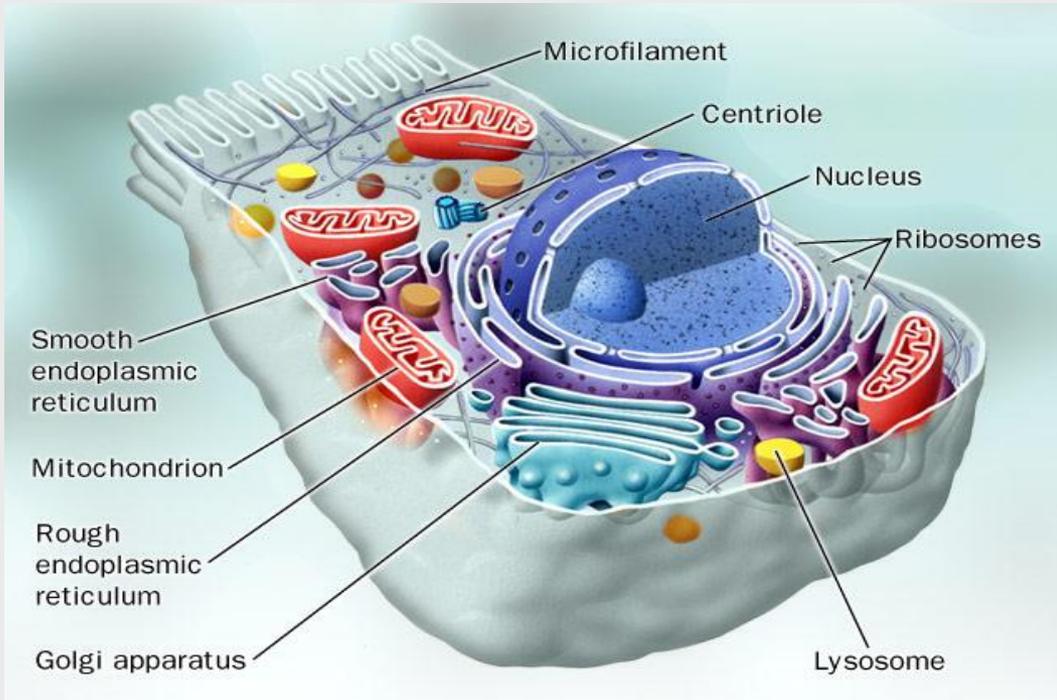


Тема 1

Биологические молекулы

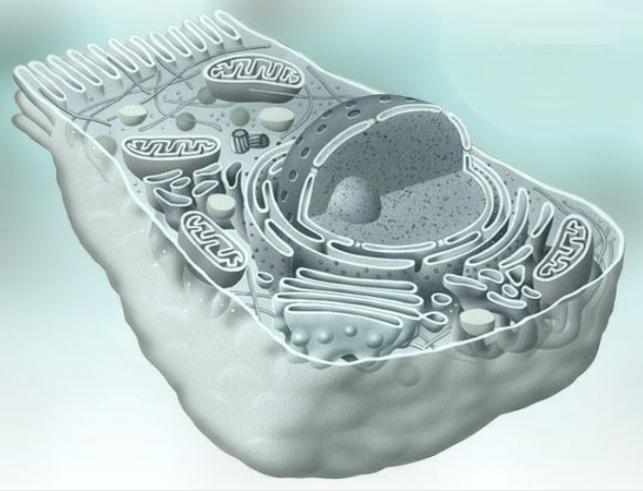
М.А. Волошина СУНЦ НГУ 2008

Из чего состоят клетки?



70-80 % – вода

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



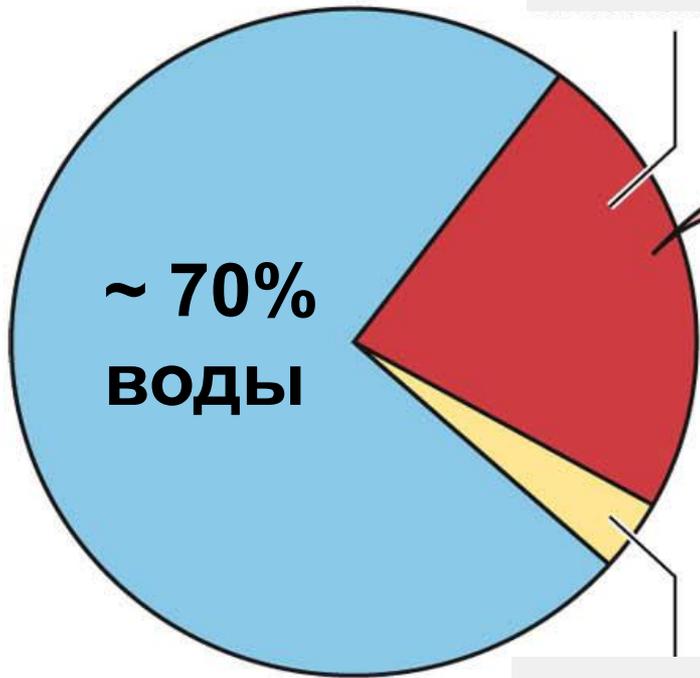
Вещества клетки

Органические Неорганические

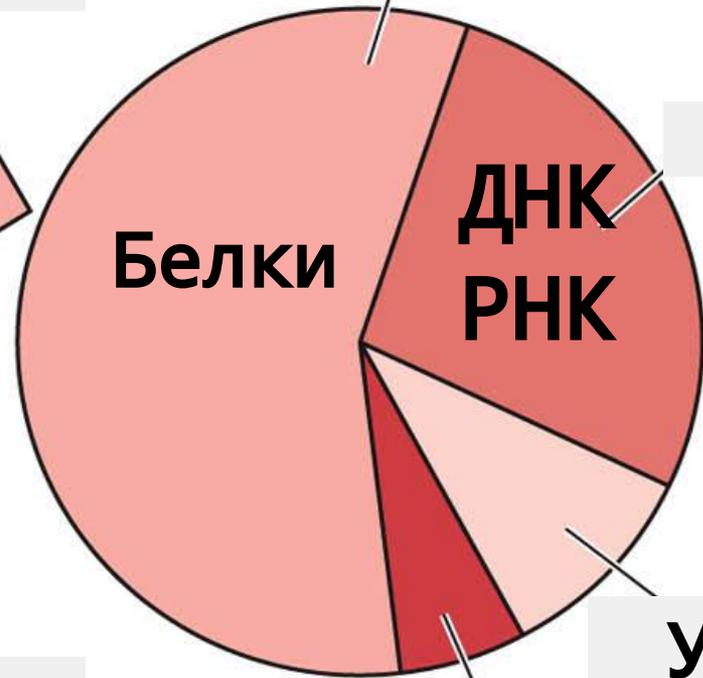
1. Белки
2. Нуклеиновые кислоты
(ДНК и РНК)
3. Углеводы
4. Липиды
5. Витамины, АТФ

Вода,
ионы,
 O_2 ,
 CO_2

**Большие
молекулы**

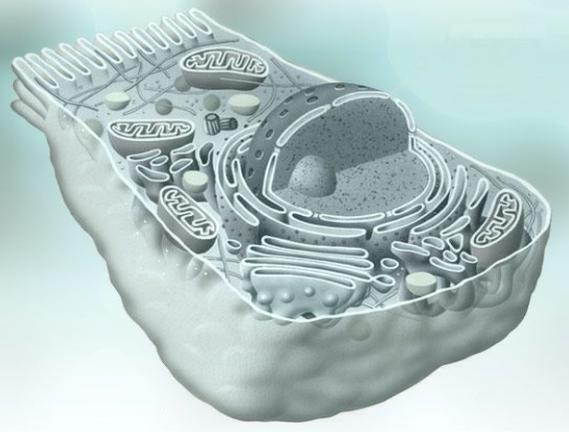


**Малые
молекулы и
ионы**



Липиды

**Угле-
воды**



Вещества клетки

Макромолекулы (полимеры)

Белки |

Нуклеиновые кислоты

**Состоят из тысяч
и десятков тысяч
атомов**

Простые молекулы

Вся неорганика

«Кирпичики»

