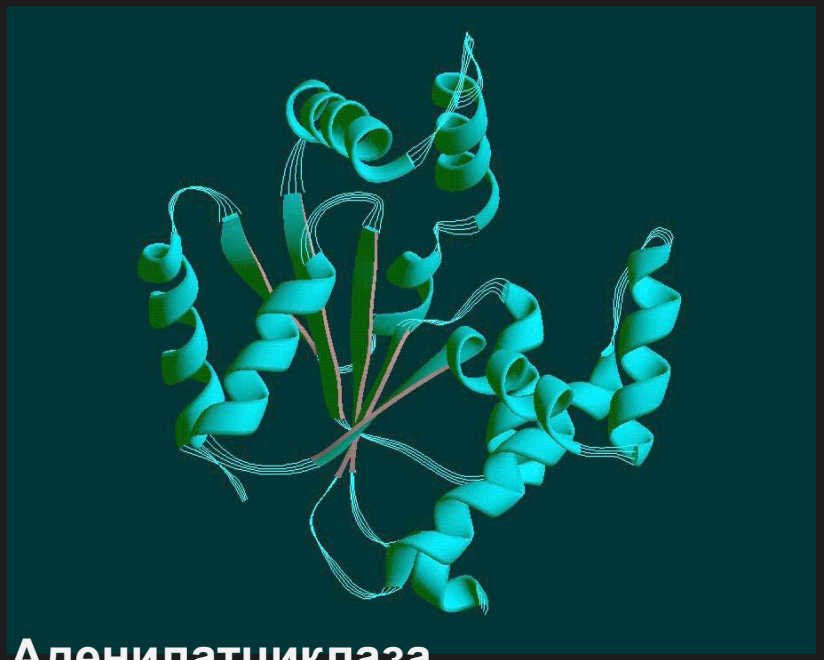




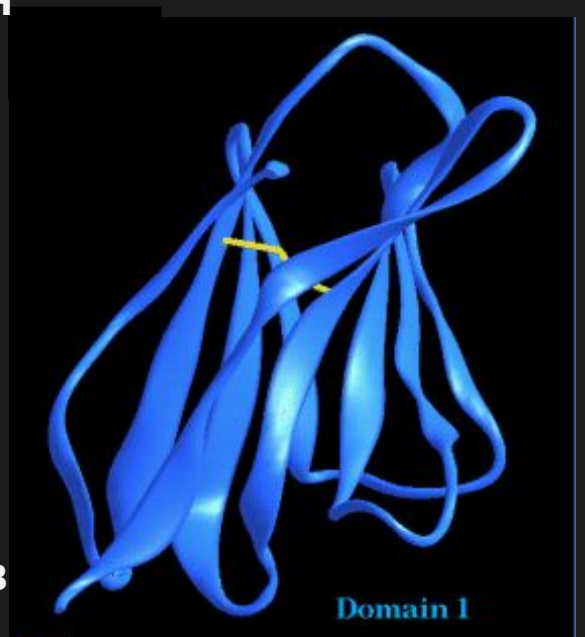
Кальмодулин



Гемоглобин

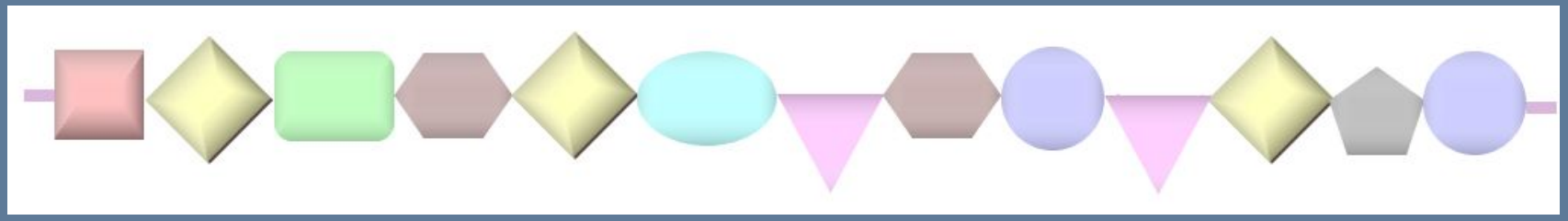


Аденилатциклаза

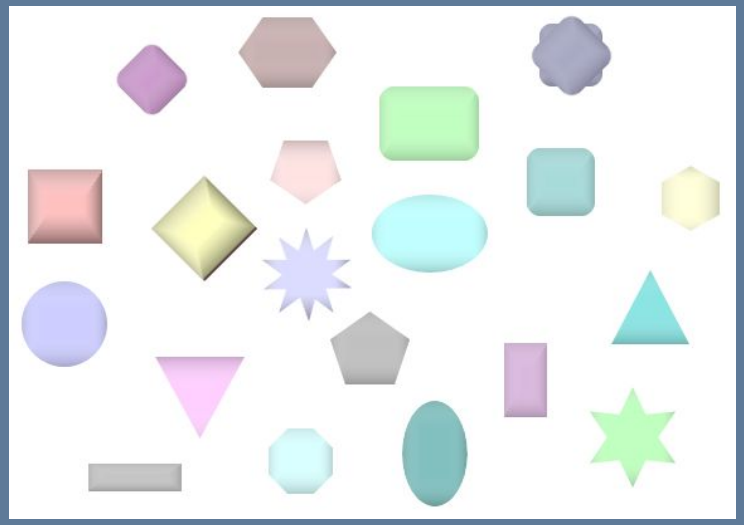


Гликопротеин
Т-лимфоцитов

Белки – нерегулярные полимеры, мономерами которых являются аминокислоты

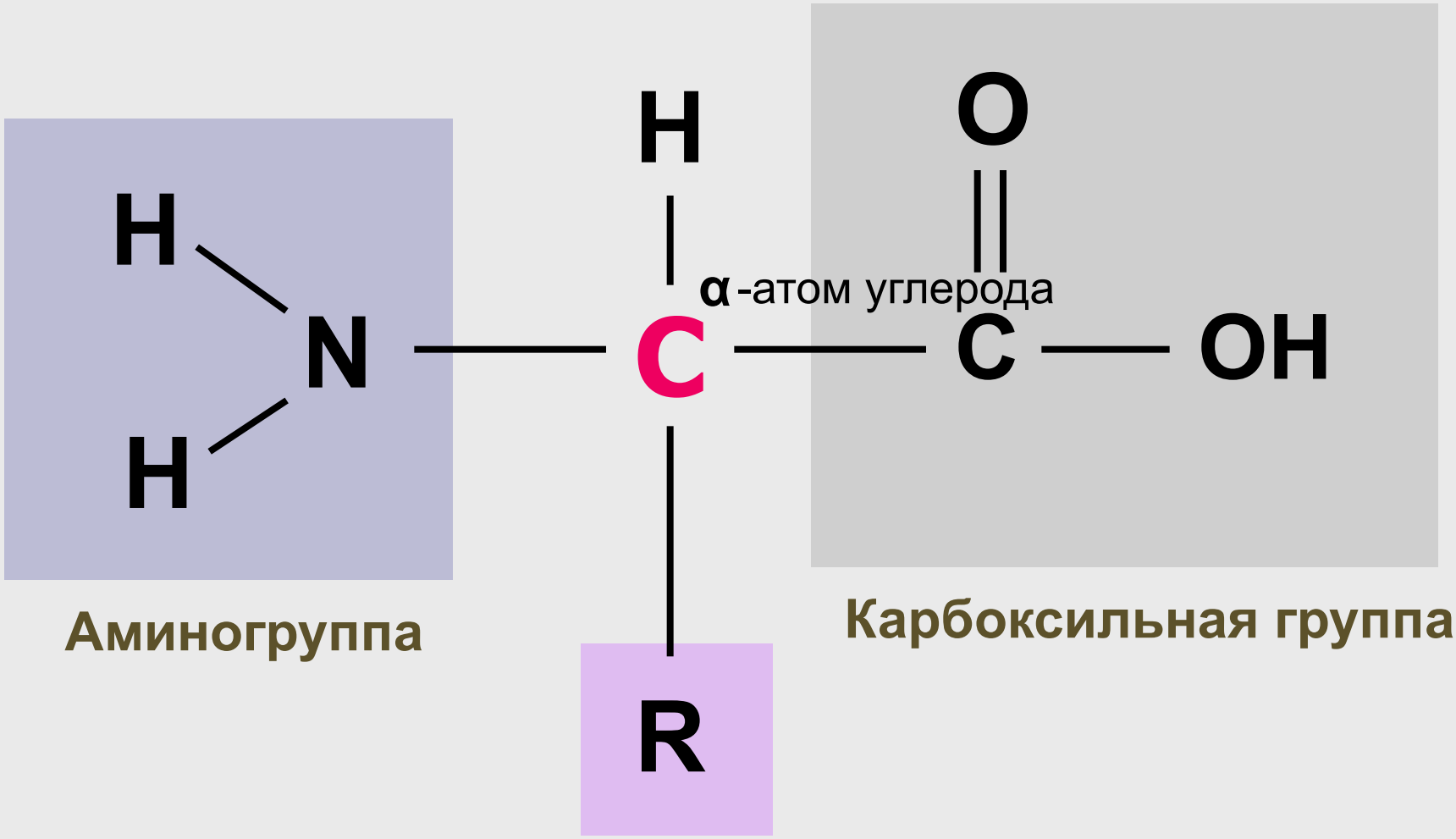


неразветвленные

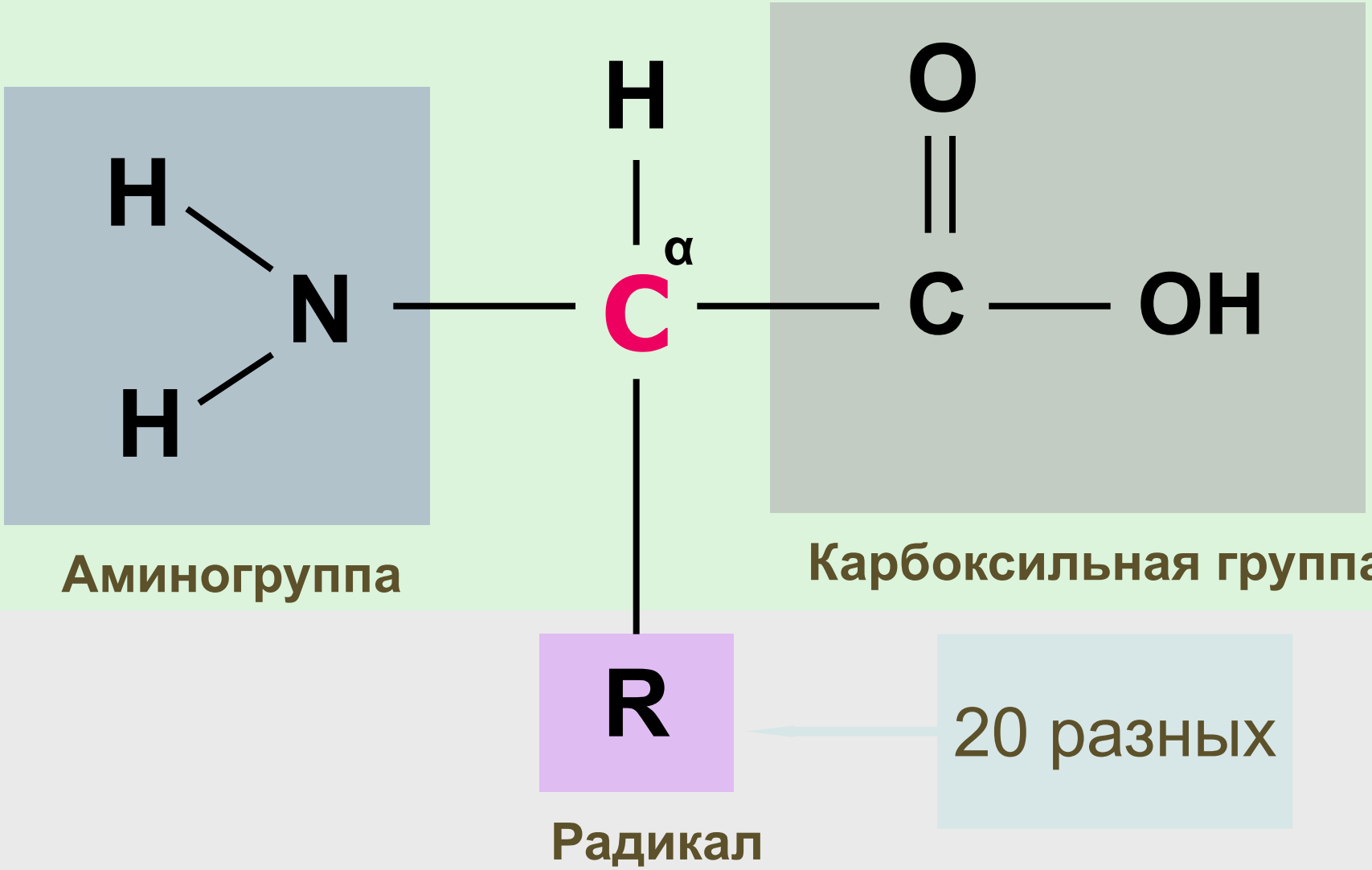


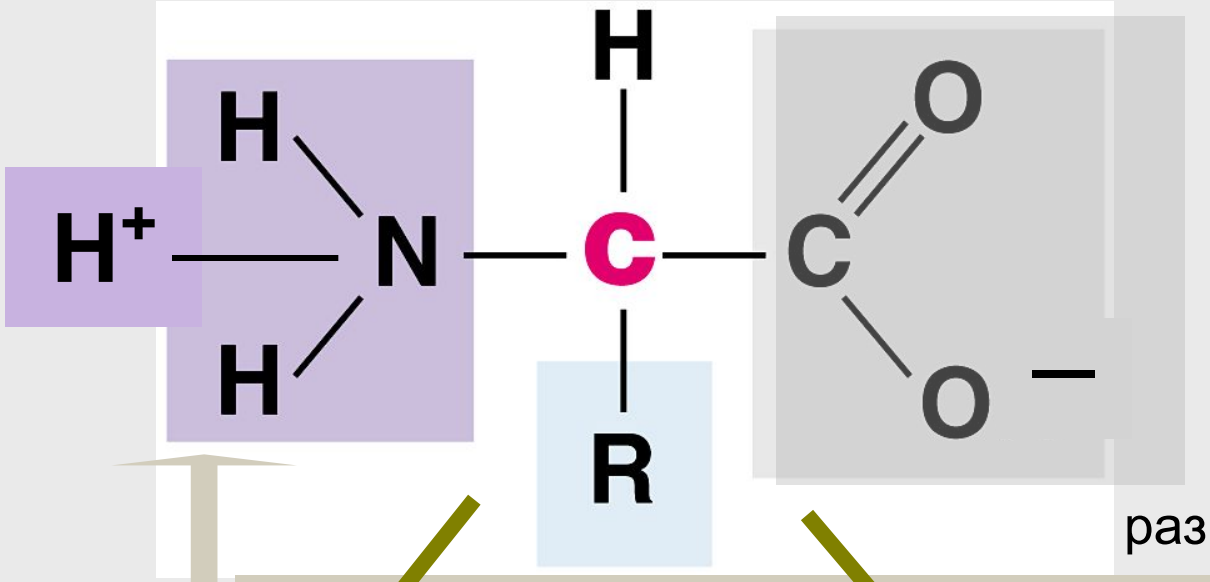
Мономеры – 20 аминокислот

Аминокислота



Основа аминокислоты одинакова у всех аминокислот



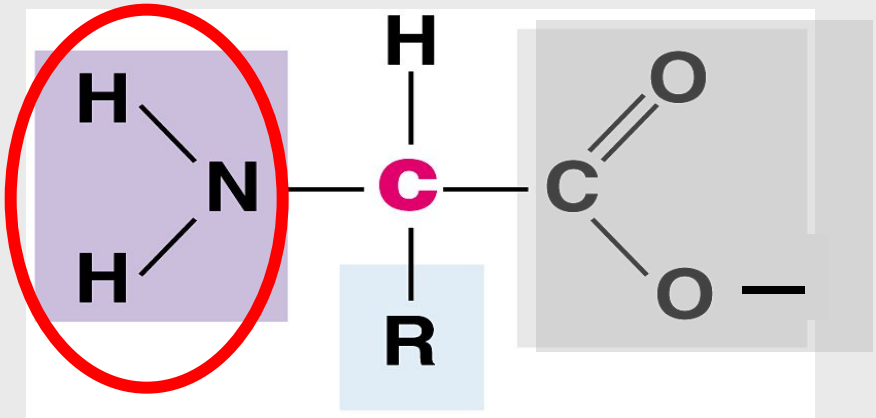


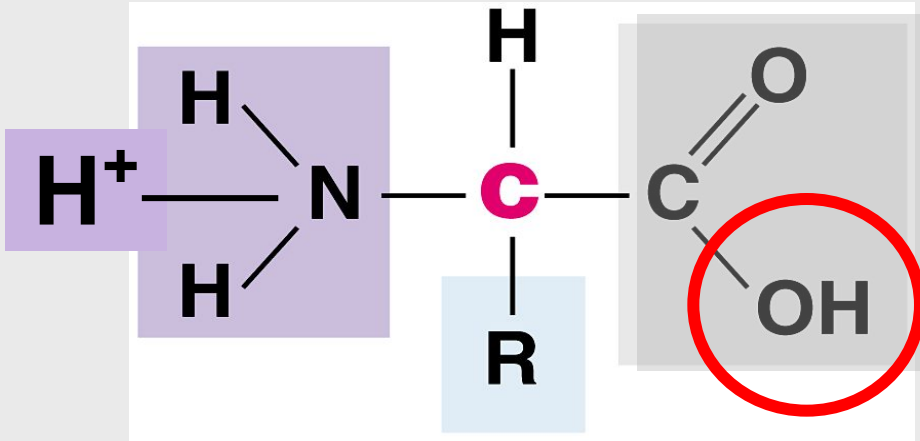
разная у разных а.к.

pH = pI изоэлекрическая точка (общий заряд = 0)

$- H^+$

$+ H^+$

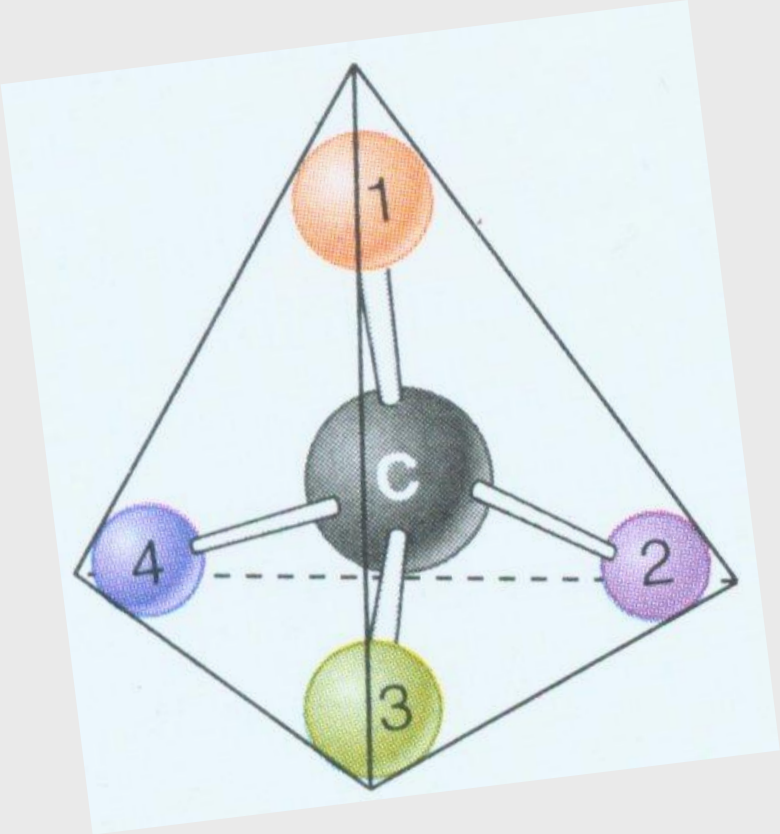




Кислотность среды ниже и.точки

Кислотность среды выше и.точки

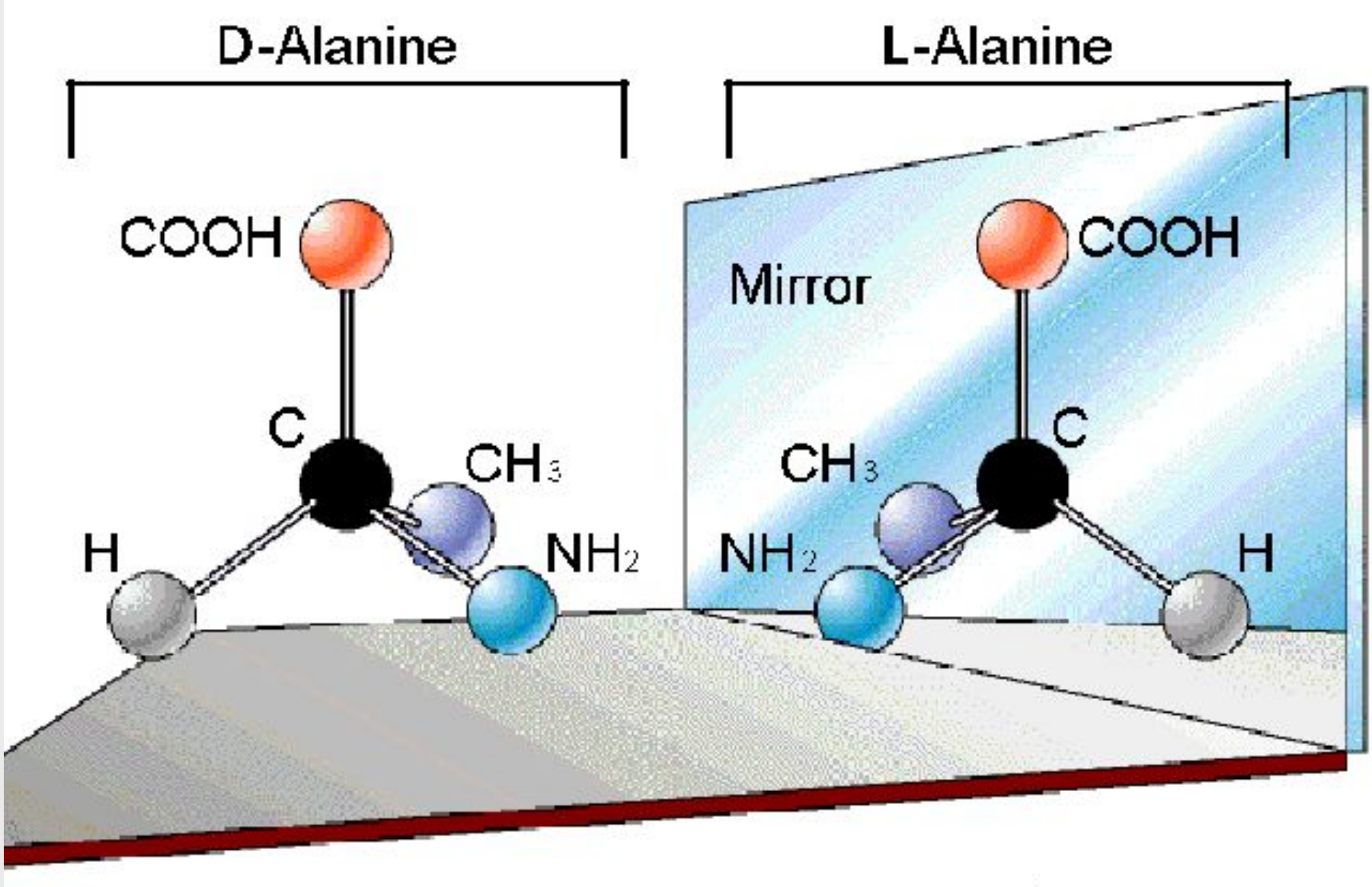
Хиральная чистота живого



Стереоизомеры

Если группы 1, 2, 3 и 4 - **разные**

Хиральные объекты – не равны своему зеракльному отражению



D-изомер
(лат. *dexter* — правый)

L-изомер
(лат. *laevus* — левый)

Незаменимые аминокислоты

Организм не может синтезировать сам

→ должны поступать с пищей.

Для человека это:

валин, лейцин, изолейцин, треонин, метионин, фенилаланин, триптофан, гистидин, лизин, аргинин.

Этот список приблизительно одинаков у всех позвоночных, и даже у насекомых.

Радикалы аминокислот

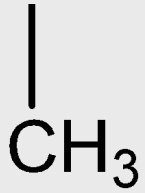
Гидрофобные (неполярные)

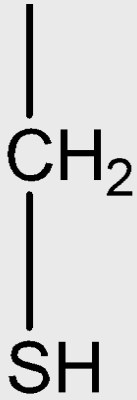
Гидрофильные

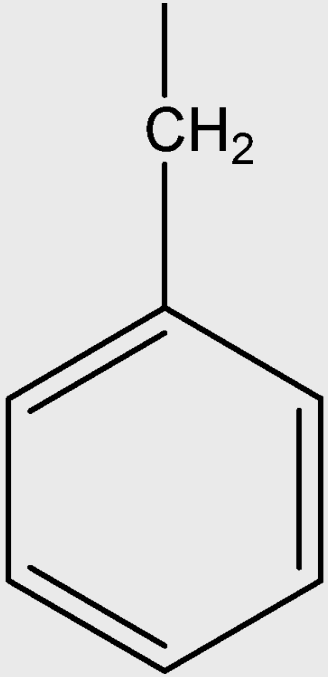
Полярные

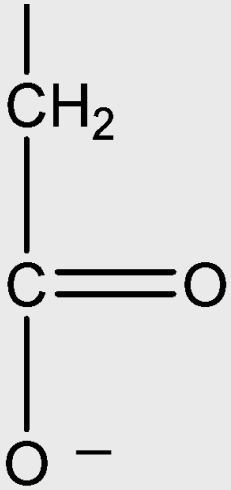
Заряженные (ионы)

Определите полярность радикалов:

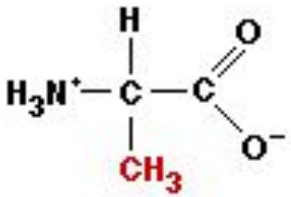




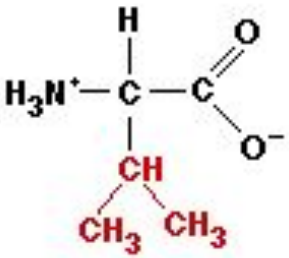




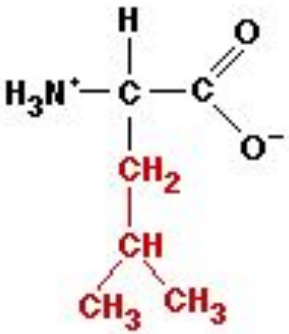
Неполярные гидрофобные – 8



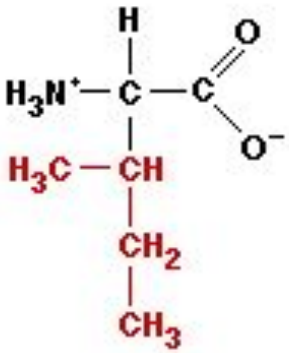
Аланин
Ала



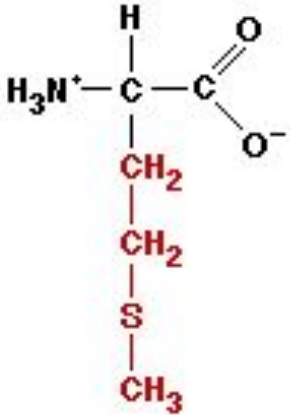
Валин
Вал



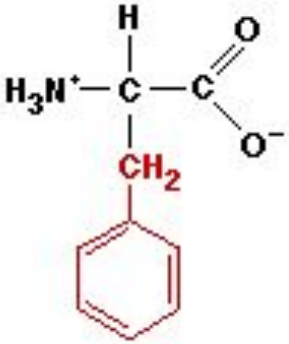
Лейцин
Лей



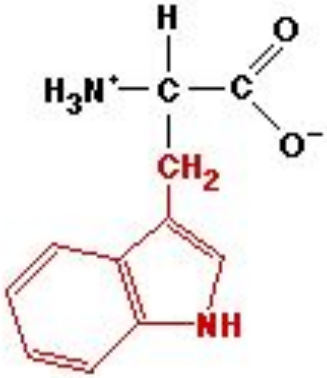
Изолейцин
Иле



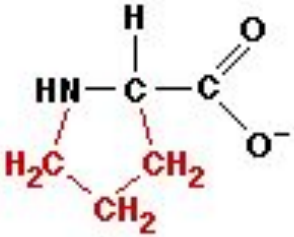
Метионин
Мет



Фенилаланин
Фен

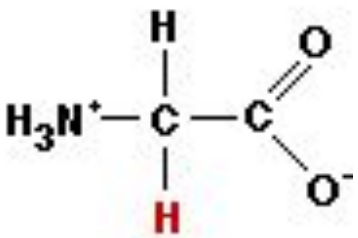


Триптофан
Трп

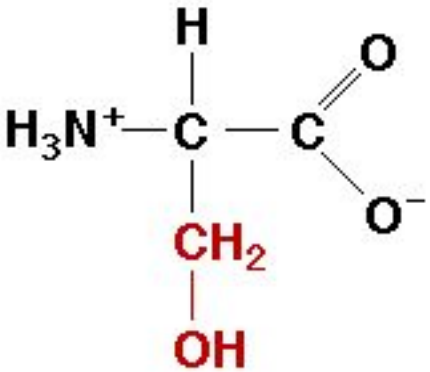


Пролин
Про

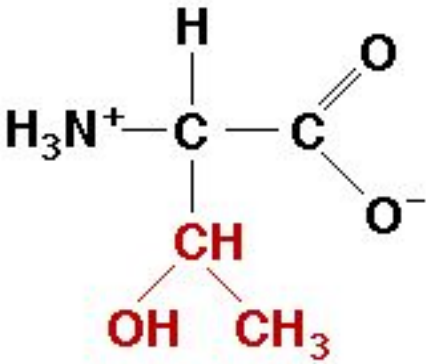
Полярные незаряженные – 7



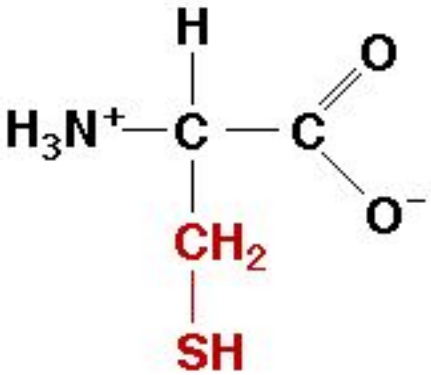
Глицин
Гли



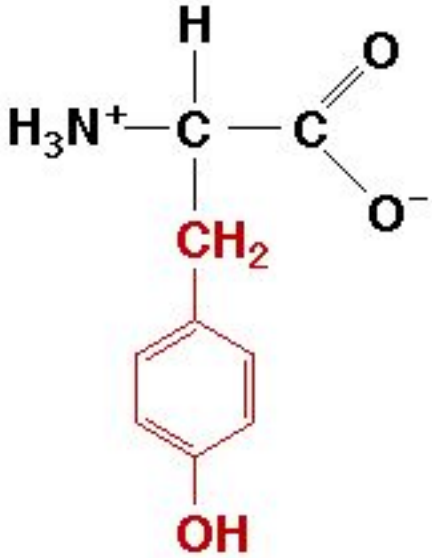
Серин (Сер)



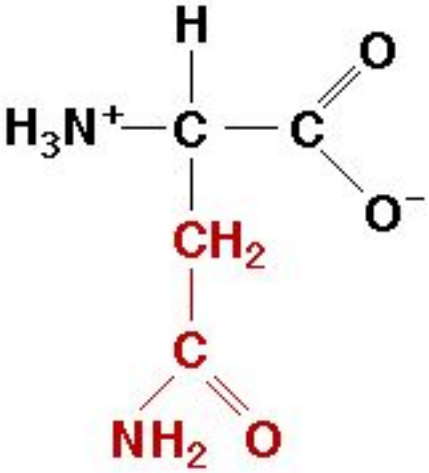
Треонин (Тре)



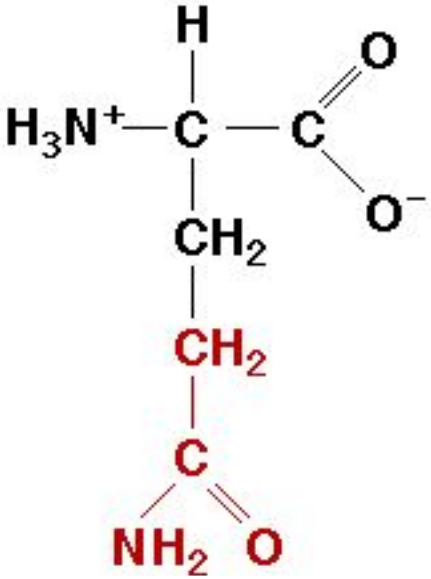
Цистеин (Цис)



Тирозин (Тир)

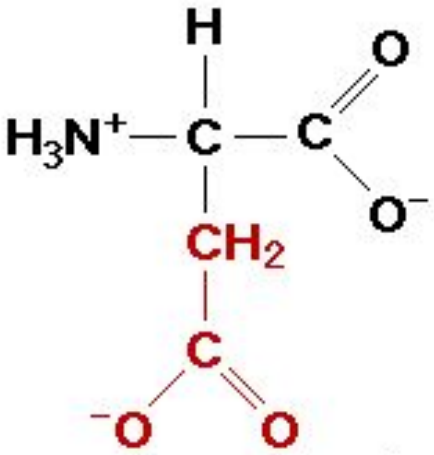


Аспаргин (Асн)

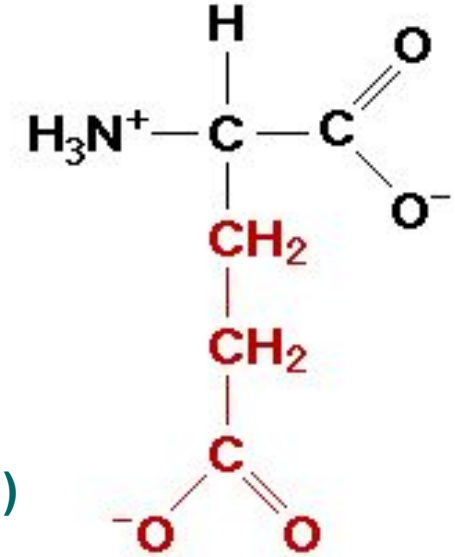


Глутамин (Глн)