макромолекул

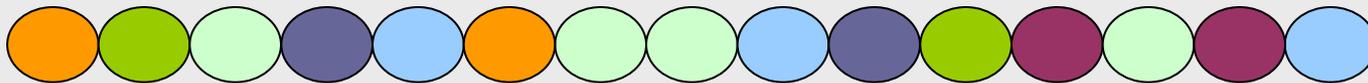
Витамины, АТФ

Углеводы

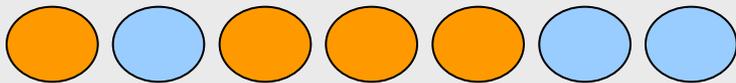
Липиды

Полимеры

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



**Нерегулярные
(информационные)**

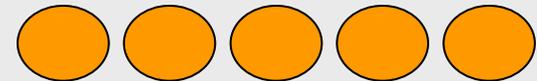


Белки

НК

Олигосахариды в
составе белков

Регулярные

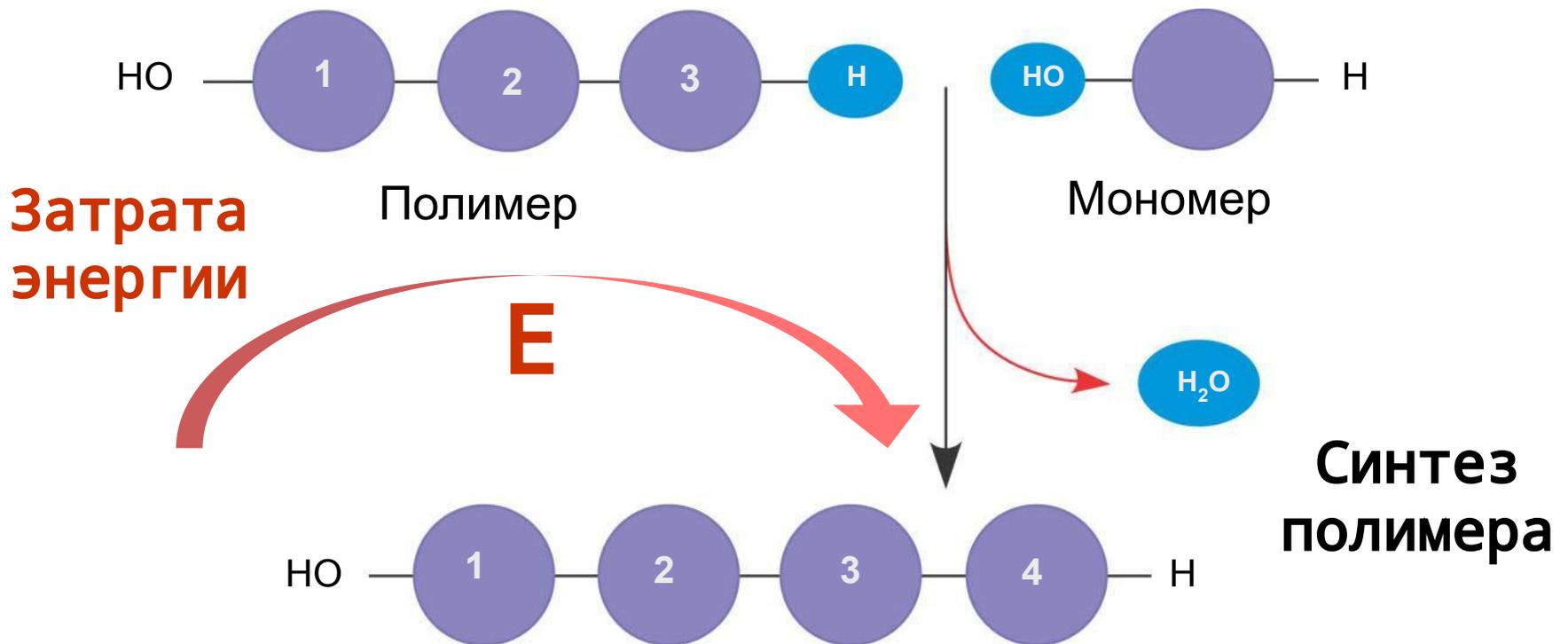


А А А А А А гомо-
А Б А Б А Б гетеро-

**Углеводы
(полисахариды)**

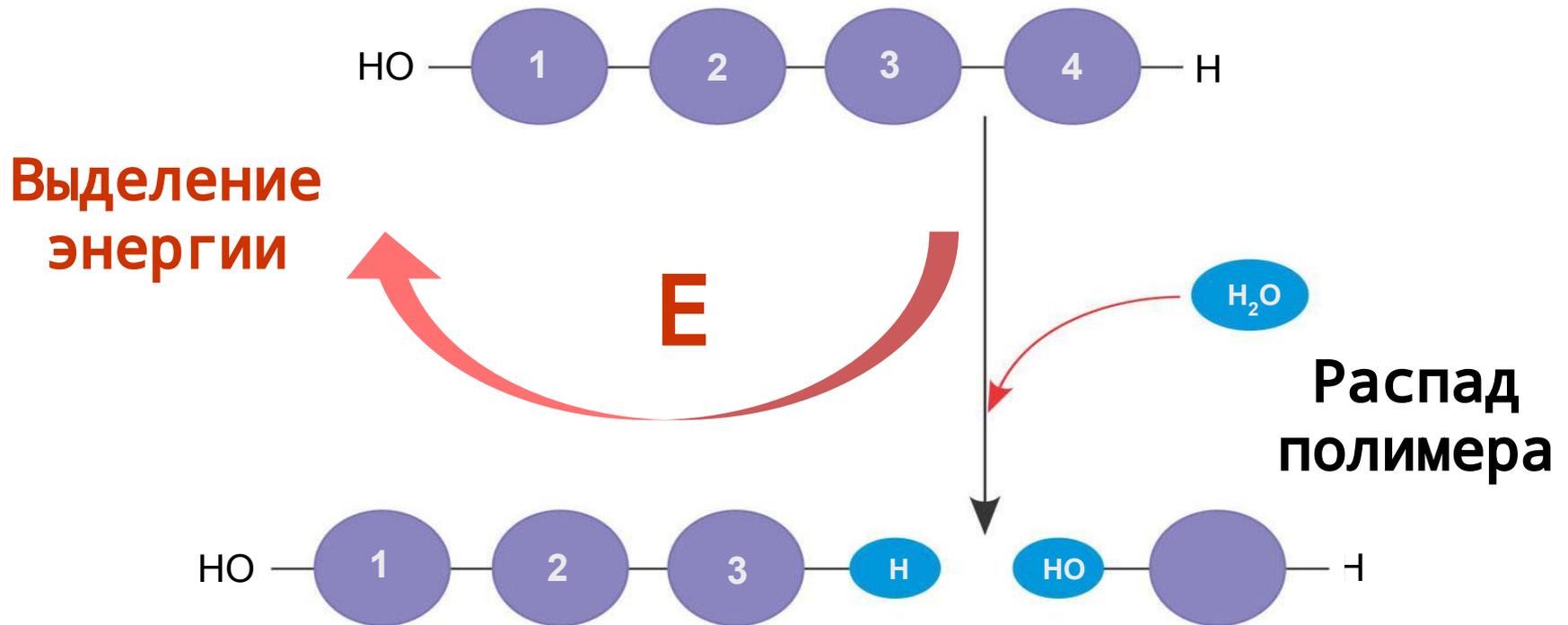
Синтез полимеров

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



Расщепление полимеров

- Реакция **гидролиза** – присоединение молекулы воды



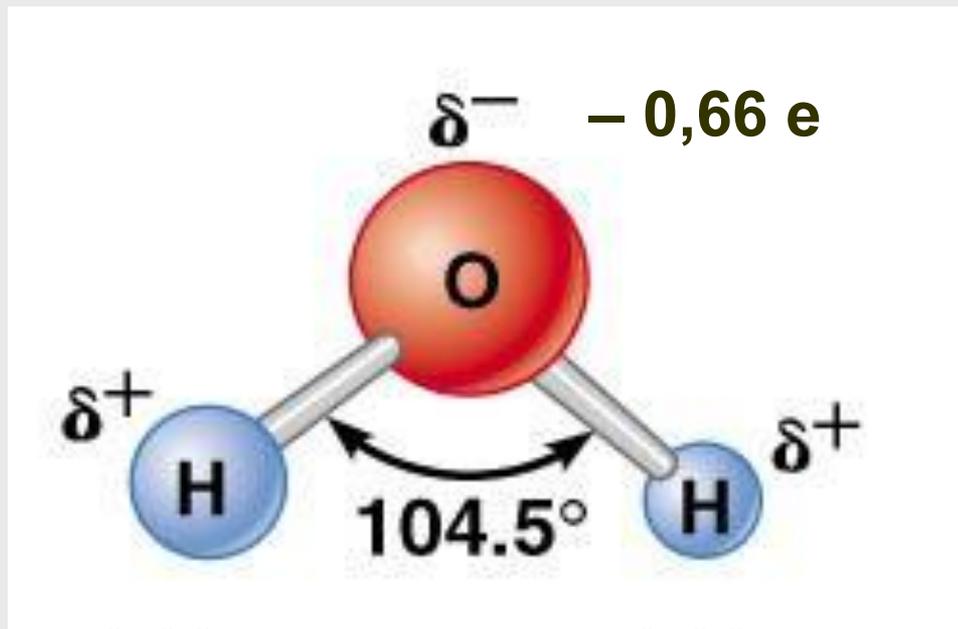
Свойства воды

Процент воды в тканях

Мозг.....	70- 85
Мышцы.....	75
Кожа.....	70
Соединительная....	60
Кости.....	25
Жировая.....	20