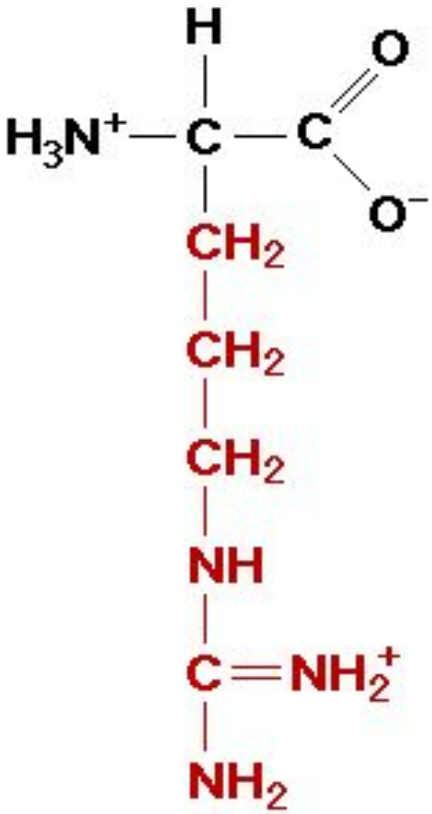
Заряженные – 5



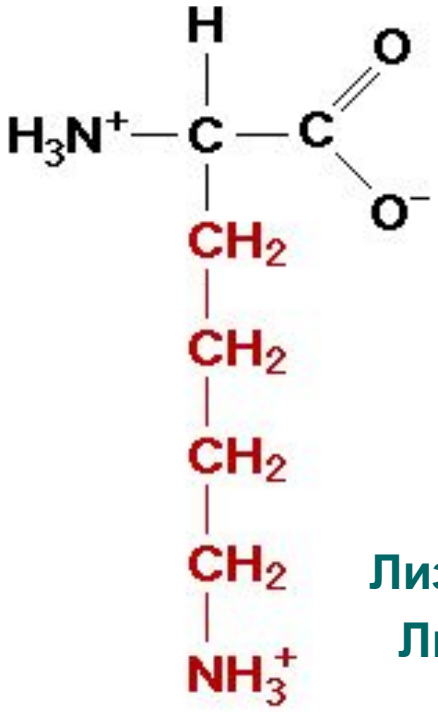
Аспаргиновая к-та (Асп)



Глутаминовая к-та (Глу)

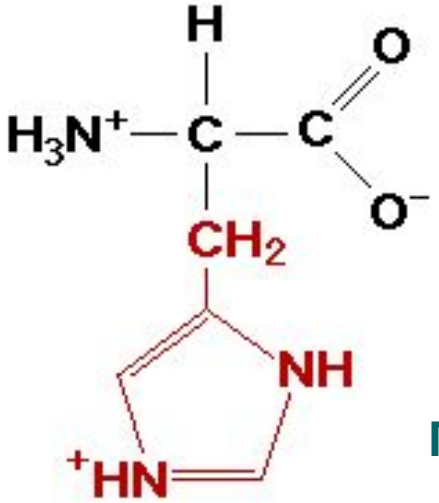


Аргинин (Арг)



Лизин

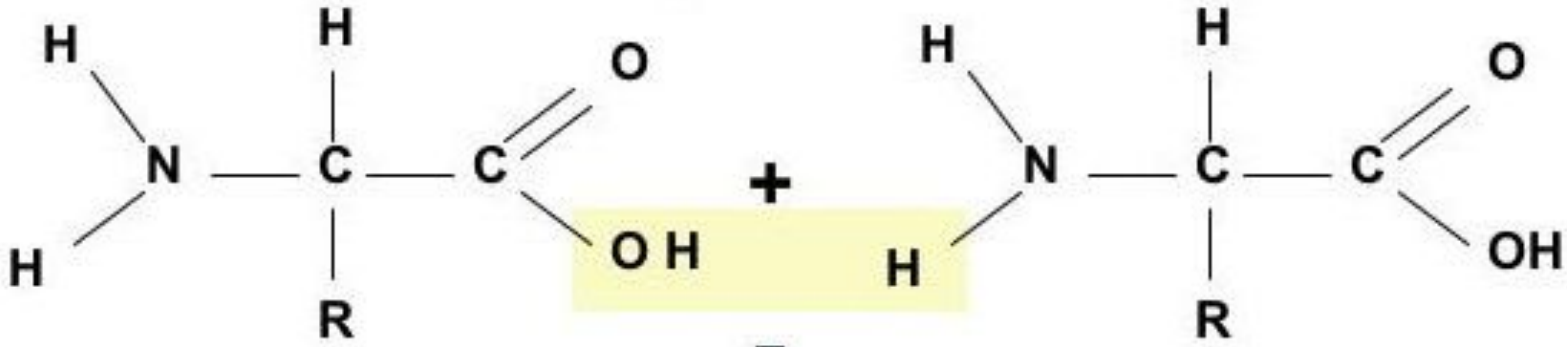
Лиз

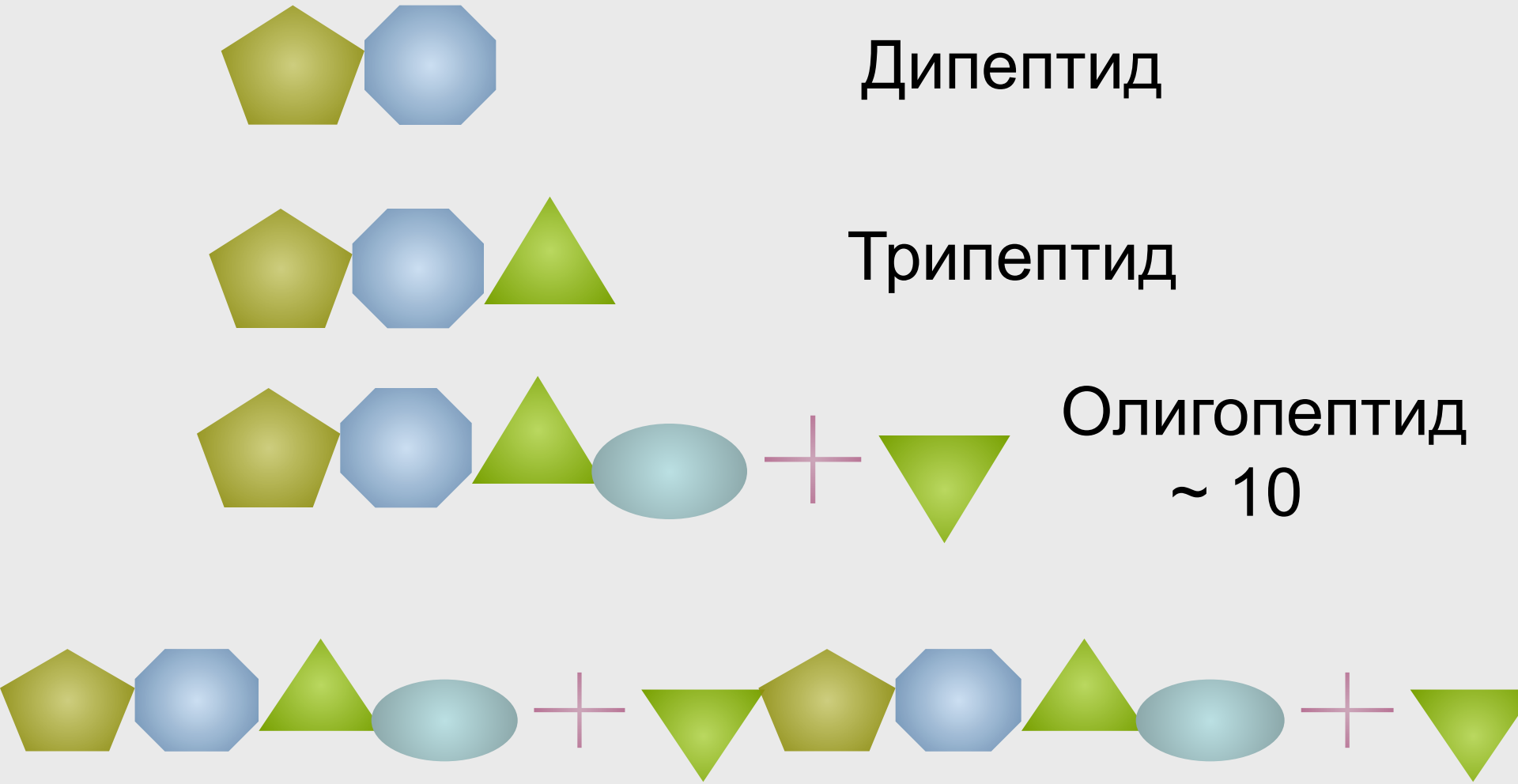


Гистидин

Гис

Образование цепочки





Дипептид

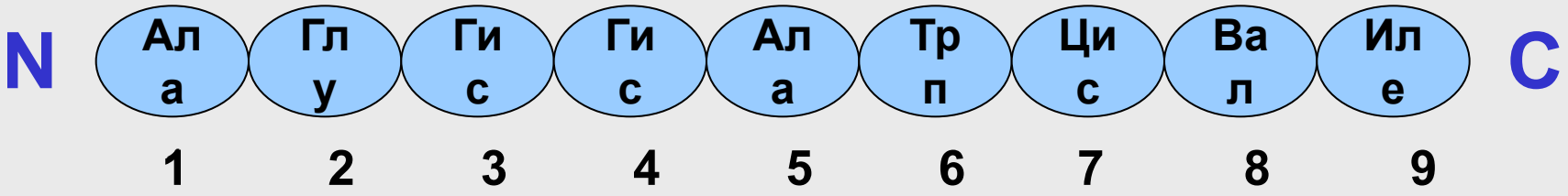
Трипептид

Олигопептид
~ 10

Полипептид

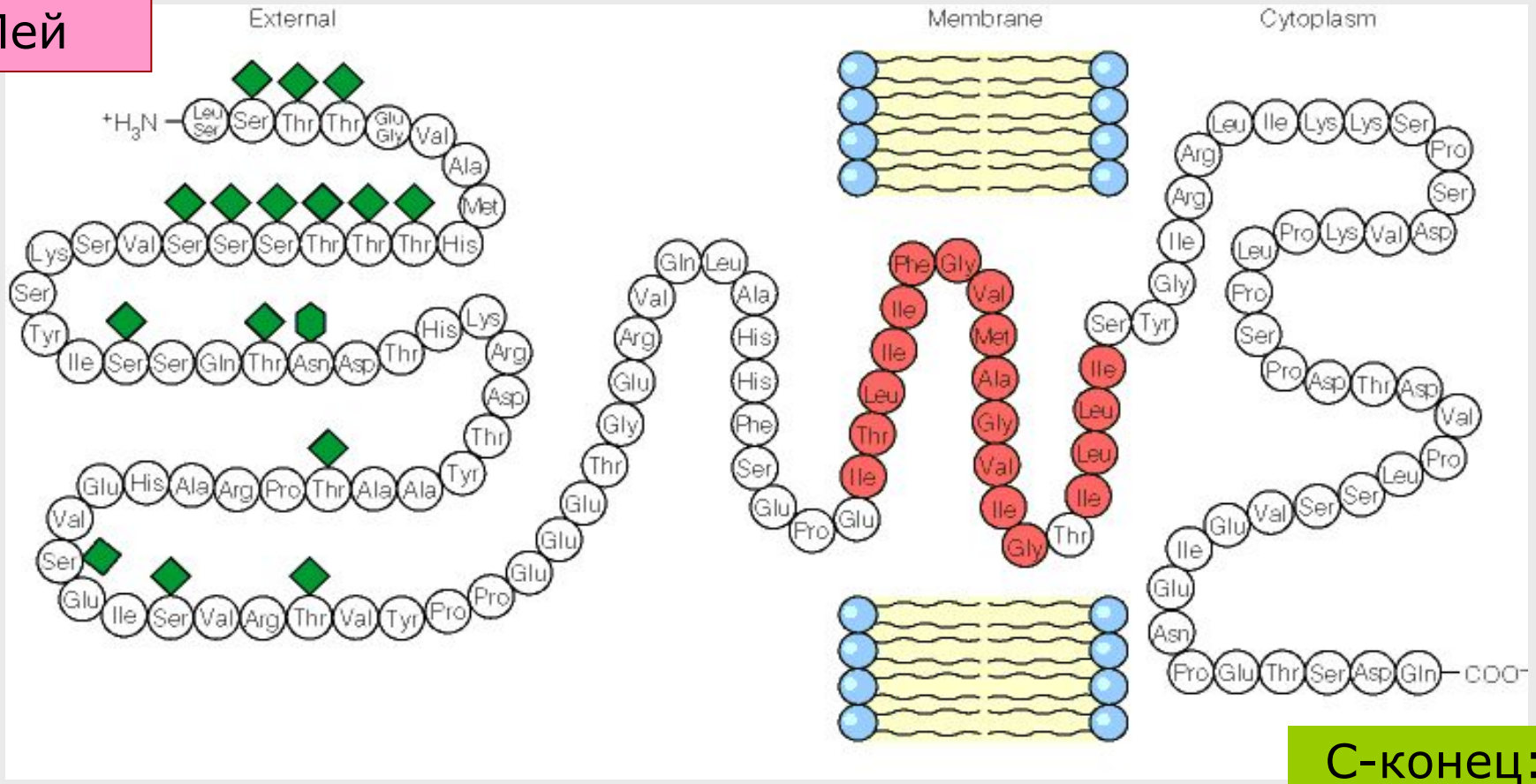
I **Первичная структура белка** – это последовательность аминокислот в полипептидной цепочке, записанная в порядке N……..C.

(соответствует направлению роста цепочки при ее синтезе в клетке).



Первичная структура своя у каждого белка и определяет все его свойства.

N-конец:
Лей

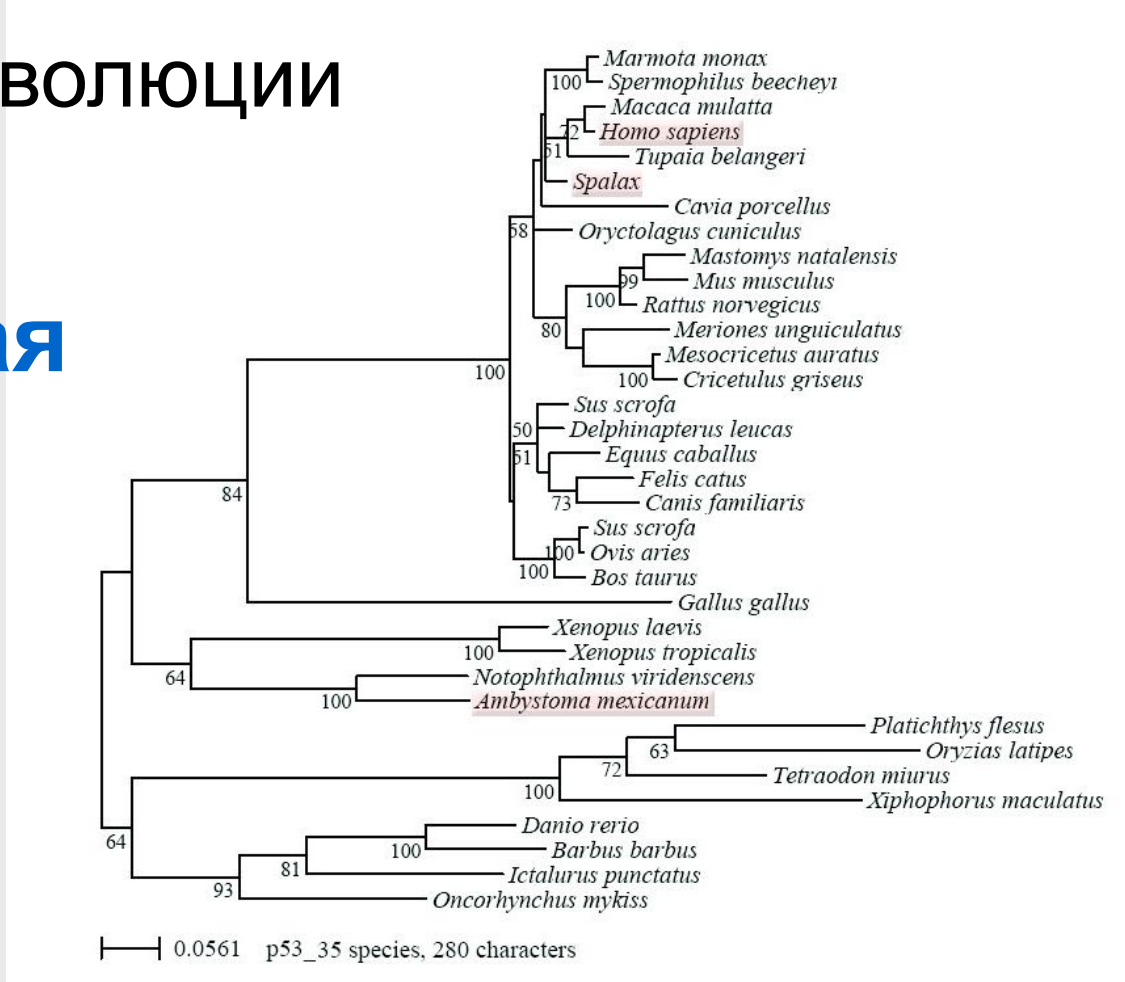


С-конец:
Глн

Первичная структура мембранного белка эритроцитов гликофорина А

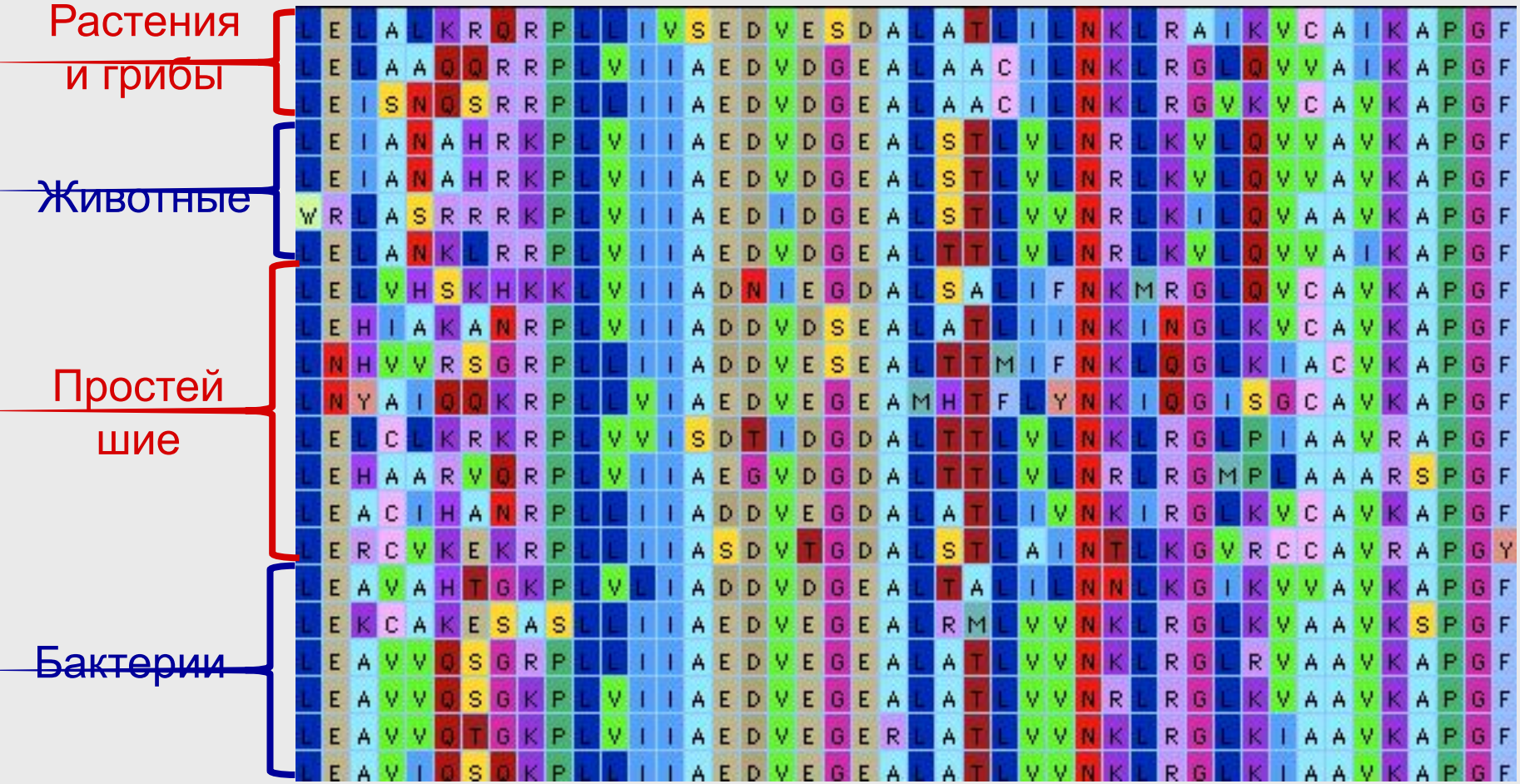
- Белки с одной функцией **у родственных видов** имеют сходную I структуру
- Количество отличий отражает время их дивергенции в эволюции