Уникальные свойства воды

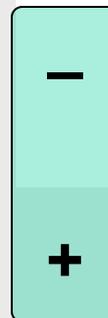
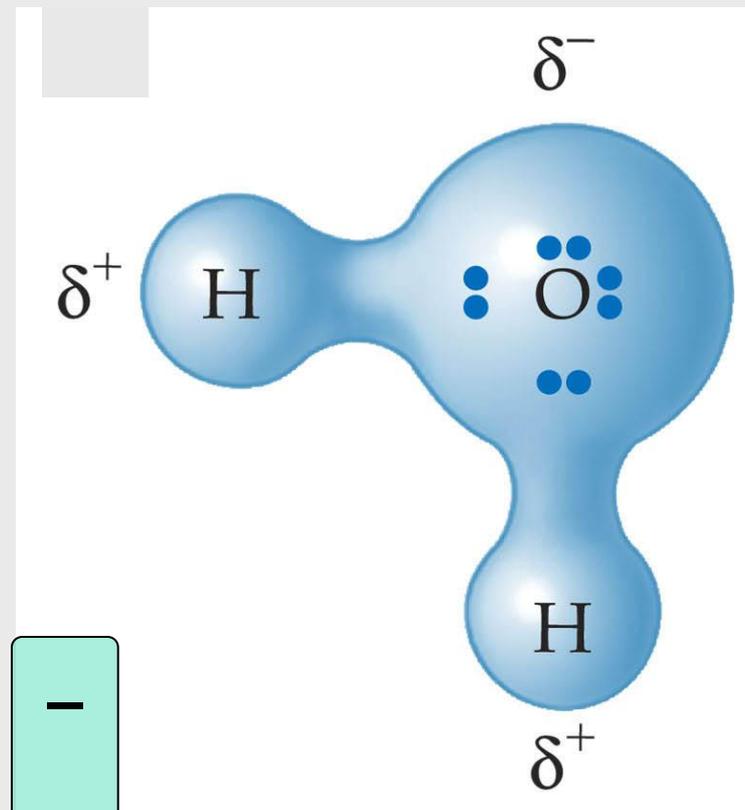
Молекулы **полярны** – являются диполями



+ 0,33 e

+ 0,33 e

Диполь



Водородные связи

- **электрическое притяжение**

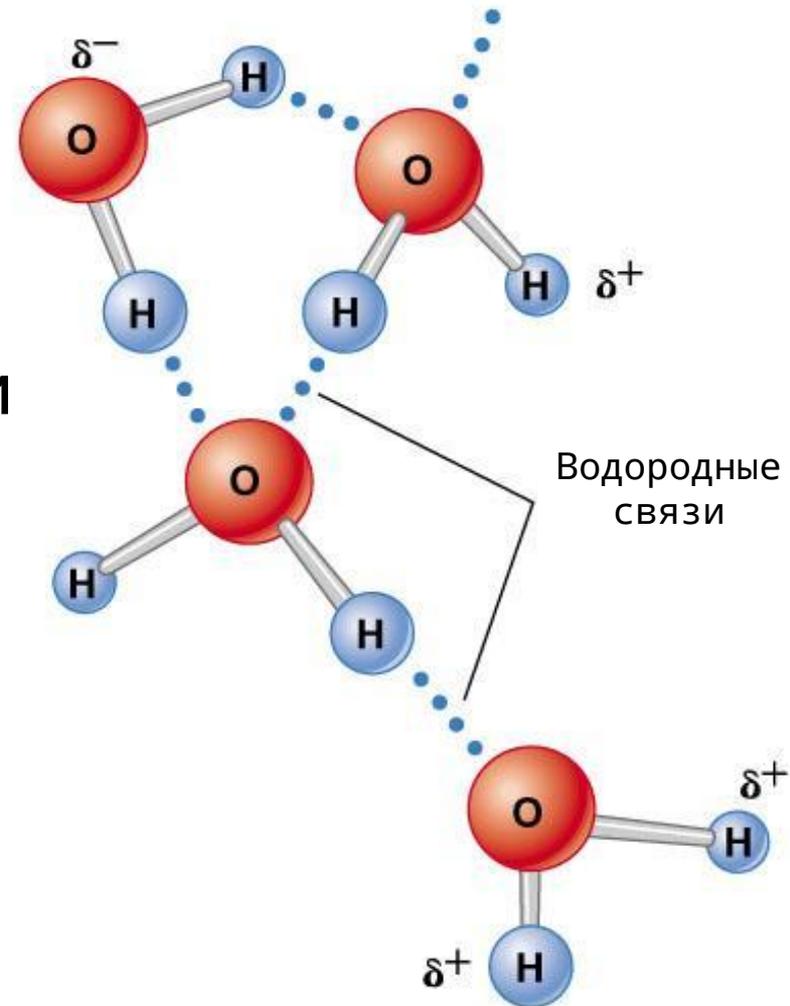
между атомами, несущими **частичный отрицательный** и **частичный_положительный** заряд.

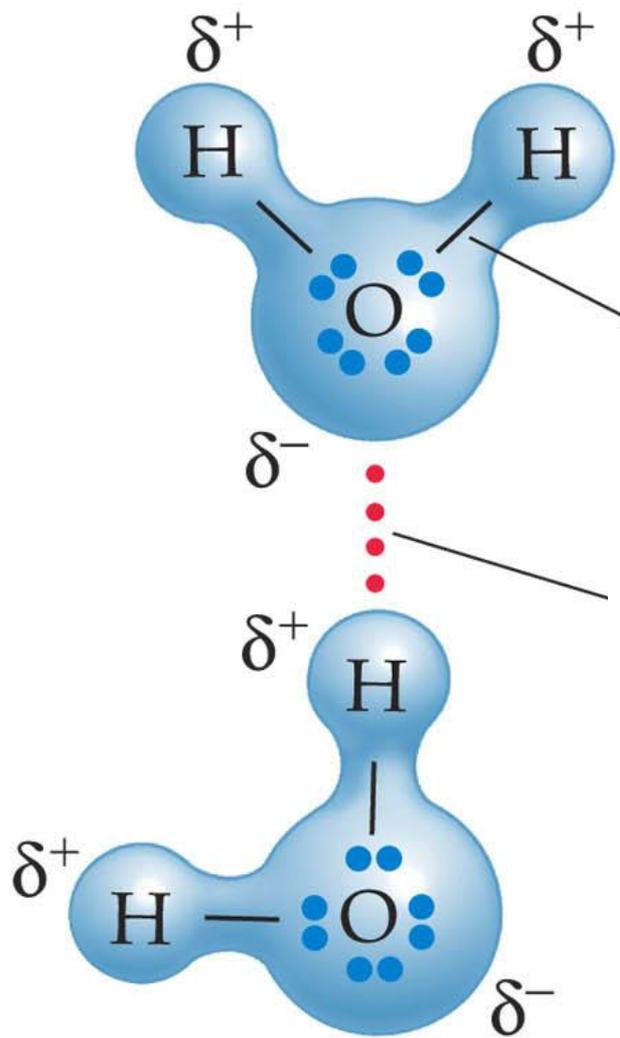
- **очень слабые** СВЯЗИ

- ~ 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)