Молекулярная филогения



Эволюция белка p53 у позвоночных

Эволюция шаперонина-60 за ~1.5 млрд.лет



Найдите участки белка, эволюционирующие быстро и медленно

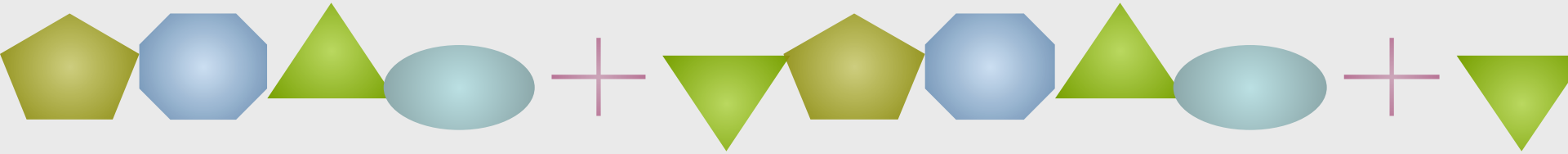
Сколько разных белков длиной в ***n*** мономеров можно построить из 20 а.к.?

$$20^{n}$$

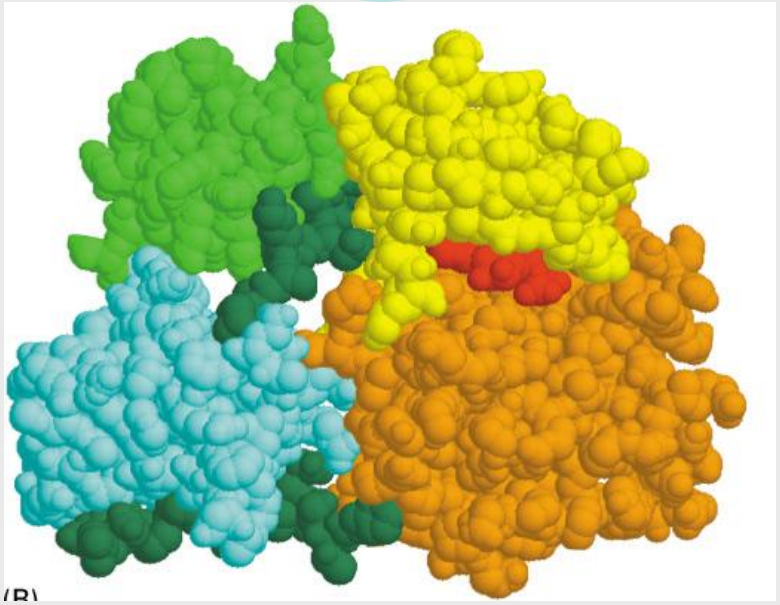
Средний белок: **300** а.к.

Длина большинства лежит в пределах **100 – 2 000** а.к.

Как из линейной структуры получается глобула?



?



Сворачивание
в несколько этапов:

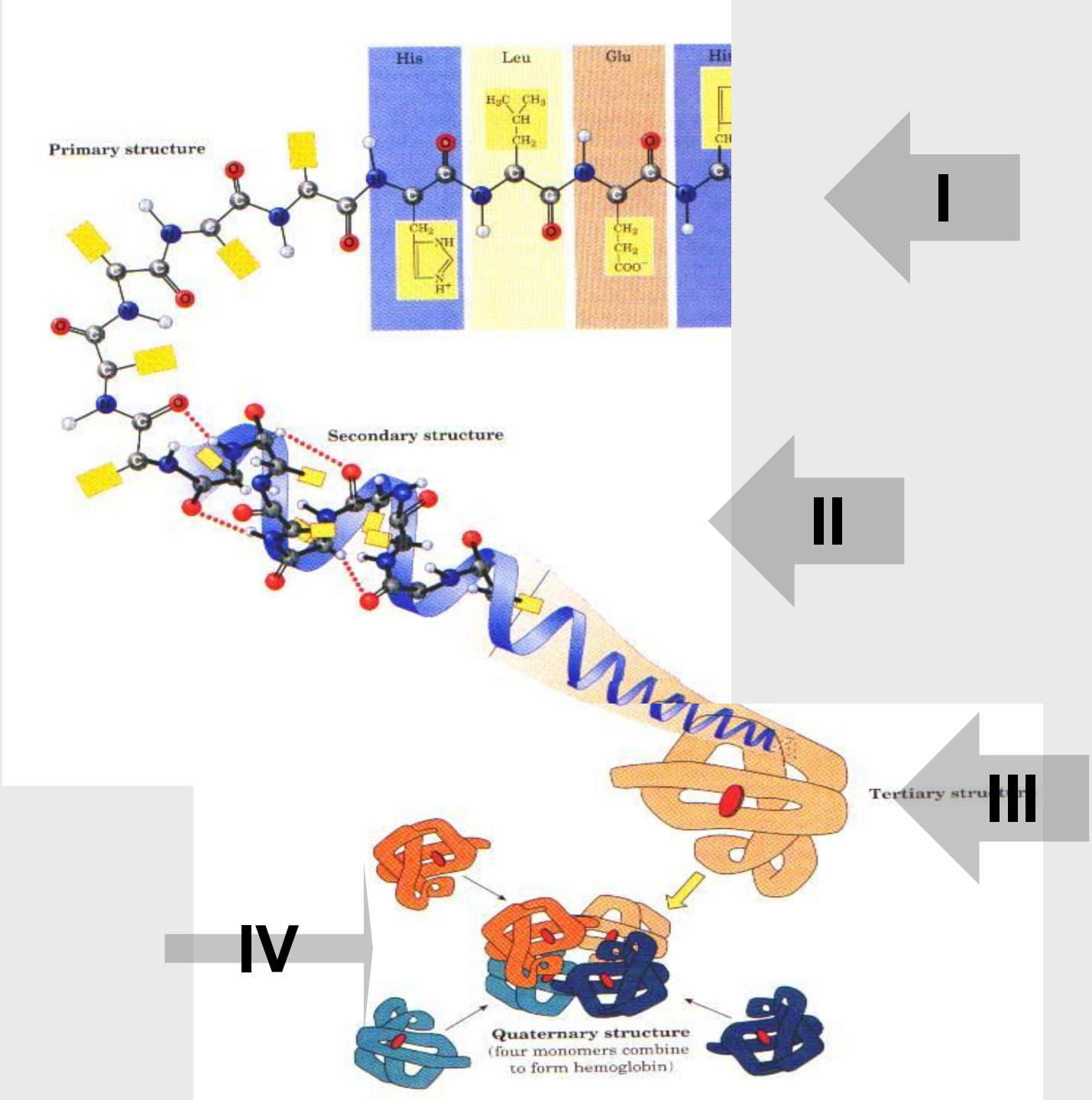
уровни нашего изучения структуры белка

Первичная

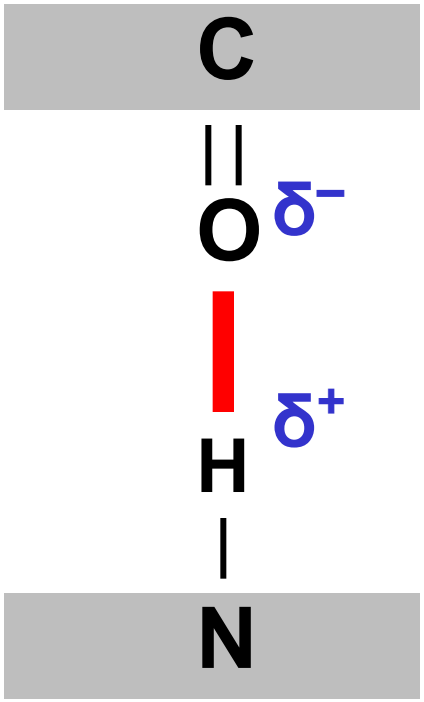
Вторичная

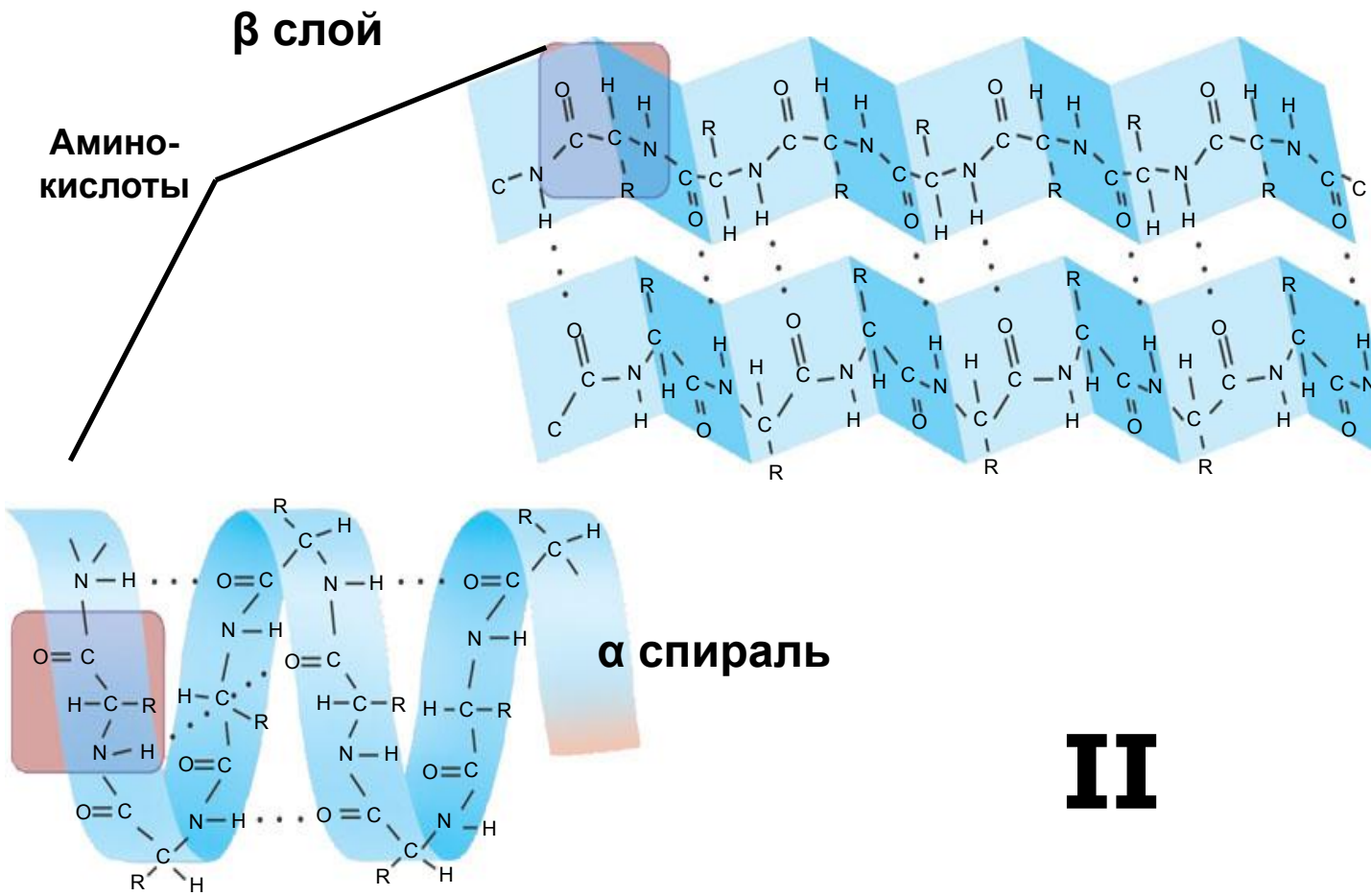
Третичная

Четвертичная


His
Leu
Glu
Primary structure
Secondary structure
Tertiary structure
Quaternary structure
(four monomers combine
to form hemoglobin)
I
II
III
IV

Вторичная структура – сворачивание за счет водородных связей между **атомами основы** цепочки. **Одинакова** у разных белков.





II

α спираль

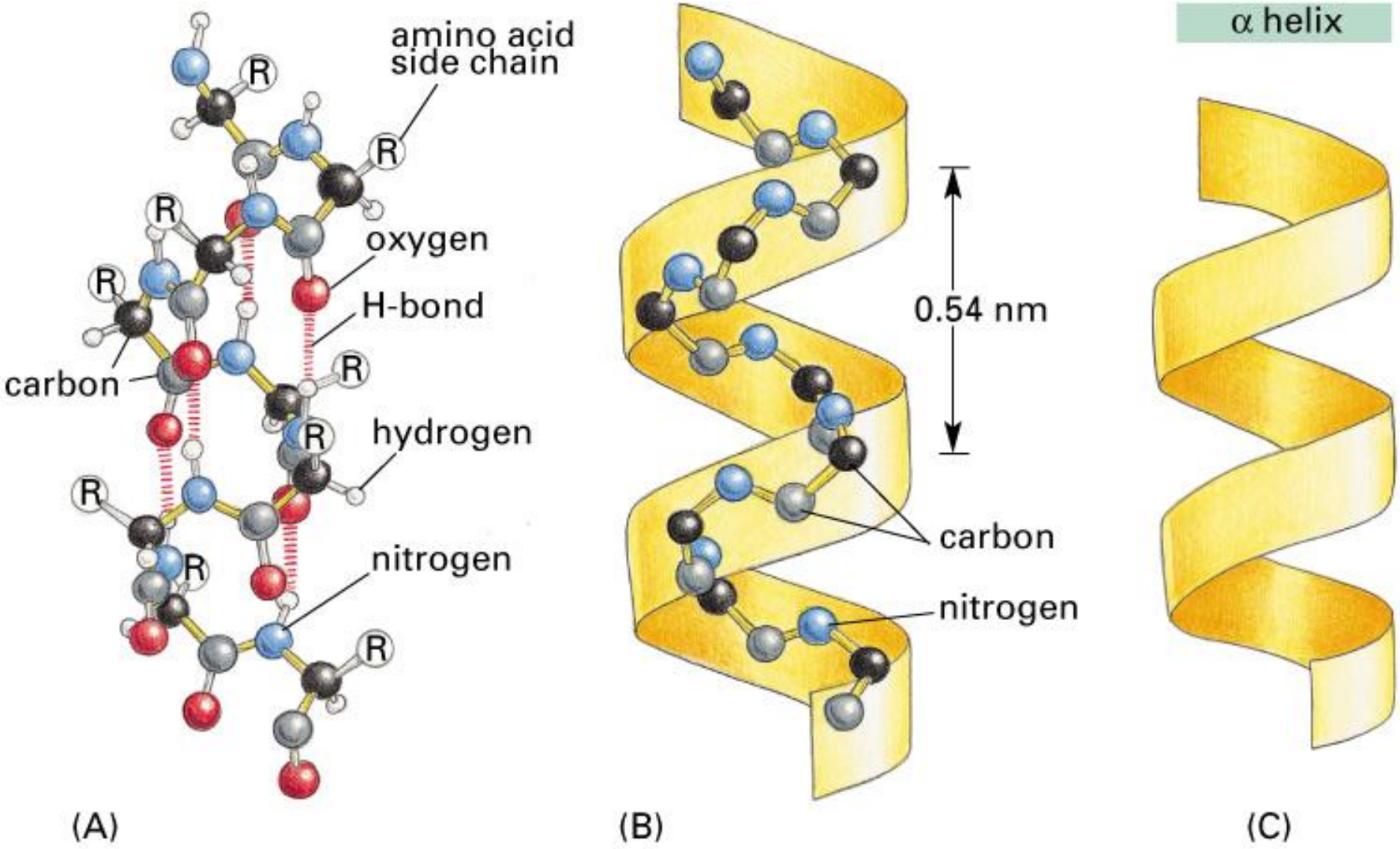


Figure 3–9 part 1 of 2. Molecular Biology of the Cell, 4th Edition.