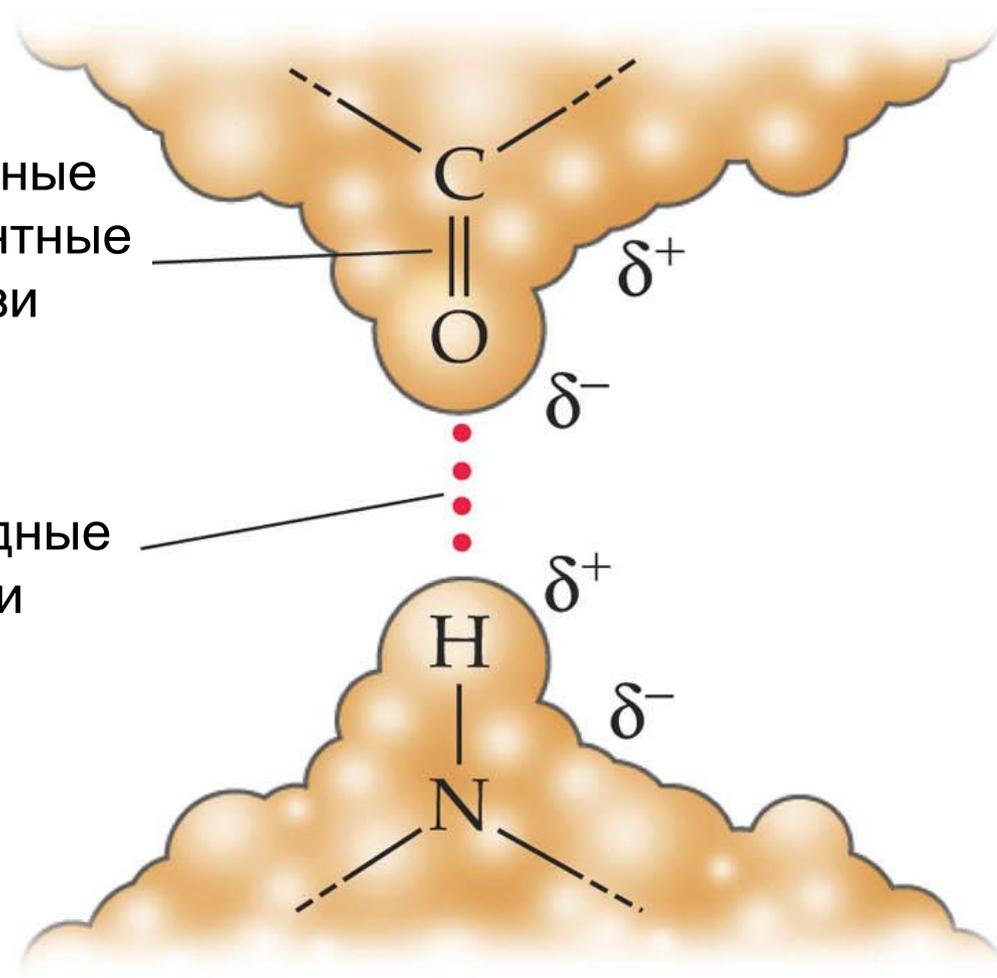




Полярные
ковалентные
связи

Водородные
связи

Две молекулы воды



Части одной макромолекулы (белка)

водородные связи = силы Ван-дер-Ваальса

Полярные группы в органич. молекулах

– **ОН** гидроксильная группа

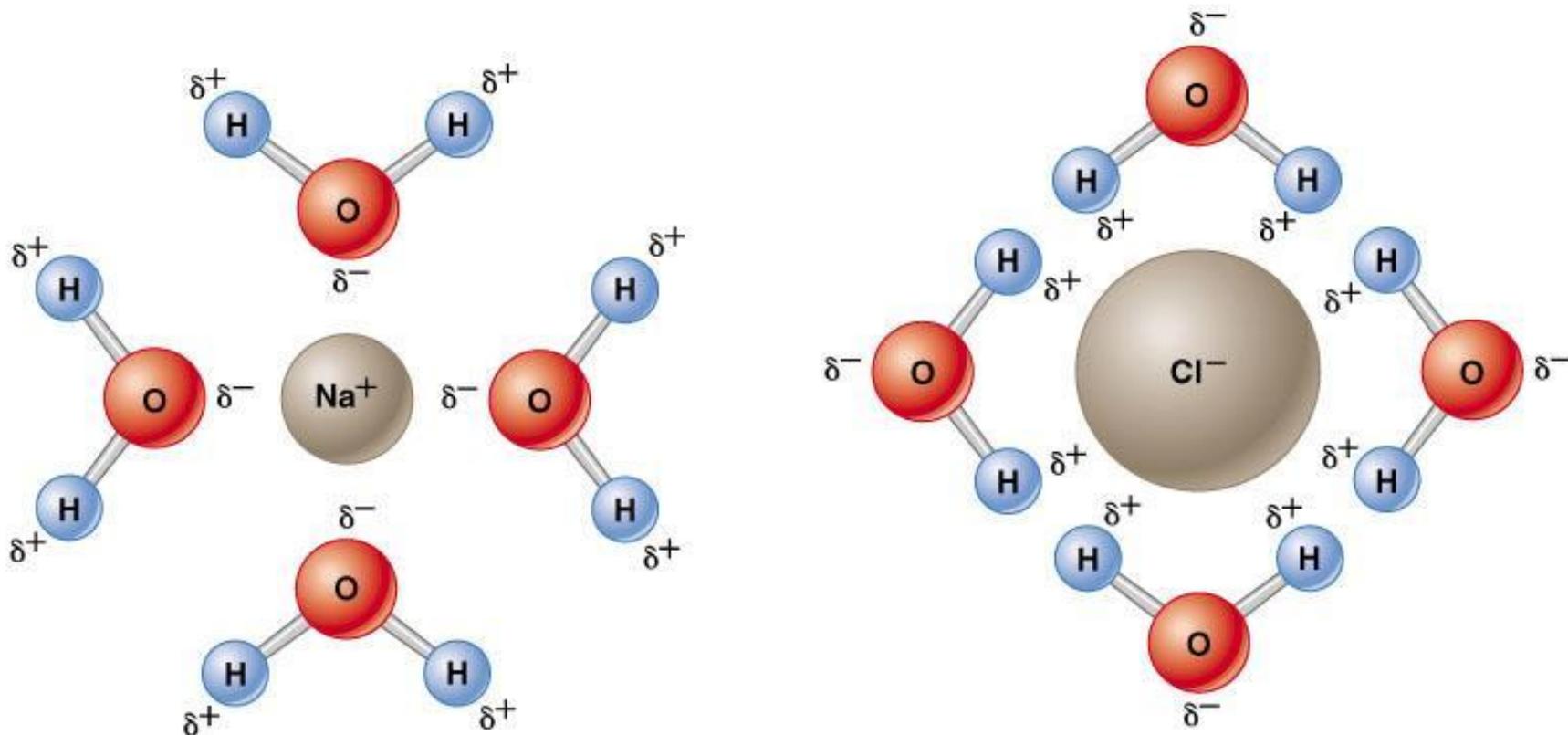
– **C=O** кетогруппа

– **C=O**
ОН **Водородные связи**
друг с другом и водой

– **NH₂** аминогруппа

– **H₂PO₃** фосфат

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



Гидрофильные вещества

образуют водородные связи с водой → **растворимы**

↳ содержат **ионы** или ковалентные **полярные связи**

Гидрофобные вещества

не образуют водородных связей



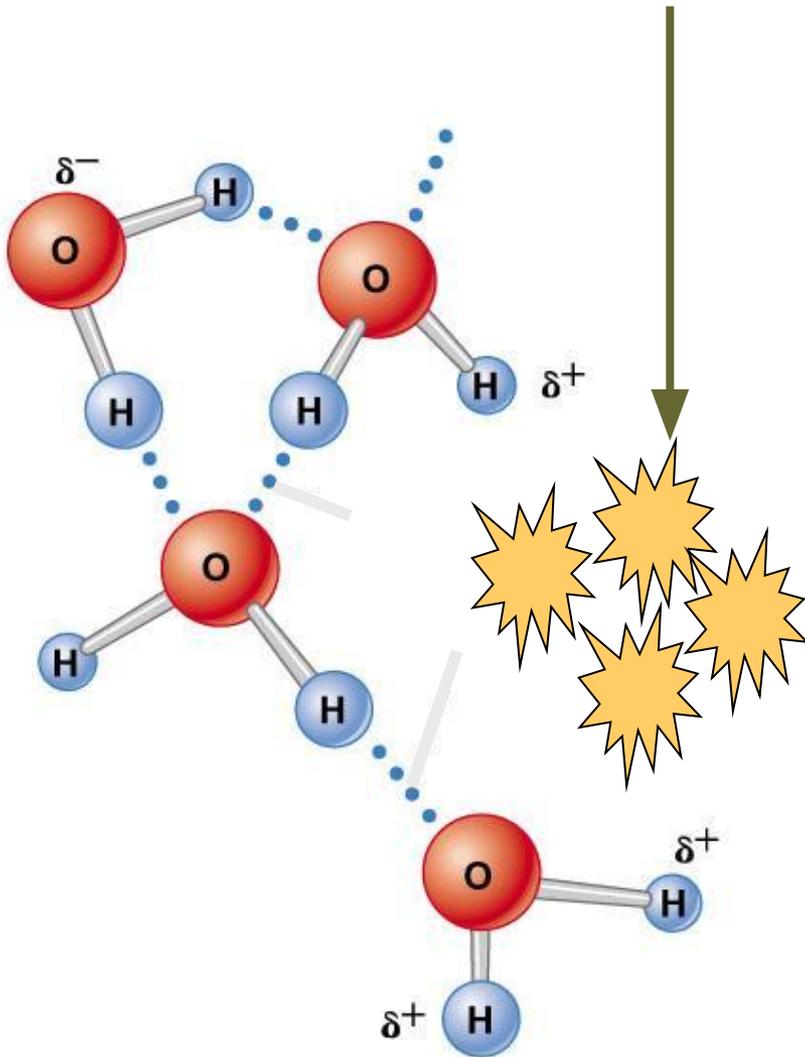
нерастворимы в воде

Ковалентные связи

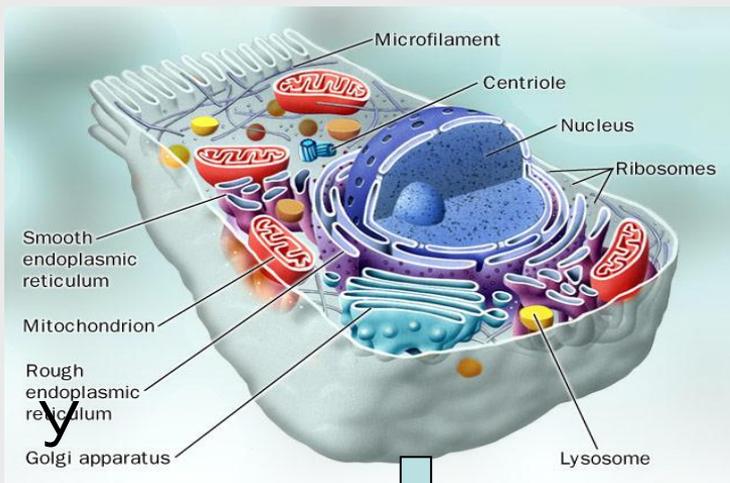