β слой

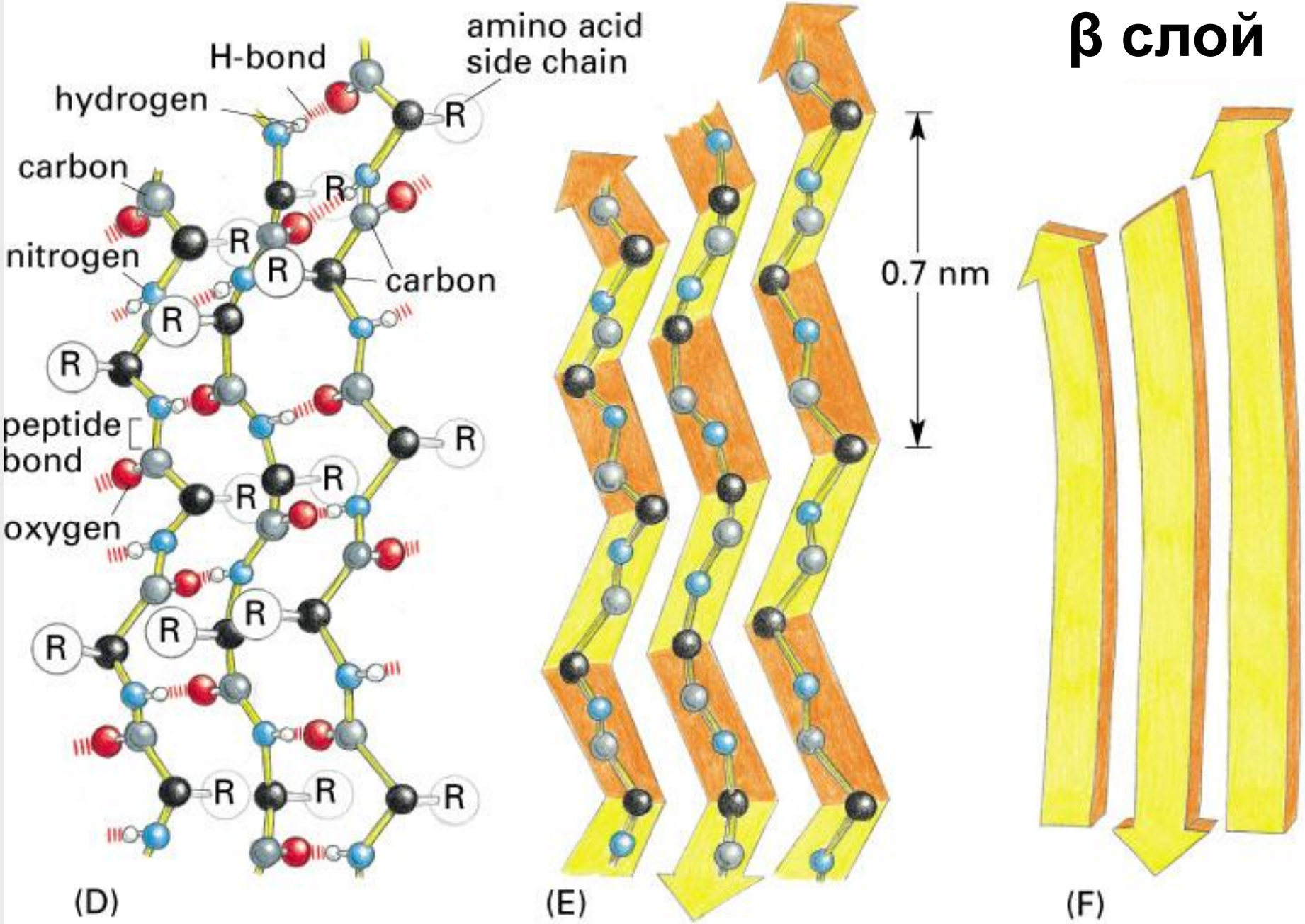


Figure 3–9 part 2 of 2. Molecular Biology of the Cell, 4th Edition.

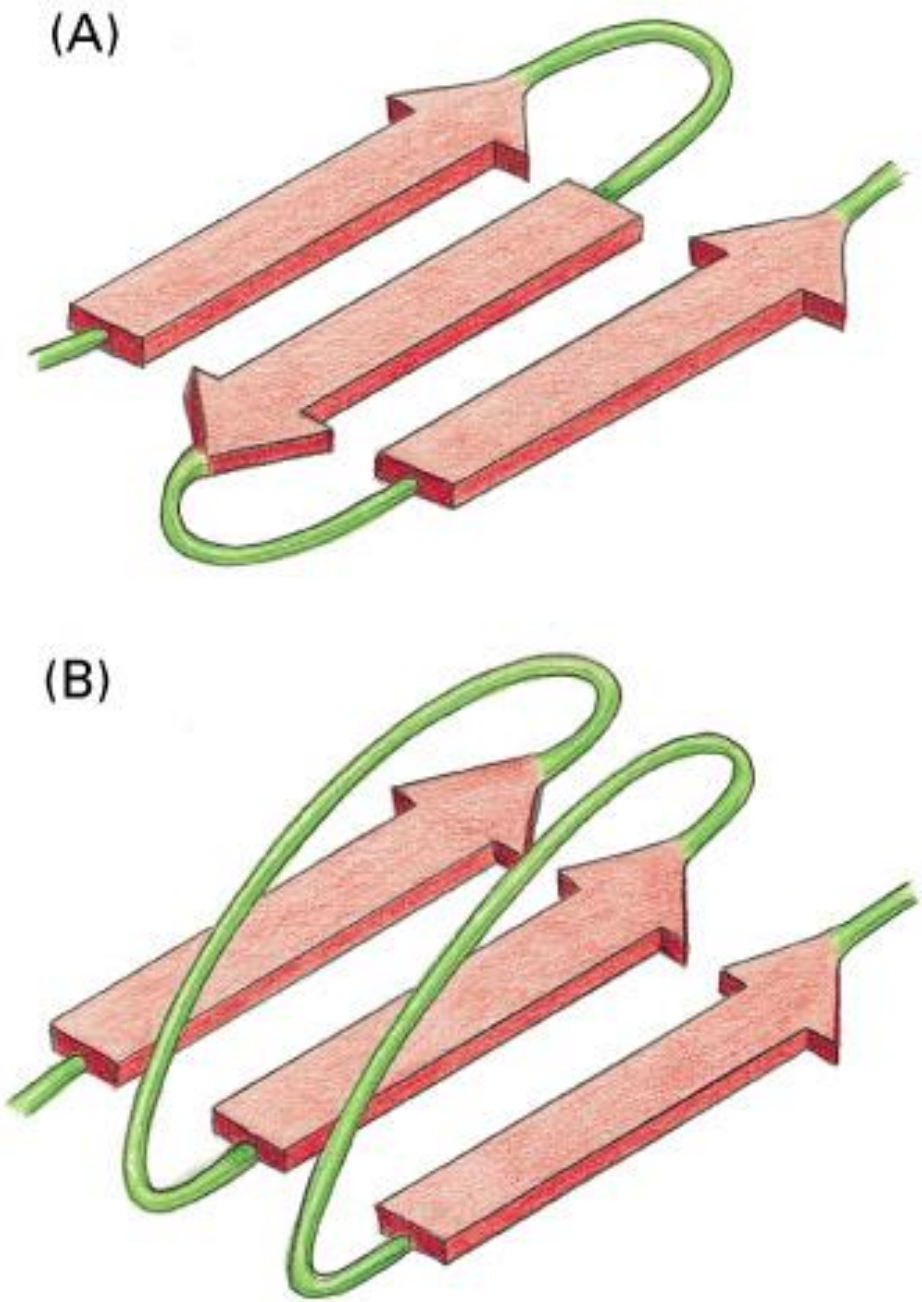
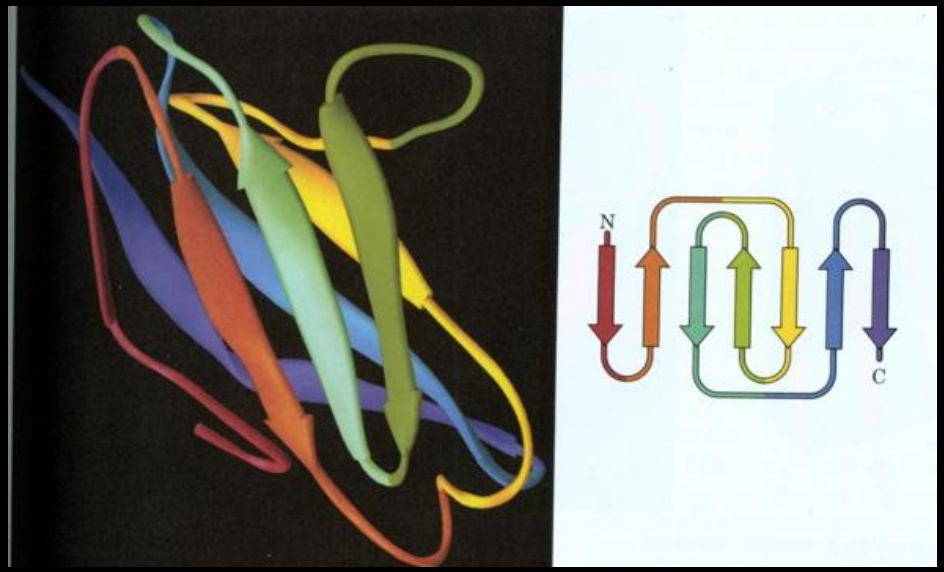
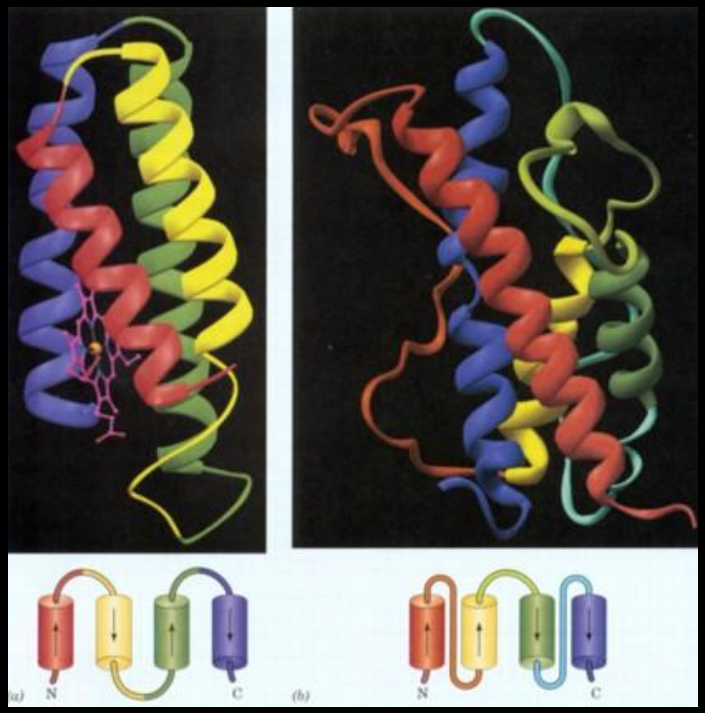
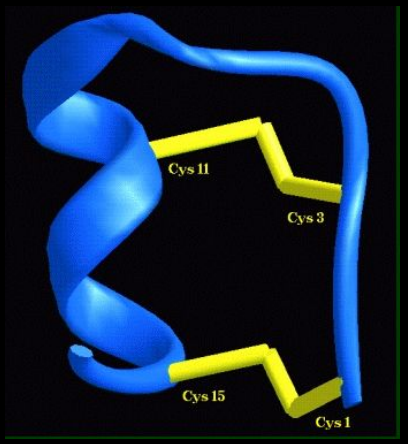


Figure 3–10. Molecular Biology of the Cell, 4th Edition.

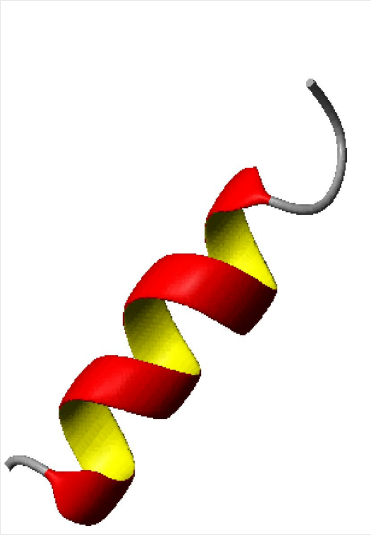
В белках сочетаются разные типы вторичной структуры