неполярны

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**

Микроэлементы

< 0,1 %

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

Макроэлементы

< 0,0001 %

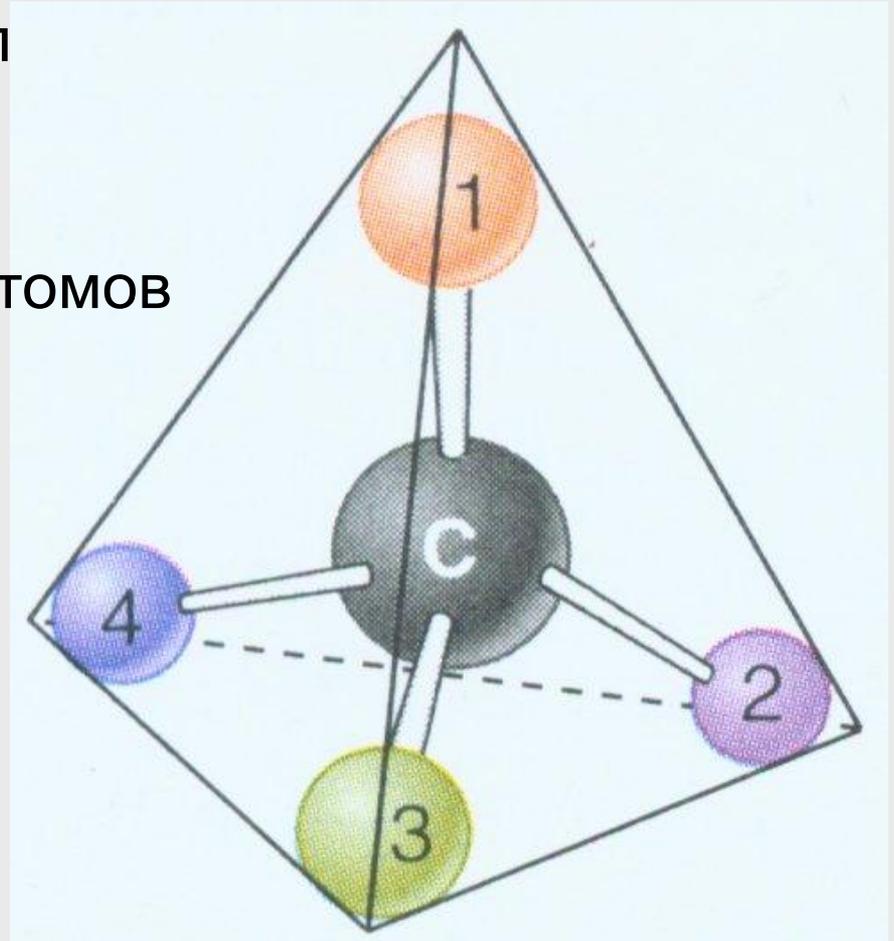
**B, Br, Se,
Ag, Au, V ...**

у
л
ь
т
р
а
М
И
к
р
о

Жизнь на Земле построена на основе углерода

Углерод способен

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



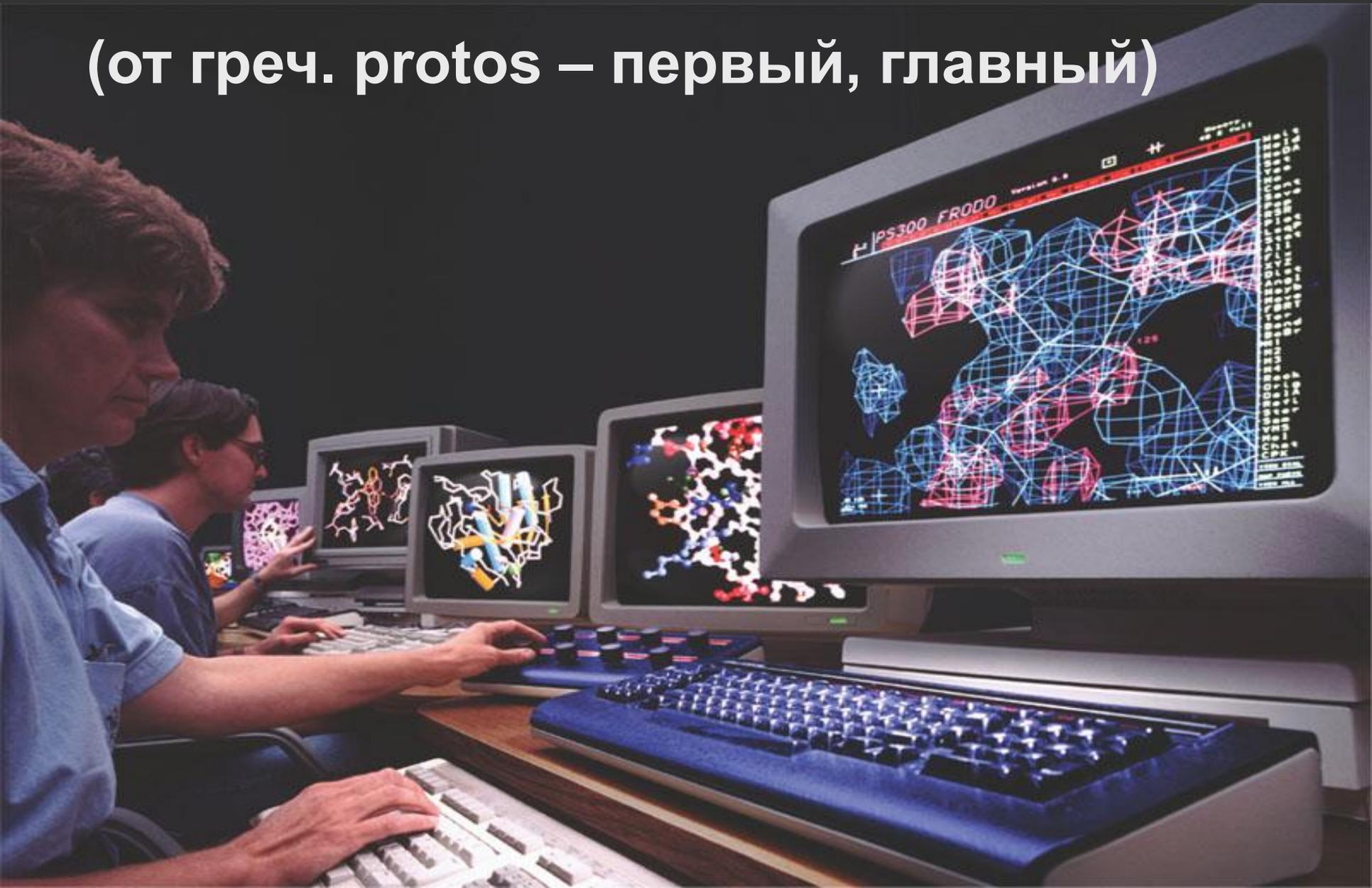
Тема 1.
Биологические молекулы

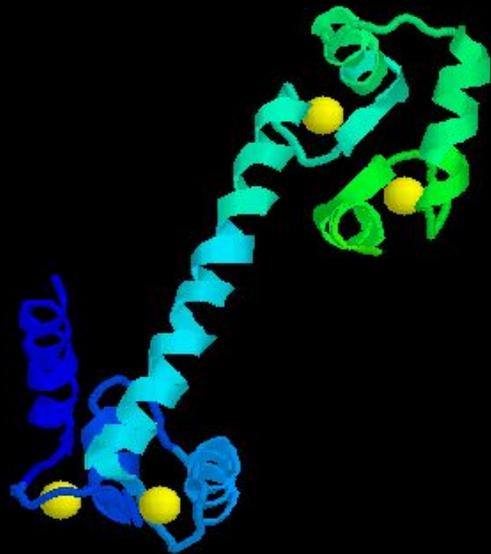
Б Е Л К И

Часть 1. Строение.

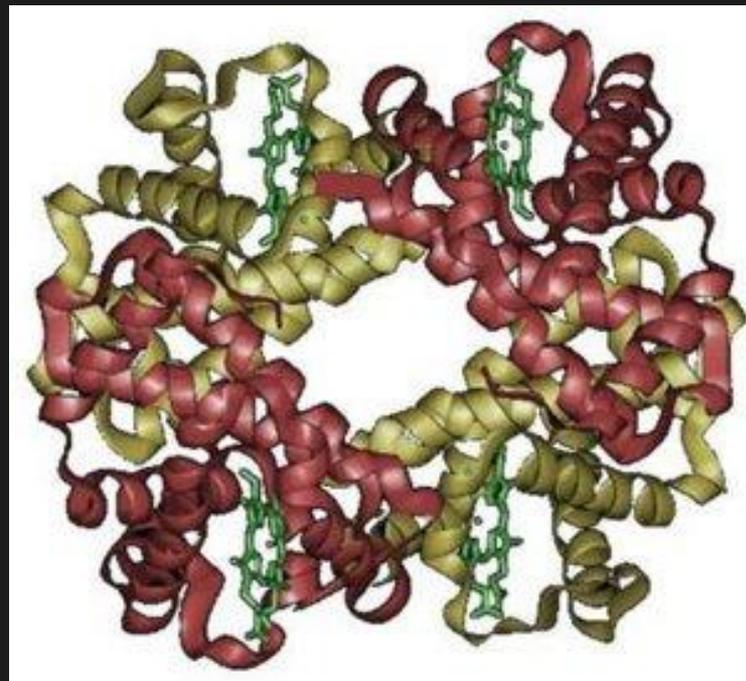
БЕЛКИ = ПРОТЕИНЫ

(от греч. *protos* – первый, главный)

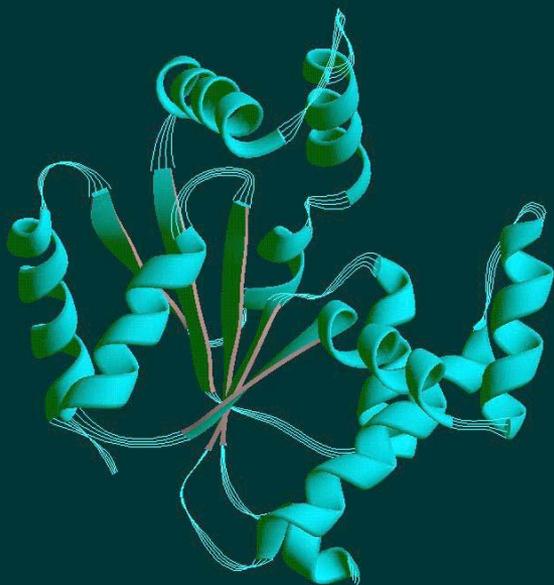




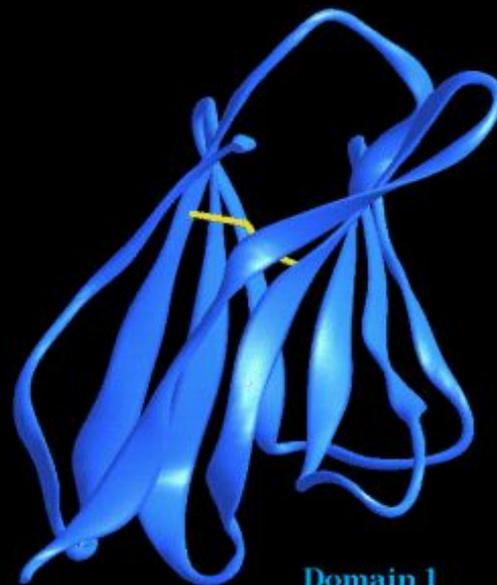
Кальмодулин



Гемоглобин



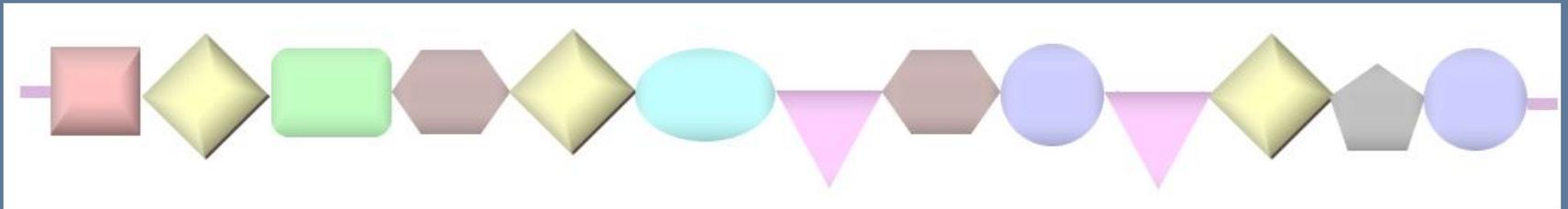
Аденилатциклаза



Гликопротеин
Т-лимфоцитов

Domain 1

**Белки – нерегулярные полимеры,
мономерами которых являются аминокислоты**

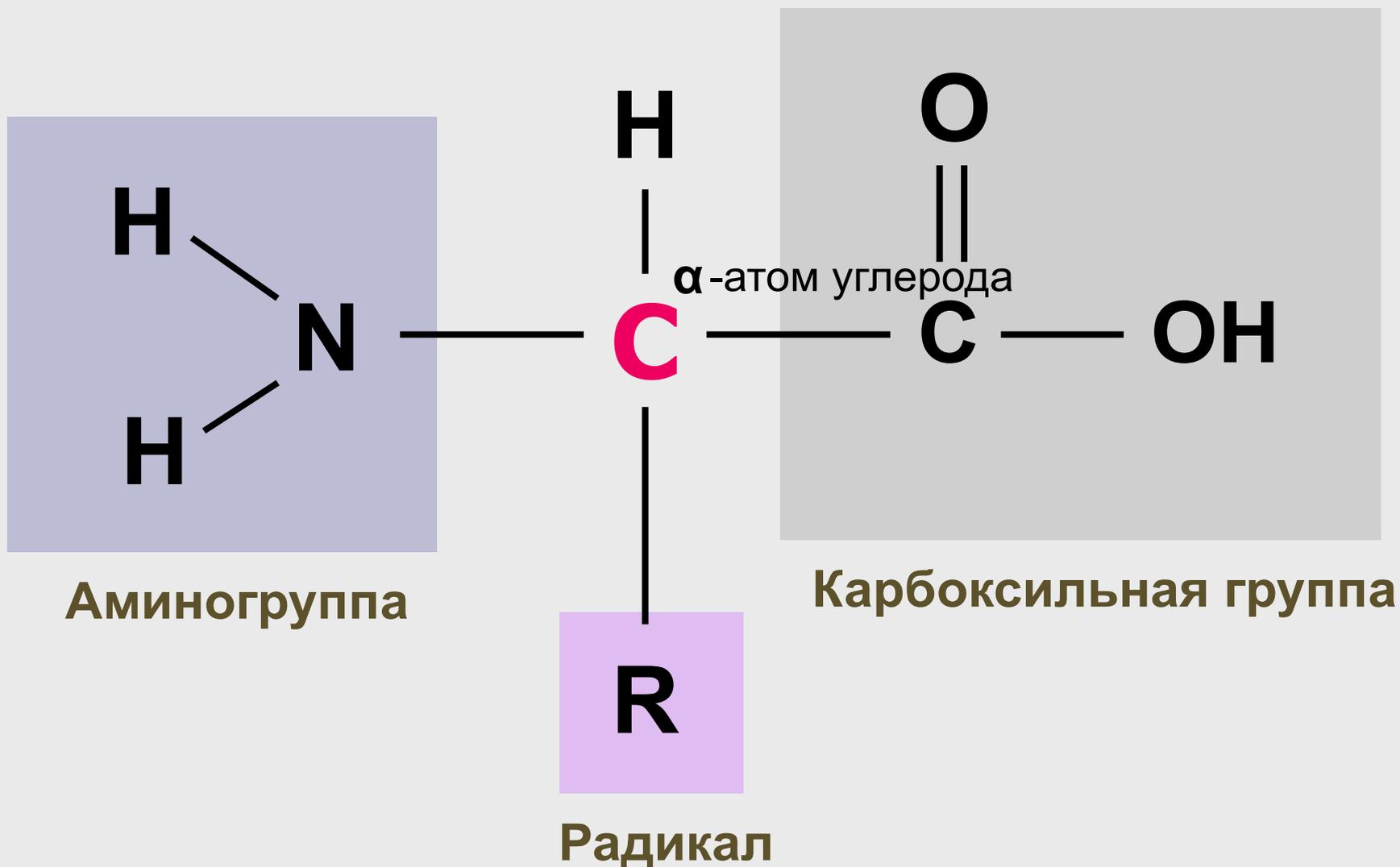


неразветвленные

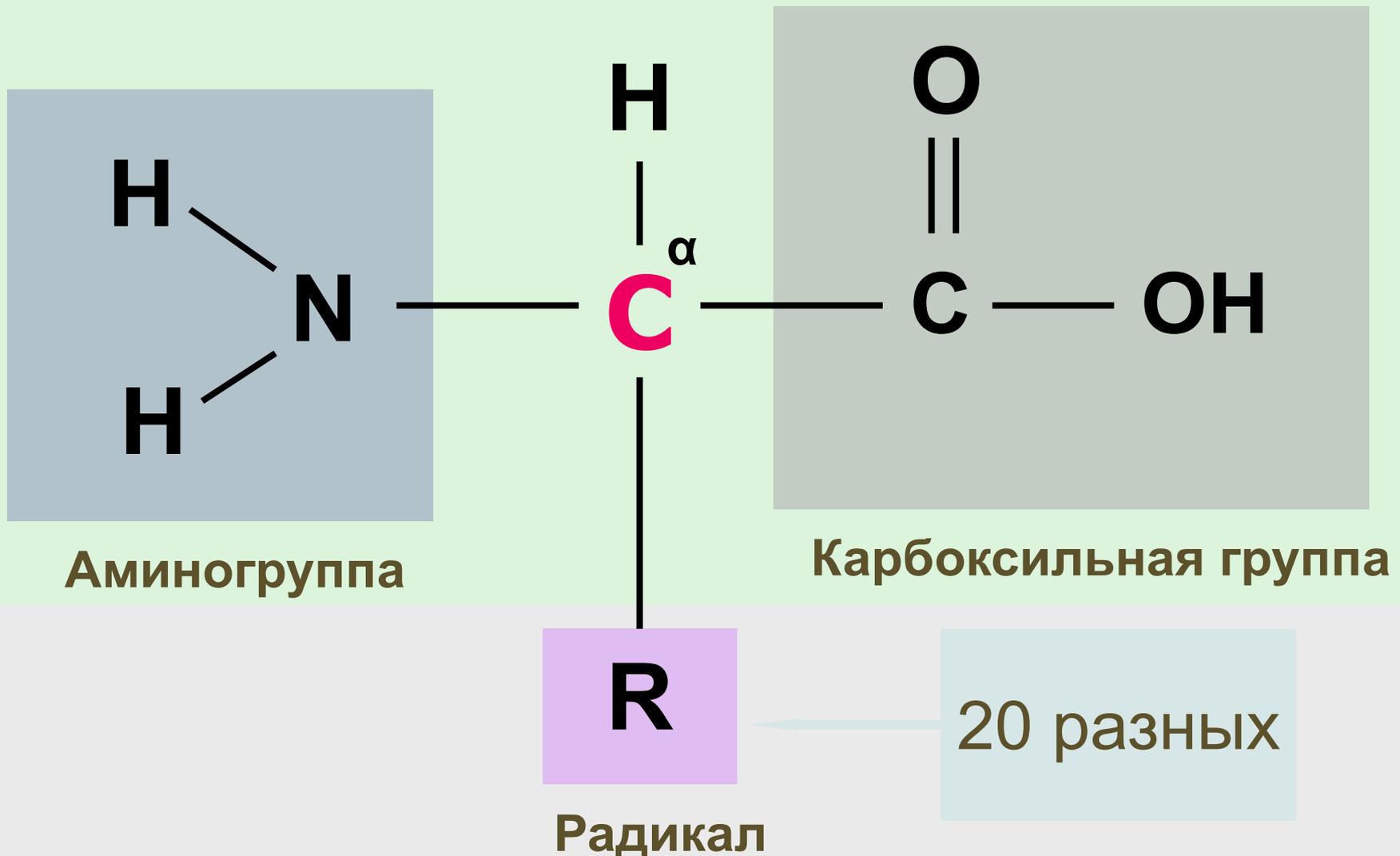


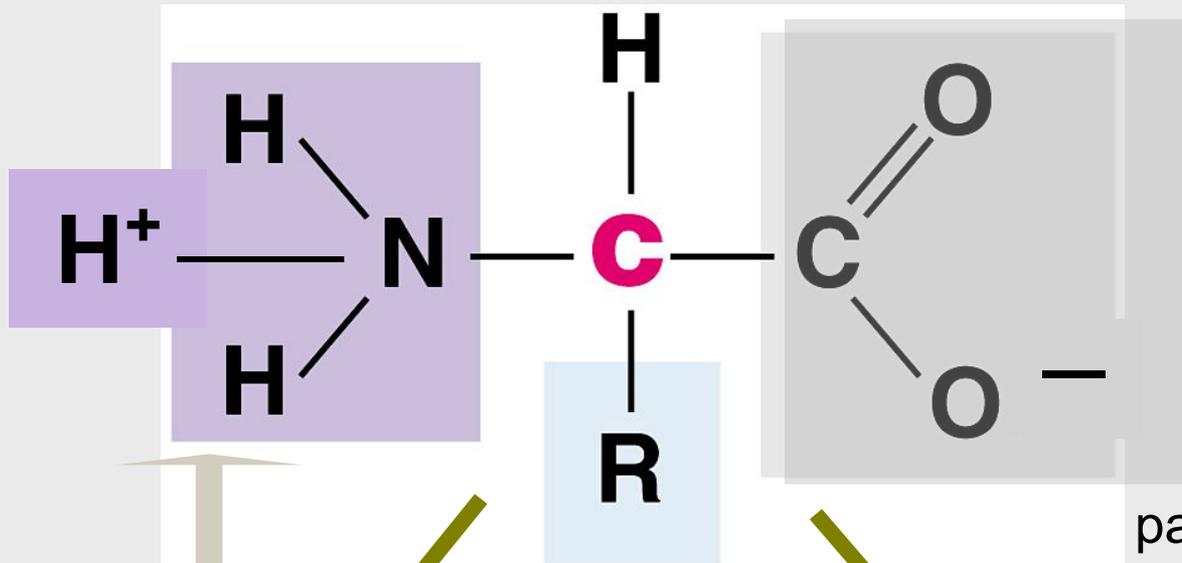
**Мономеры –
20 аминокислот**

Аминокислота



Основа аминокислоты одинакова у всех аминокислот



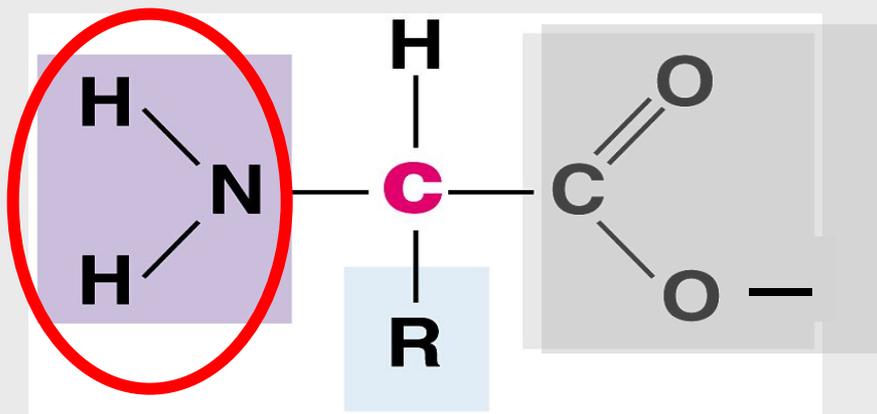


разная у разных а.к.