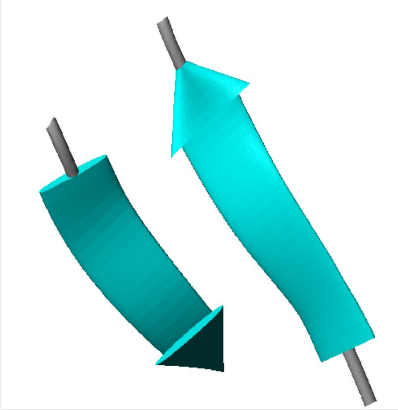






Встречаемость в белках разных вторичных структур



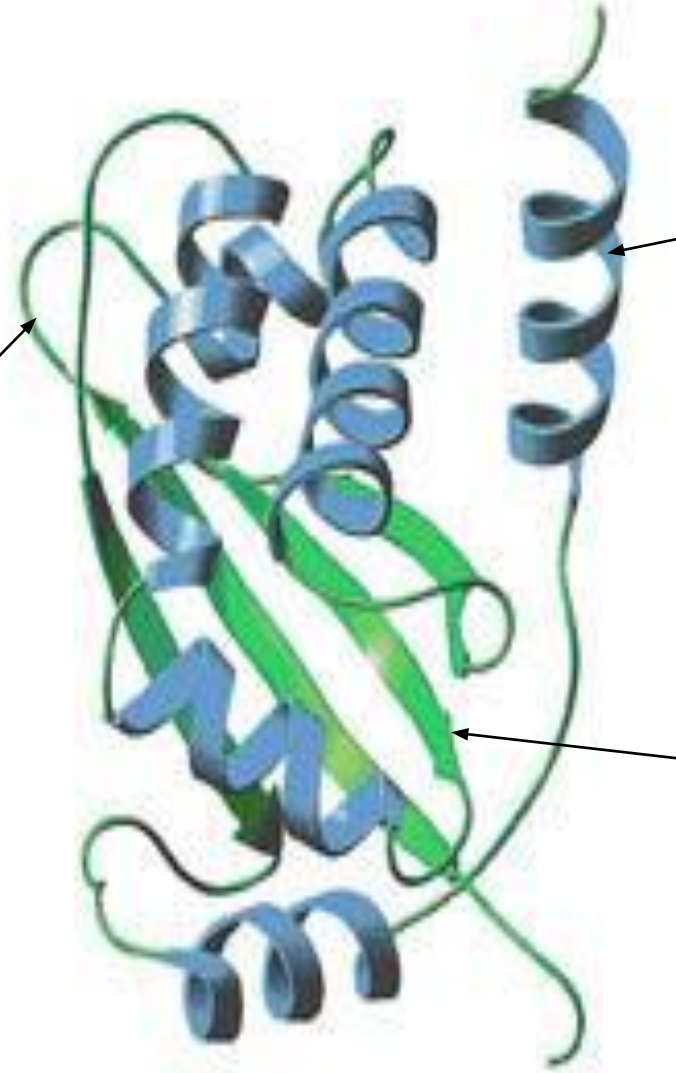


Нет II структуры

28% – 35%

18% – 26%

40% – 50%



α-спирали ~ 30 %

Участки без вторичной структуры ~ 50 %

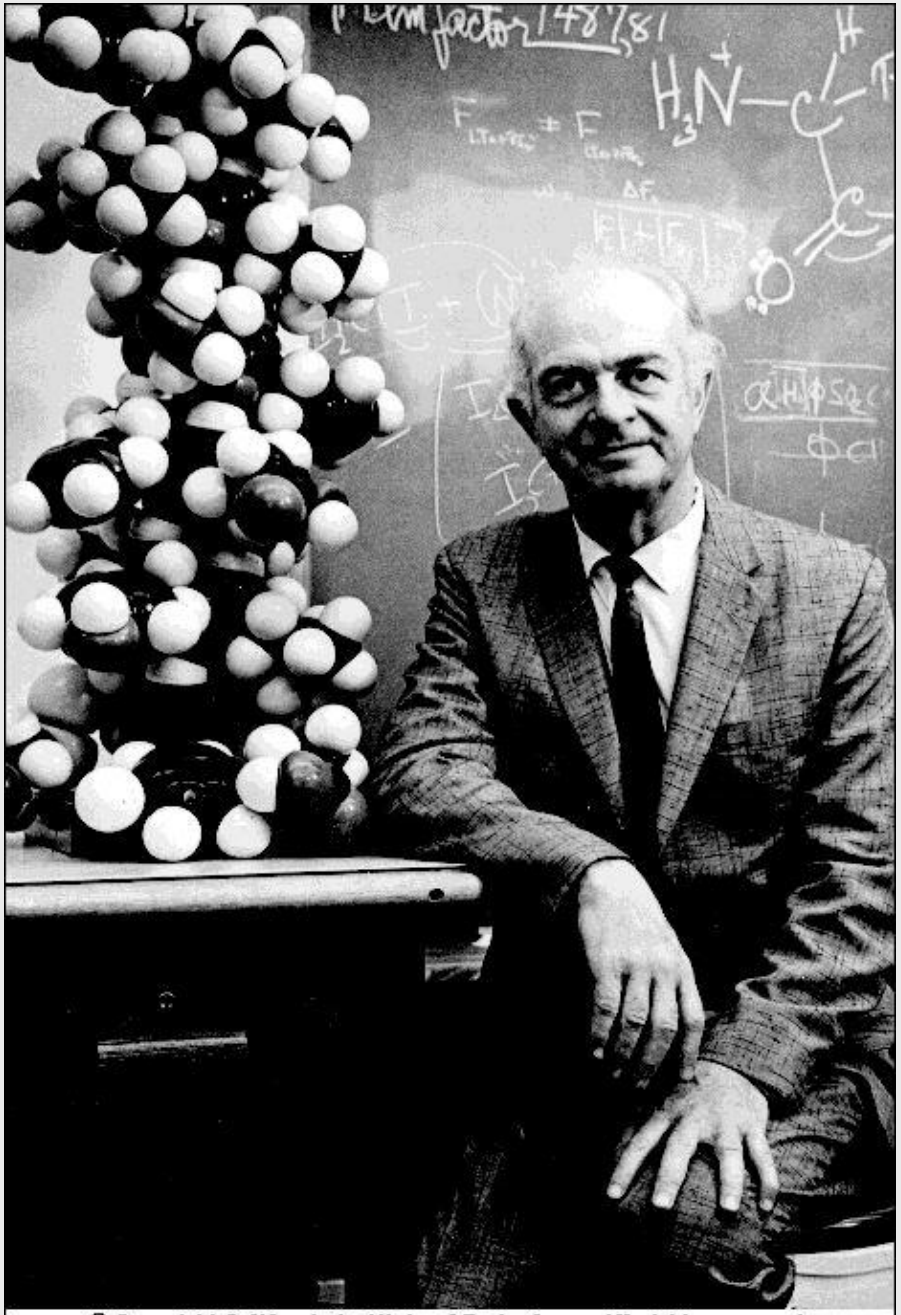
β-слои ~ 20 %

Лайнус Полинг

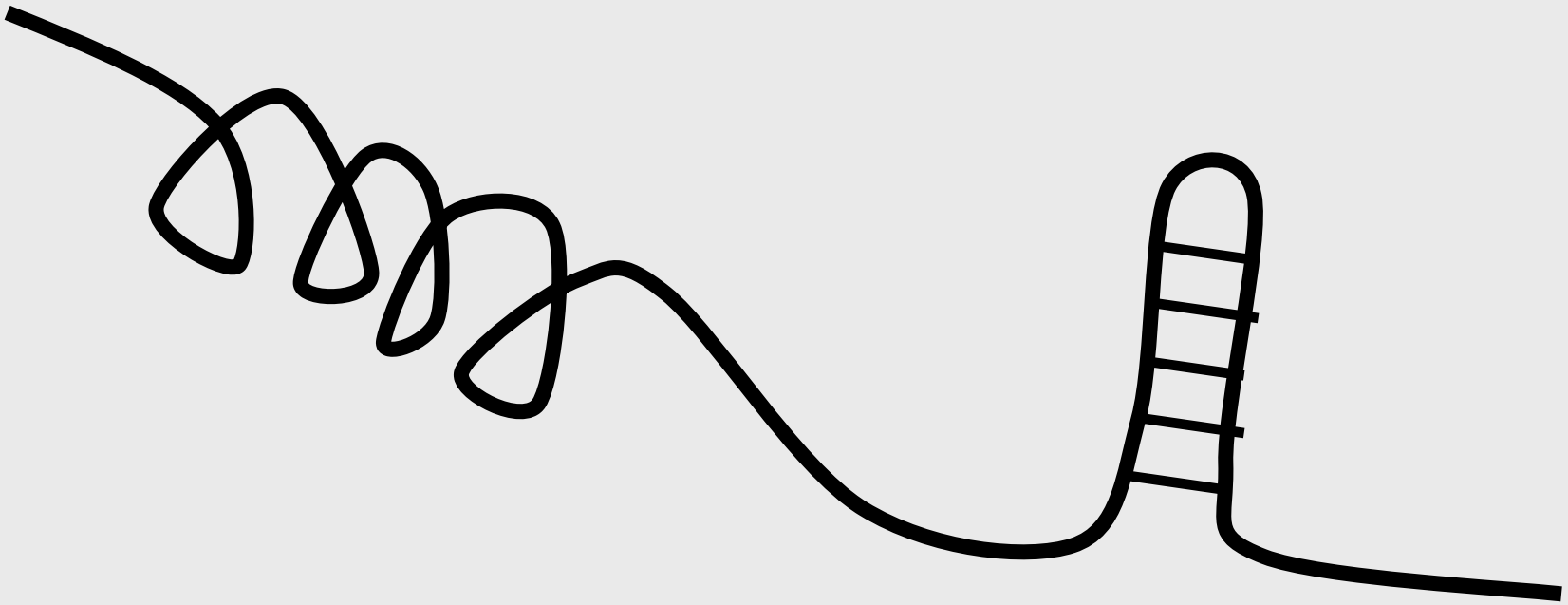
Открыл

α-спираль

в 1951



© Copyright California Institute of Technology. All rights reserved.
Commercial use or modification of this material is prohibited.



Итак, у нас есть цепочка с элементами II структуры

III Третичная структура

Сворачивание за счет взаимодействий между **радикалами** аминокислот.

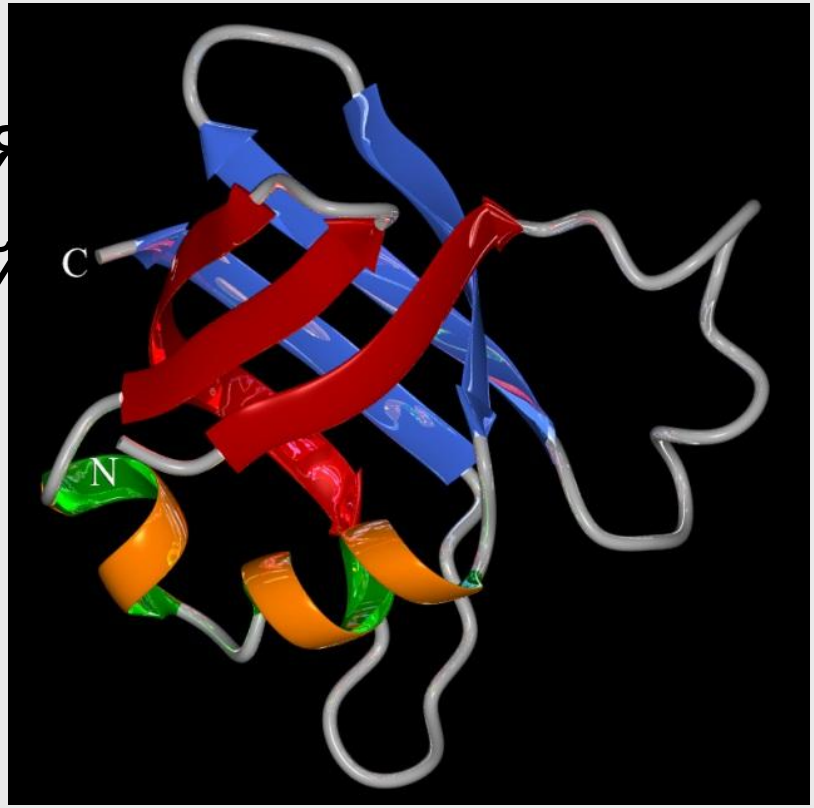
↓

полностью определяется **первичной** структурой

↓

Уникальна

для каждого белка



Третичную структуру формируют 4 типа связей между радикалами:

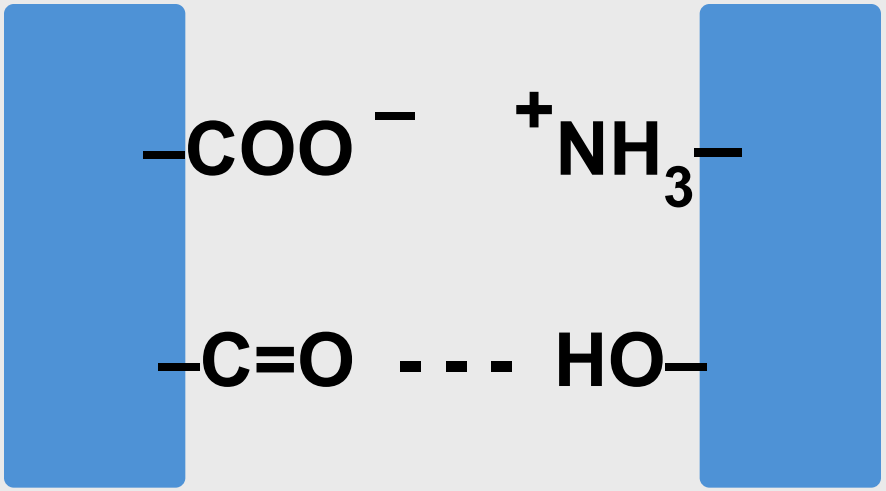
1. Ковалентная: **S-S мостики** (два цистеина)

И три слабых:

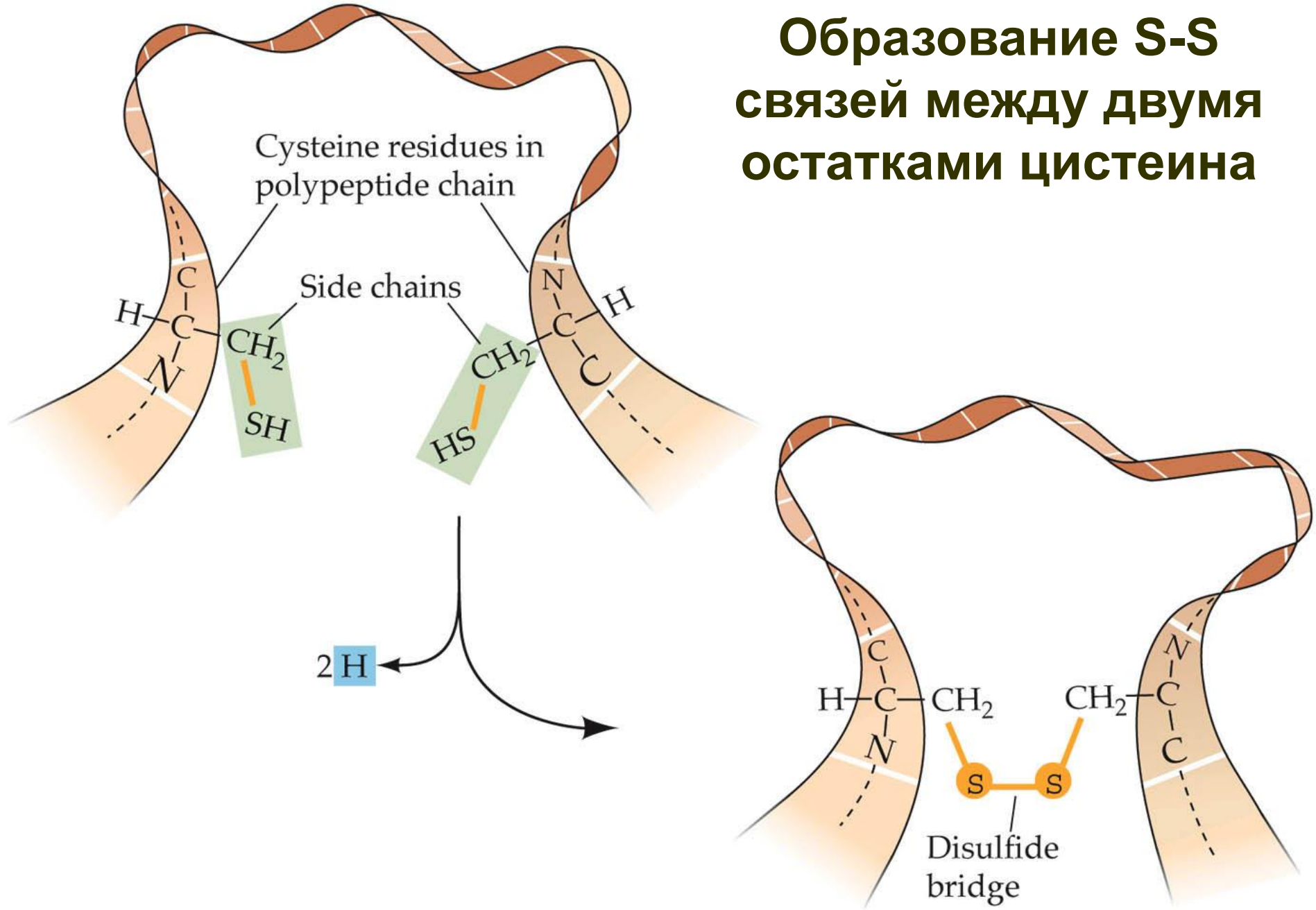
2. **Гидрофобное притяжение**

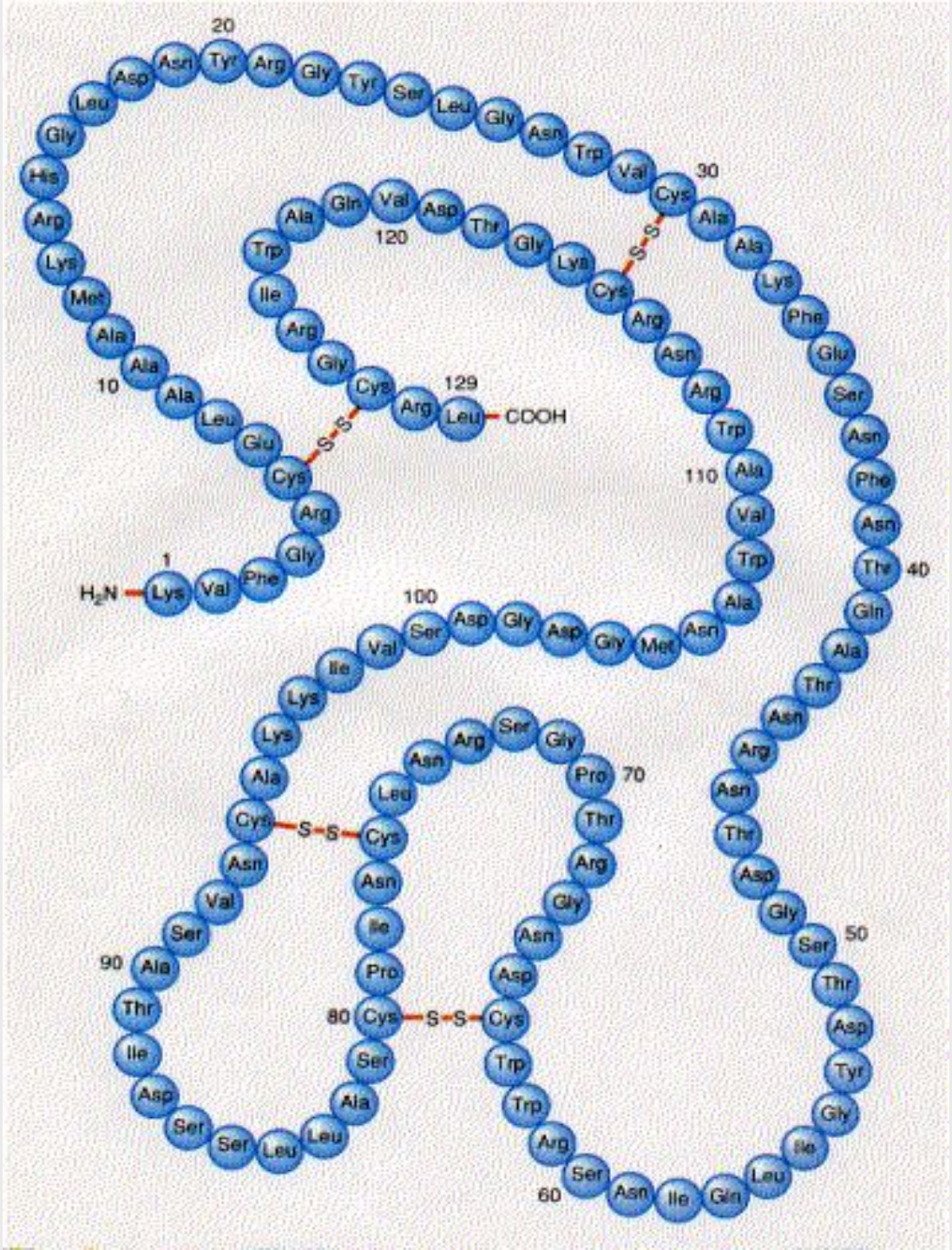
3. **Ионные**

4. **Водородные**

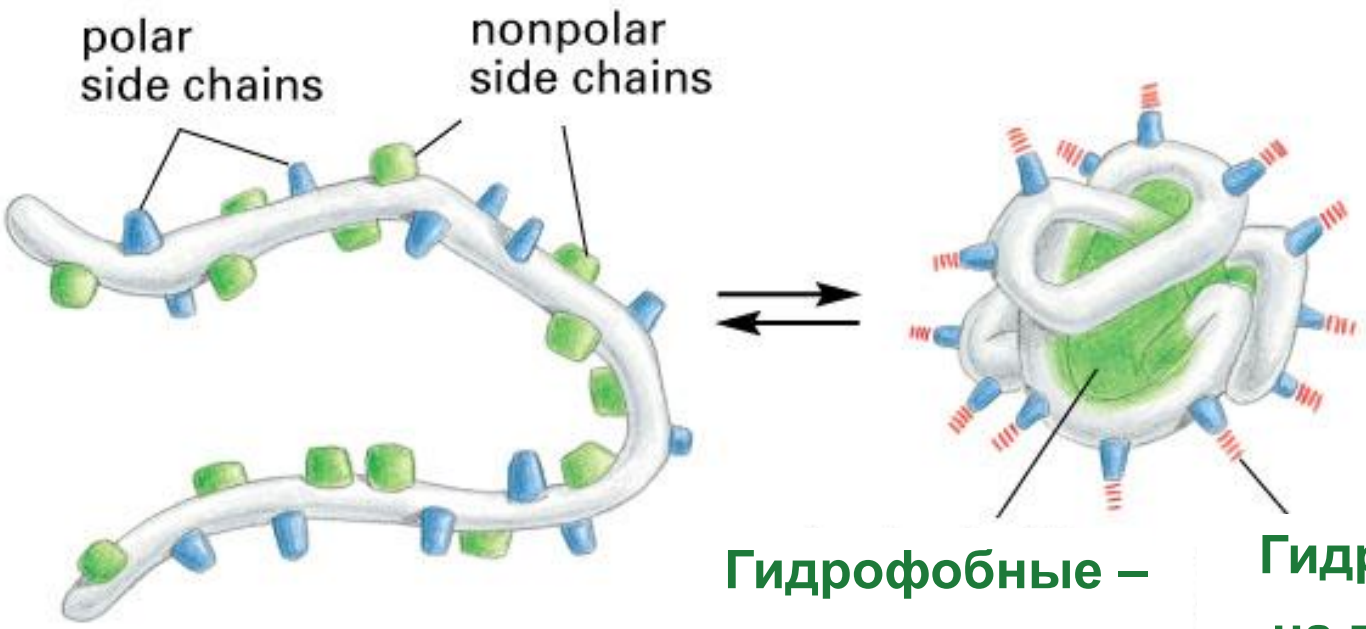


Образование S-S связей между двумя остатками цистеина



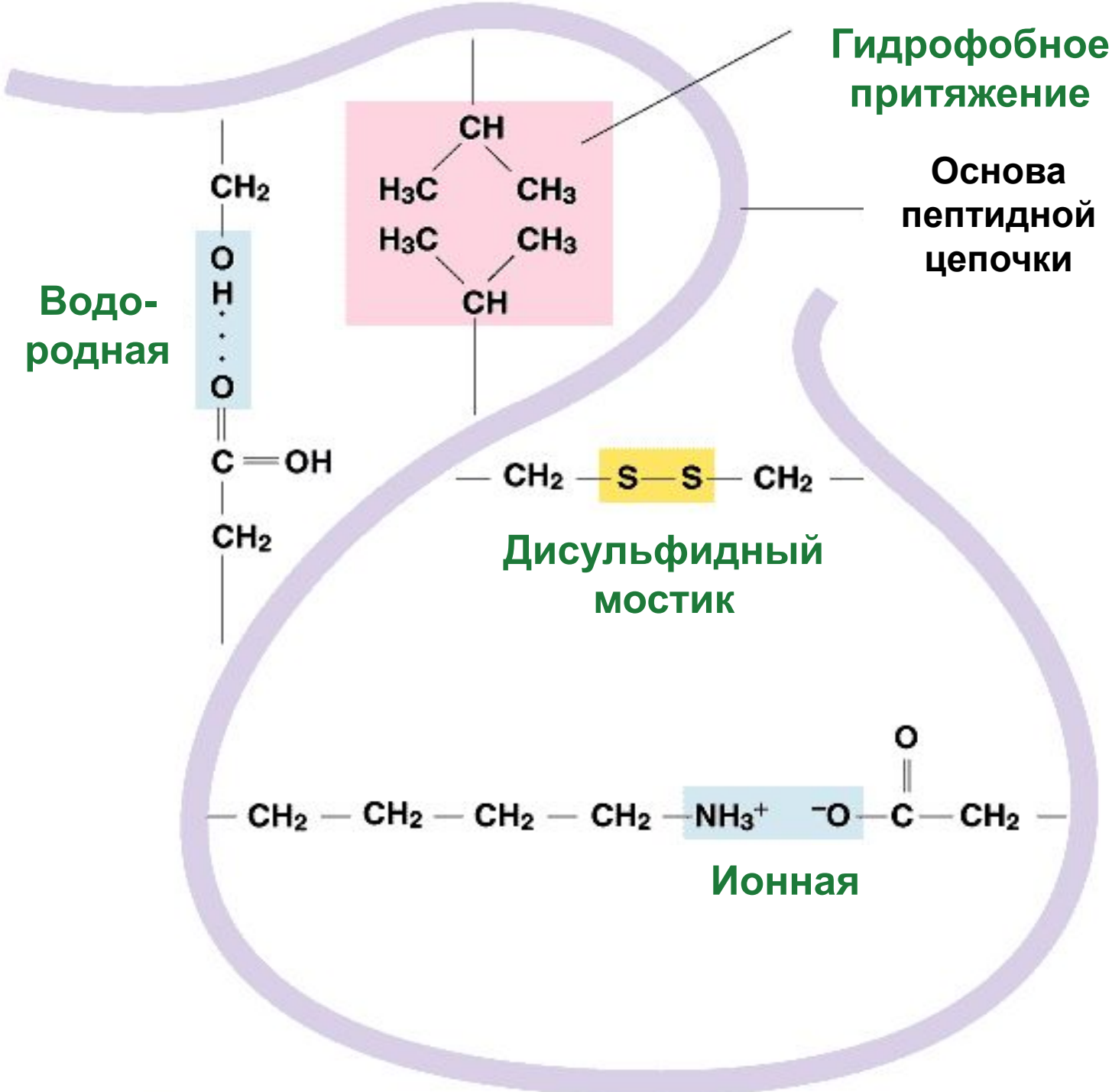

20
Asn
Tyr
Arg
Gly
Tyr
Ser
Leu
Gly
Asn
Trp
Val
30
Cys
Ala
Ala
Lys
Phe
Glu
Ser
Asn
Phe
Asn
Thr
40
Gln
Ala
Thr
Asn
Arg
Asn
Thr
Asp
Gly
Ser
50
Thr
Asp
Tyr
Gly
Ile
Leu
Gln
Ile
Asn
60
Ser
Arg
Trp
Trp
Cys
Asp
Asn
Gly
Arg
Thr
Pro
70
Gly
Ser
Arg
Asn
Leu
Cys
Asn
Ile
Pro
80
Cys
Ser
Ala
Leu
Leu
Ser
Ser
Asp
Ile
Thr
Ala
90
Ser
Val
Asn
Cys
Ala
Lys
Lys
Ile
Val
Ser
Asp
Gly
Asp
Gly
Met
Asn
Ala
Trp
Val
Ala
110
Trp
Arg
Asn
Cys
Gln
Ile
Arg
Gly
Cys
Arg
Leu
COOH
129
Arg
Gly
Phe
Val
Lys
H_2N
1
Met
Lys
Arg
His
Gly
Leu
Asp
Asn
Tyr
Arg
Gly
Tyr
Ser
Leu
Gly
Asn
Trp
Val
Cys
Ala
Ala
Lys
Cys
Arg
Asn
Arg
Trp
Ala
Val
Trp
Ala
Asn
Met
Gly
Asp
Gly
Asp
Ser
Val
Ile
Lys
Lys
Ala
Cys
Asn
Val
Ser
Ala
Thr
Ile
Asp
Ser
Ser
Leu
Leu
Ala
Ser
Ile
Asn
Cys
Leu
Asn
Arg
Ser
Gly
Pro
Thr
Arg
Gly
Asn
Asp
Cys
Trp
Trp
Arg
Ser
Asn
Ile
Gln
Leu
Ile
Gly
Tyr
Asp
Thr
Ser
Gly
Asn
Thr
Arg
Asn
Ala
Thr
Asn
Gln
Ala
Asn
Phe
Ser
Glu
Phe
Lys
Ala
Ala
Ala
Ala
Leu
Glu
Cys
Arg
Gly
Cys
Ile
Arg
Gly

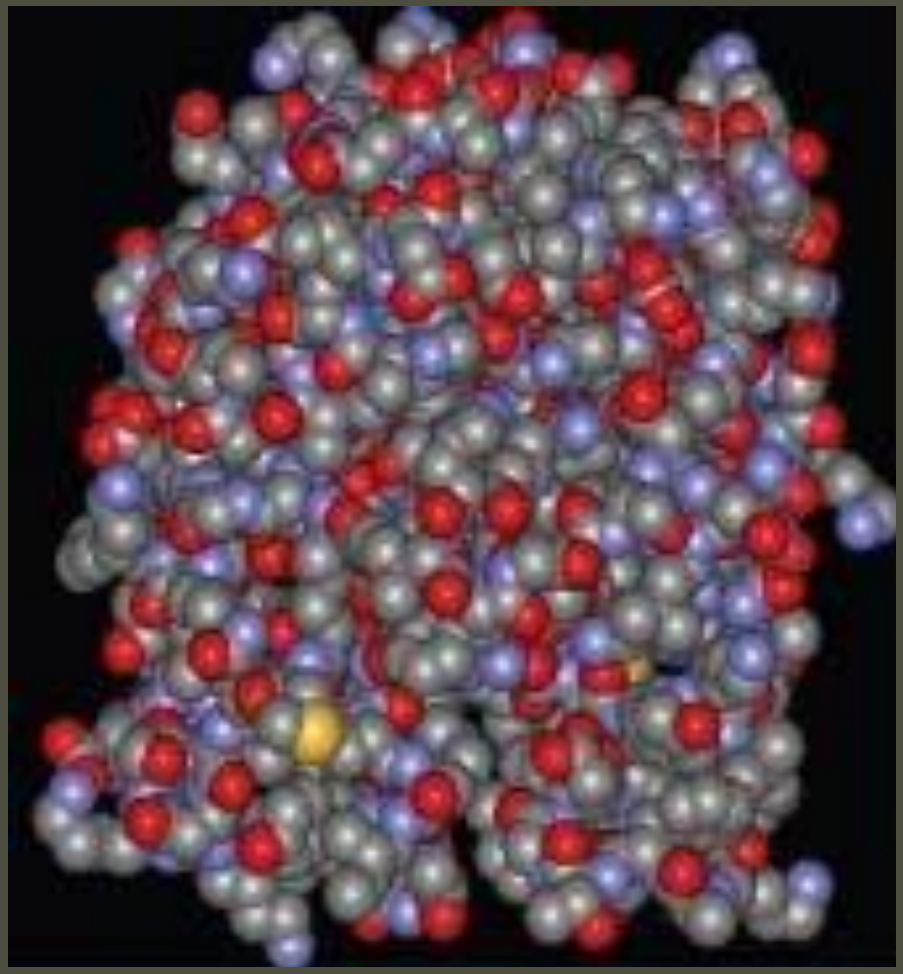
Гидрофобное притяжение



Гидрофобные – внутрь

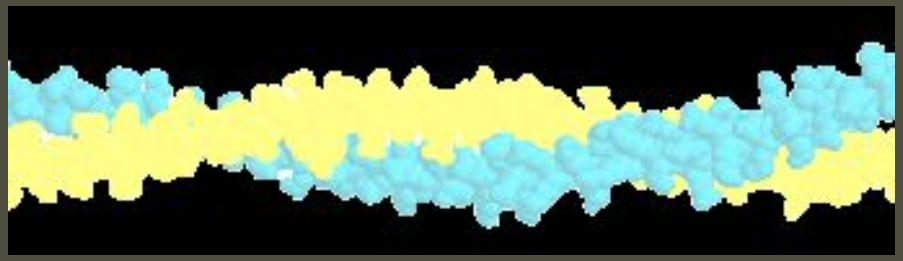
Гидрофильные – на поверхность, к воде


Гидрофобное притяжение
Основа пептидной цепочки
Водо-родная
Дисульфидный мостик
Ионная



Глобулярный белок

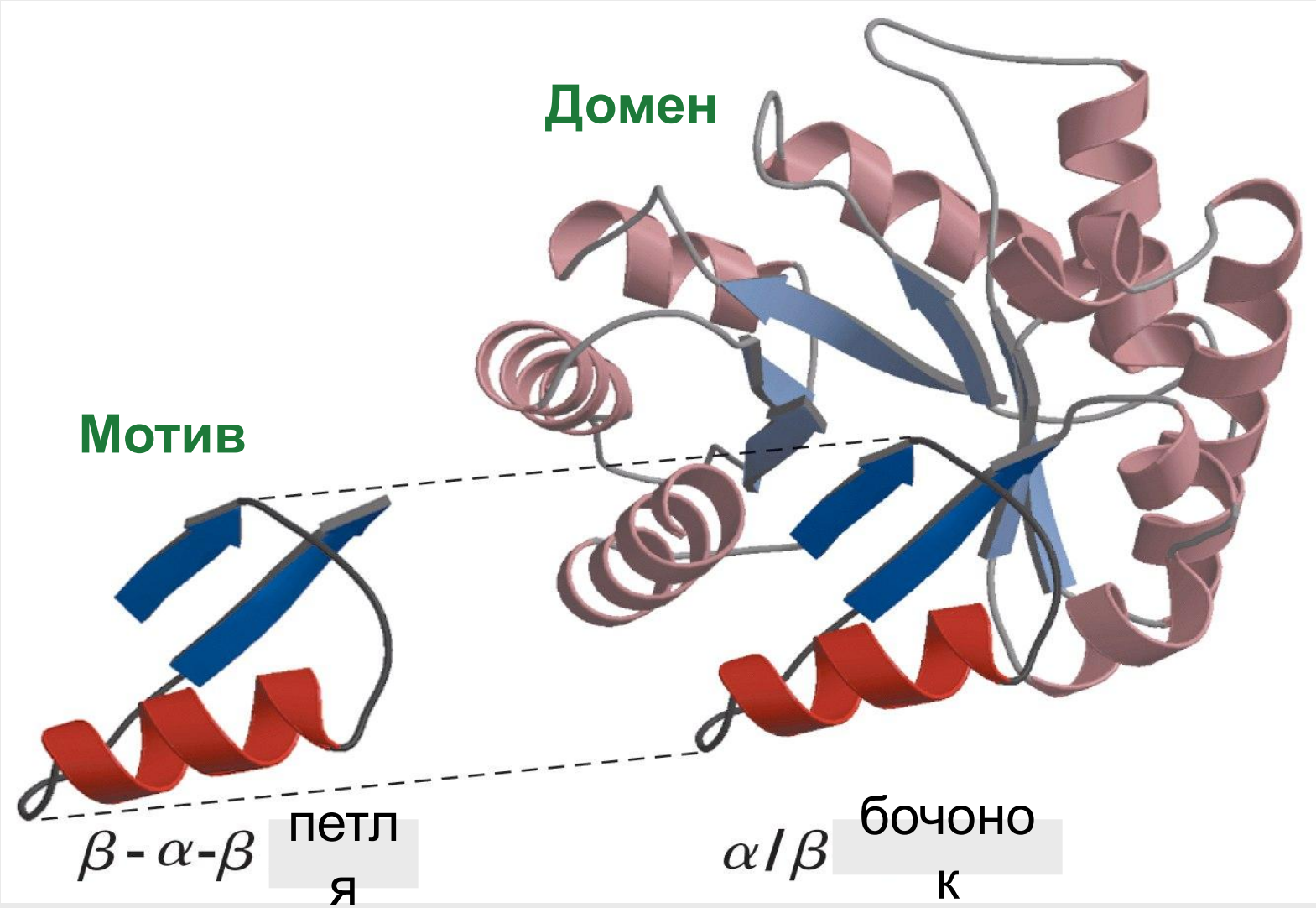
Глобула - шарик

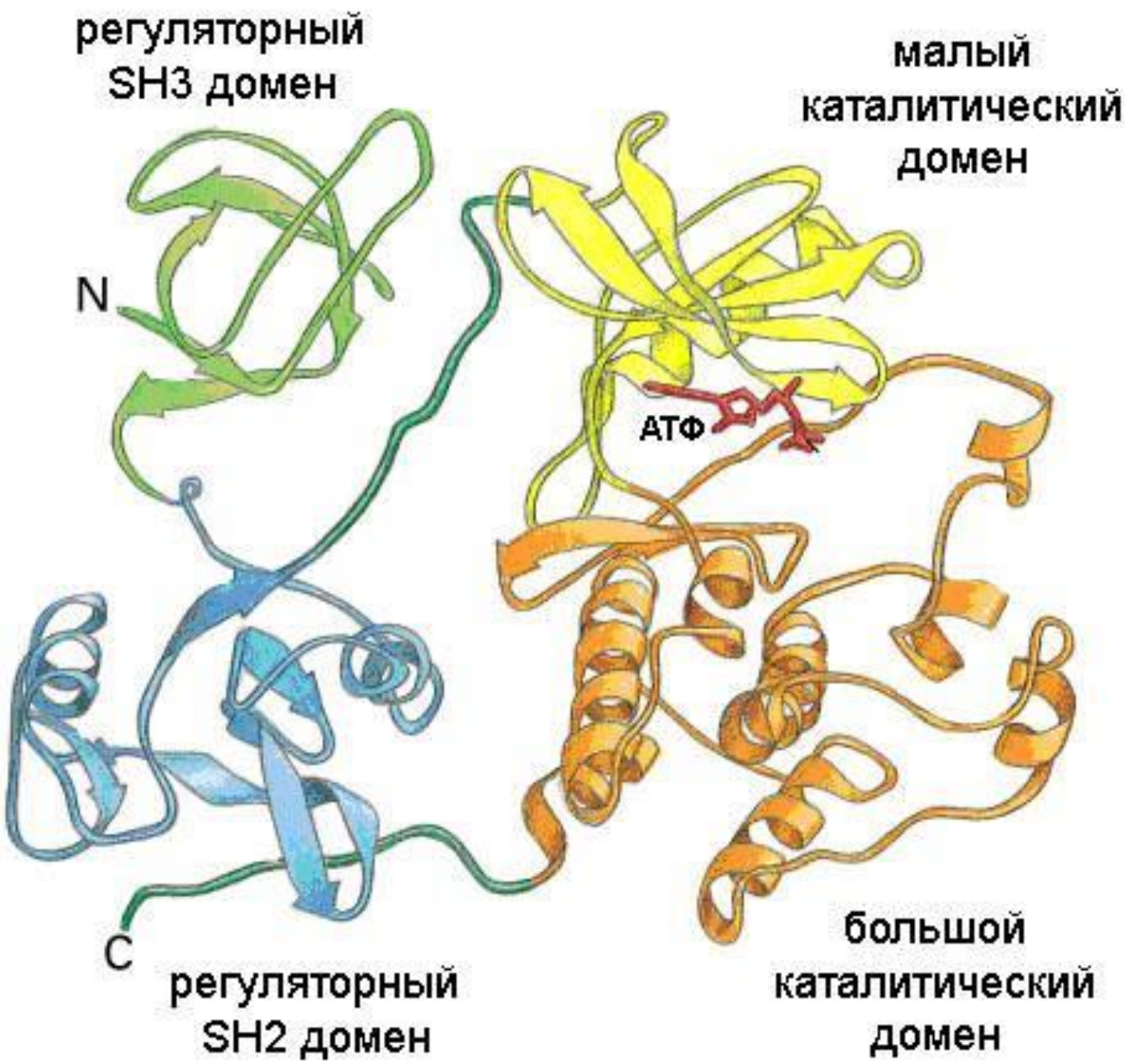


Фибриллярный белок

Фибрилла - нить

Образование третичной структуры из элементов вторичной



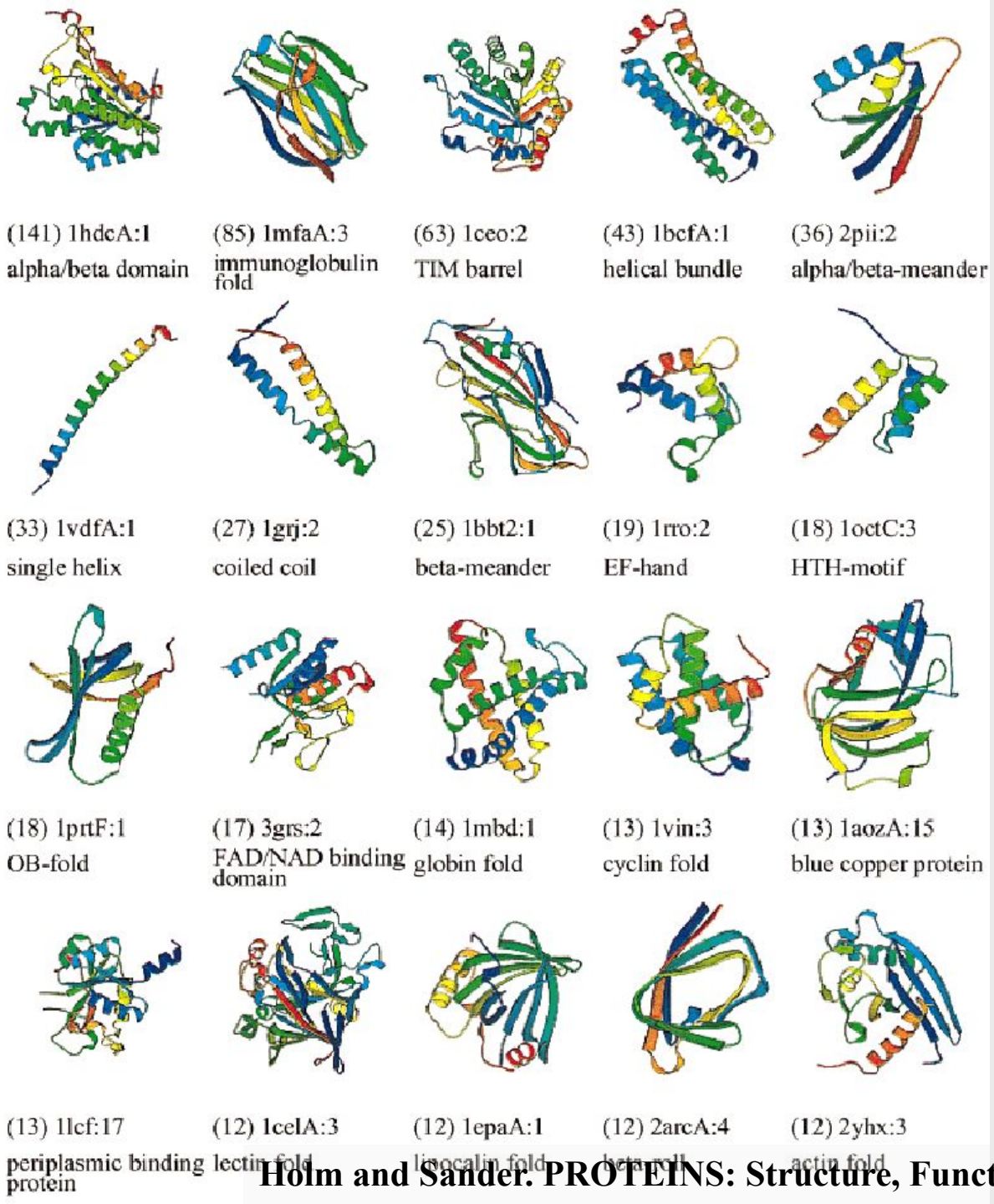


Доменная структура Src белка

Домен – часть белка

- пространственно обособленная
- сворачивается независимо
- выполняет одну функцию

В эволюции домены – функциональные блоки из которых строятся новые белки

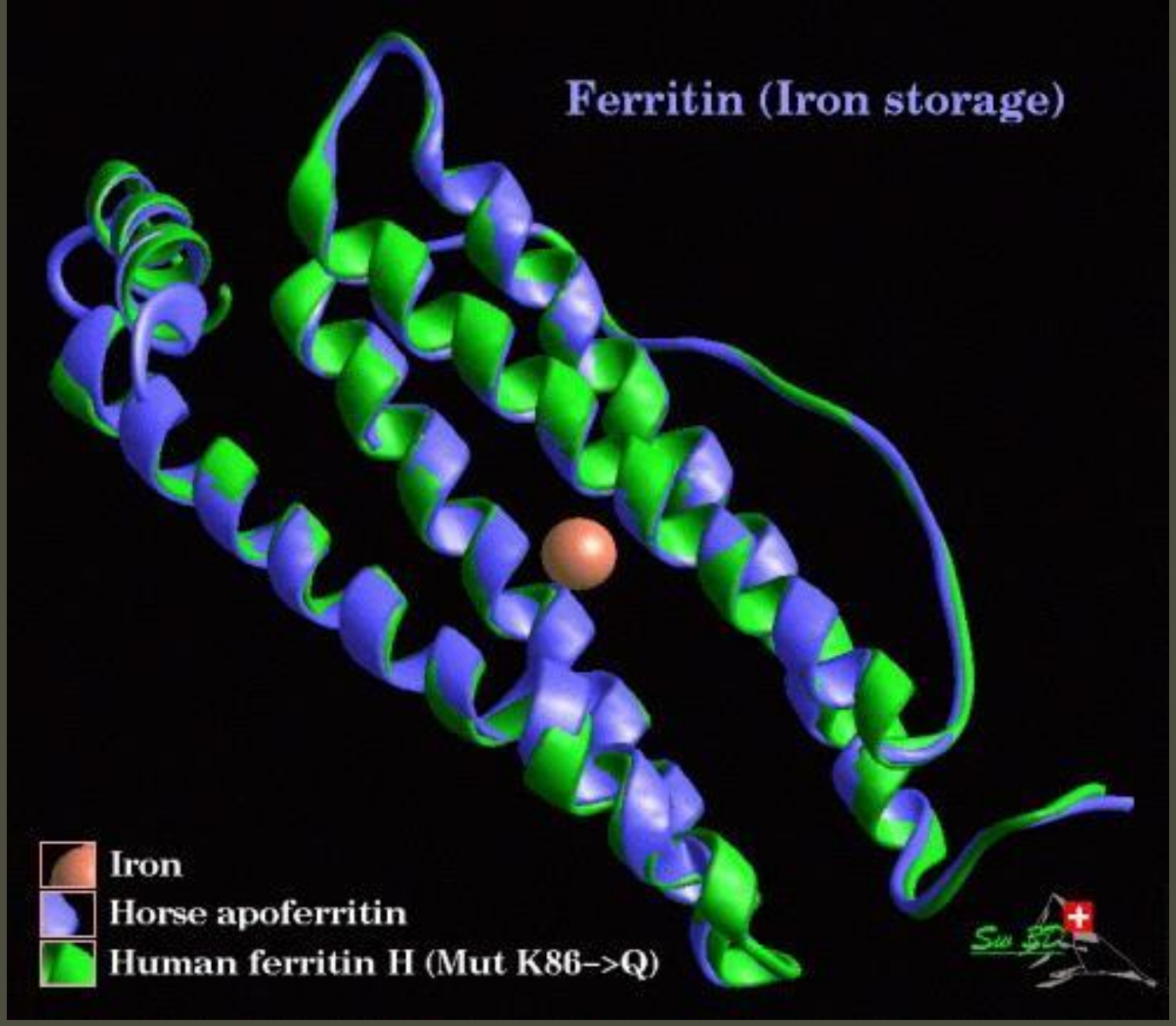


Базовых типов доменов мало – не более 1 000

Из них построено все огромное многообразие белков всех организмов

Holm and Sander. PROTEINS: Structure, Function, and Genetics 33:88–96 (1998)

- Белки разных биологических видов **с одной функцией** – похожи **по пространственной форме**
- Хотя первичная последовательность может сильно отличаться



Транспортный белок железа – ферритин человека (зеленый) и лошади (голубой)

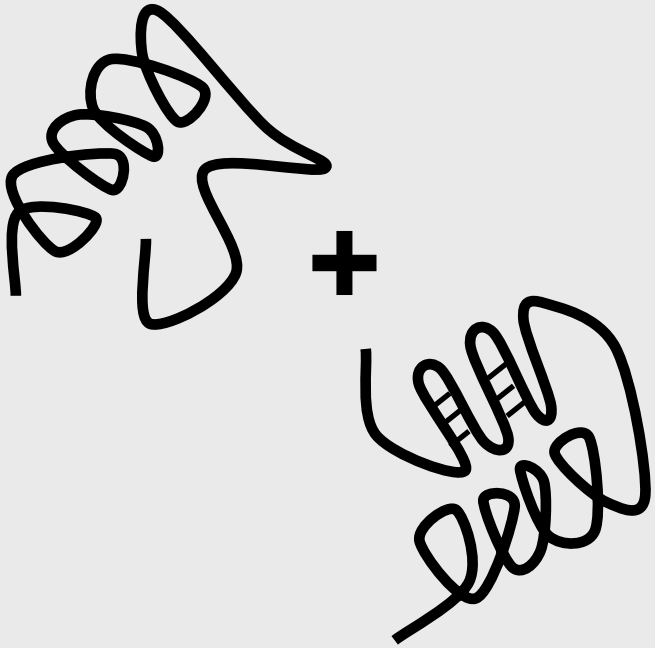
IV Четвертичная структура

- Объединение **двух и более** (до 20) полипептидных цепочек в один белок.

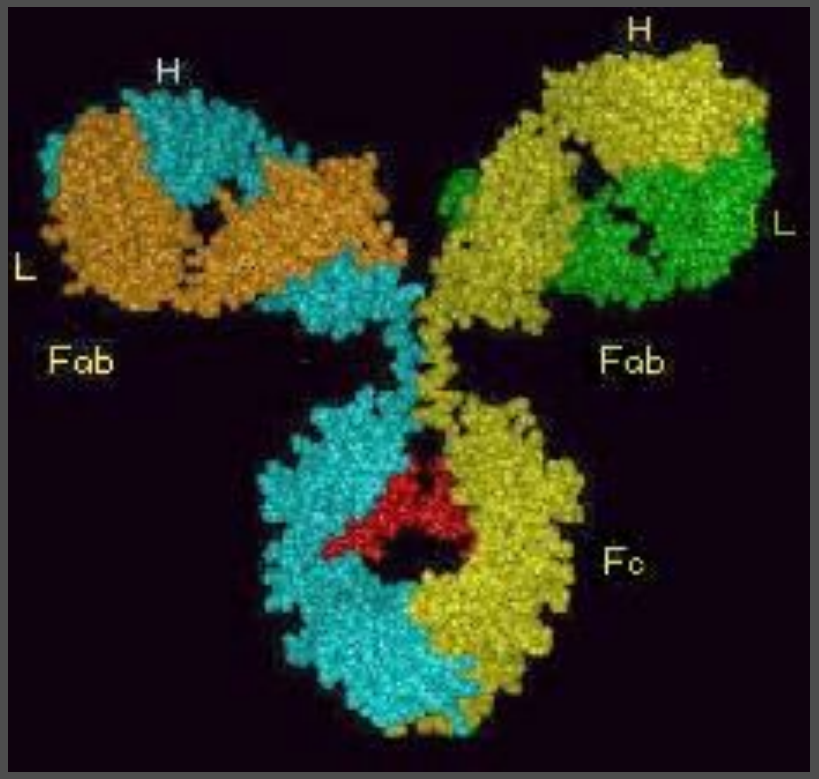
Одна цепочка = субъединица

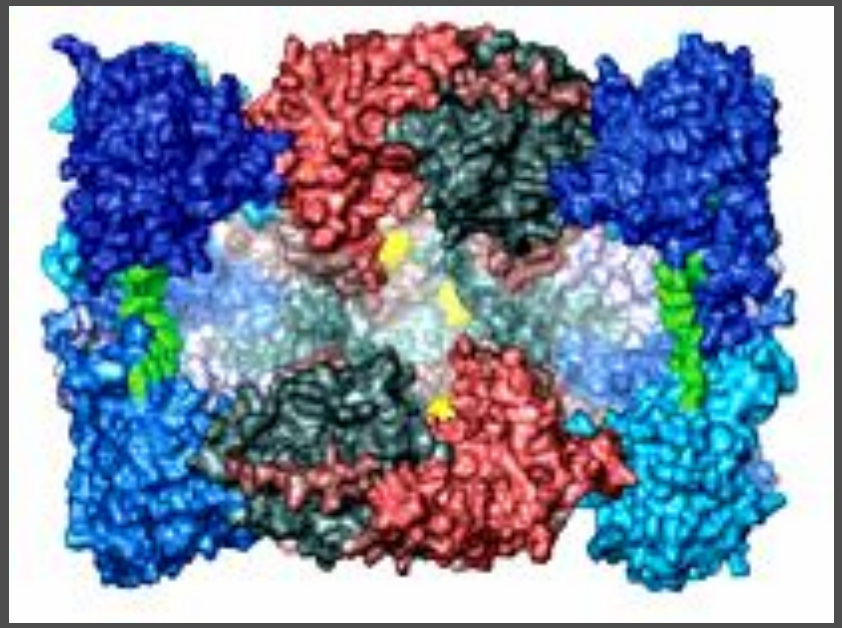
- Связи – **те же**, что при формировании **третичной**.

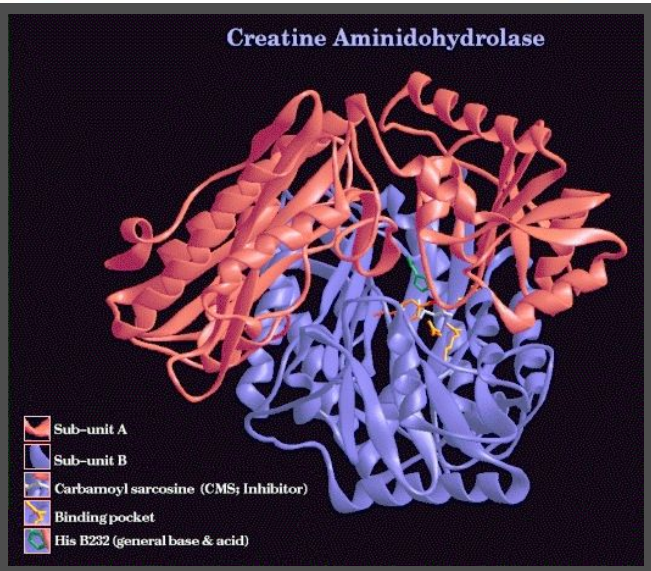
- Четвертичную структуру имеют **<u>не все</u>** белки (меньше половины)



IV Четвертичная структура







Разные цепочки –

разным цветом

Домашнее задание

- Уметь нарисовать аминокислоту и пептидную связь.
- Знать, что такое I, II, III и IV структура

всё!

Английские обозначения аминокислот

AMINO ACID			SIDE CHAIN	AMINO ACID			SIDE CHAIN
Aspartic acid	Asp	D	negative	Alanine	Ala	A	nonpolar
Glutamic acid	Glu	E	negative	Glycine	Gly	G	nonpolar
Arginine	Arg	R	positive	Valine	Val	V	nonpolar
Lysine	Lys	K	positive	Leucine	Leu	L	nonpolar
Histidine	His	H	positive	Isoleucine	Ile	I	nonpolar
Asparagine	Asn	N	uncharged polar	Proline	Pro	P	nonpolar
Glutamine	Gln	Q	uncharged polar	Phenylalanine	Phe	F	nonpolar
Serine	Ser	S	uncharged polar	Methionine	Met	M	nonpolar
Threonine	Thr	T	uncharged polar	Tryptophan	Trp	W	nonpolar
Tyrosine	Tyr	Y	uncharged polar	Cysteine	Cys	C	nonpolar
POLAR AMINO ACIDS				NONPOLAR AMINO ACIDS			

Figure 3–3. Molecular Biology of the Cell, 4th Edition.

Авторские права

Вы скачали данную презентацию с сайта **Biologii.Net**, согласившись с тем, что

Вы можете свободно

- Использовать данную презентацию в образовательных целях с сохранением авторства.
- Использовать рисунки и отдельные слайды в своих презентациях и на сайтах со ссылкой на данный сайт или автора.

Вы НЕ имеете права

- Копировать, распространять или использовать ее другим способом для извлечения коммерческой выгоды.
- Выкладывать на интернет-сайтах для скачивания.
- Использовать слайды, текст и авторские рисунки без ссылок, выдавая их за свои.

Если вы не согласны с этими условиями, удалите презентацию с вашего компьютера.

© М.А. Волошина 2009

http://http://biologii.net