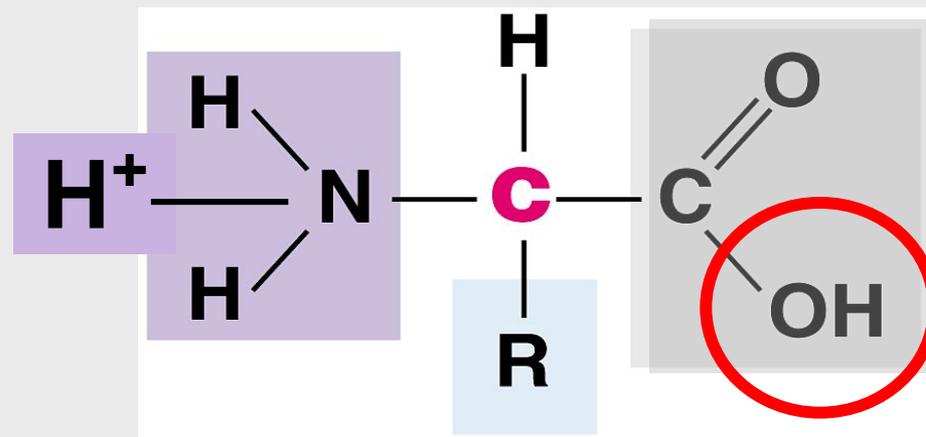
$pH = pI$ изоэлектрическая точка (общий заряд = 0)

$- H^+$

$+ H^+$

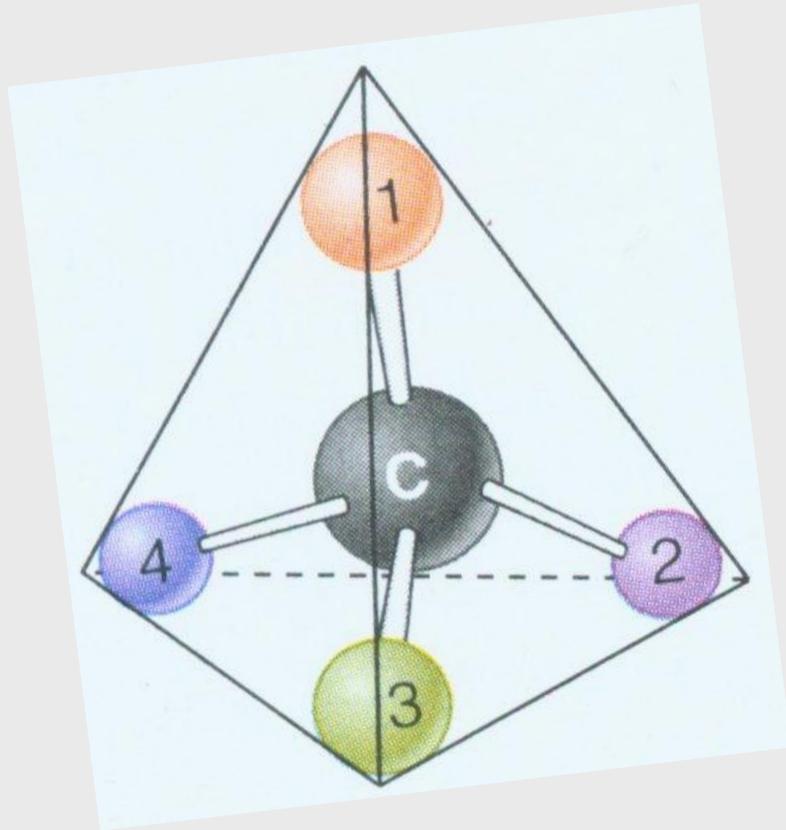


Кислотность среды ниже и.точки



Кислотность среды выше и.точки

Хиральная чистота живого



Стереоизомеры

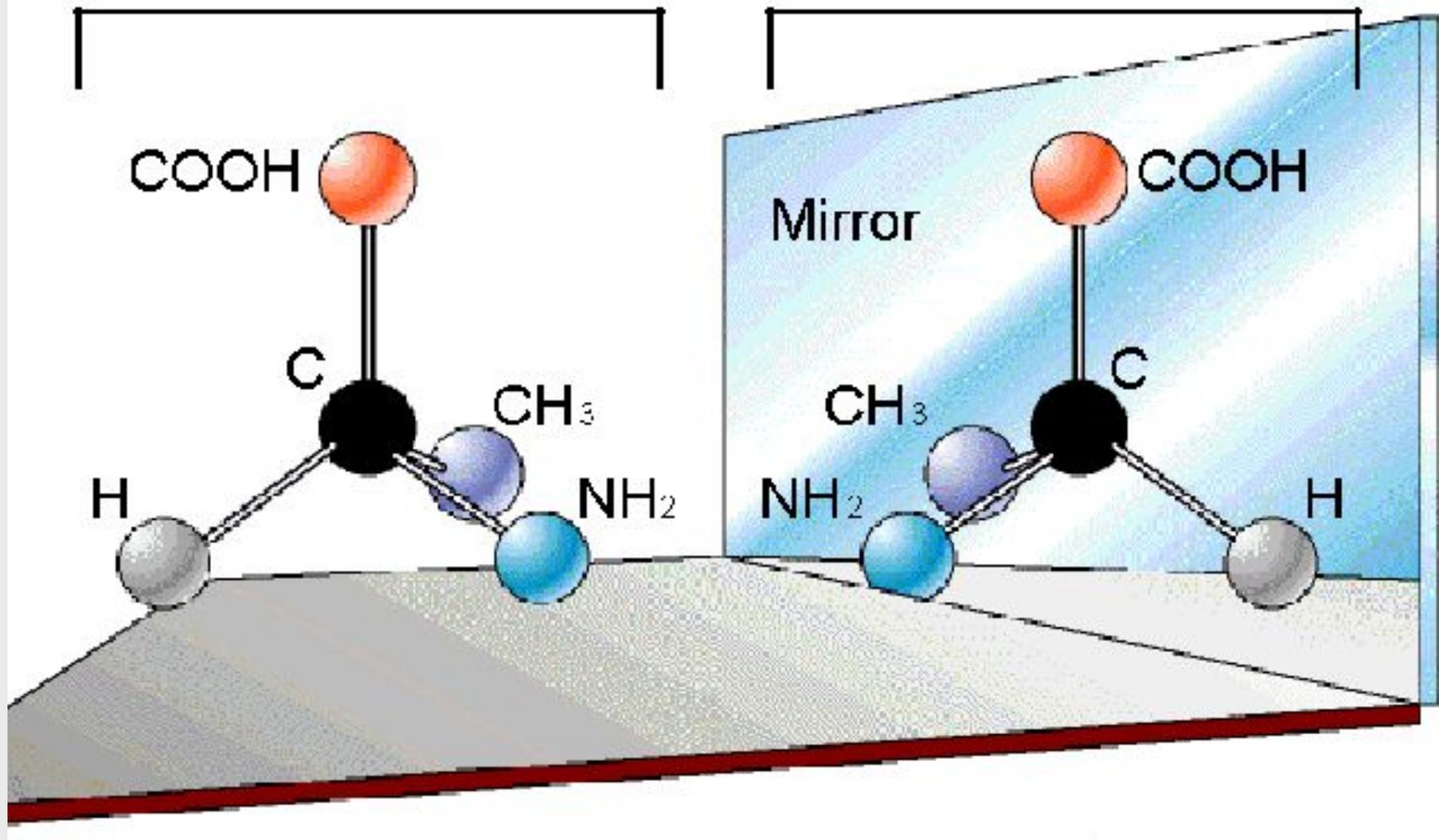
Если группы 1, 2, 3 и 4 - **разные**



Хиральные объекты –
не равны своему
зеркальному отражению

D-Alanine

L-Alanine



D-изомер
(лат. *dexter* — правый)

L-изомер
(лат. *laevus* — левый)

Незаменимые аминокислоты

Организм не может синтезировать сам

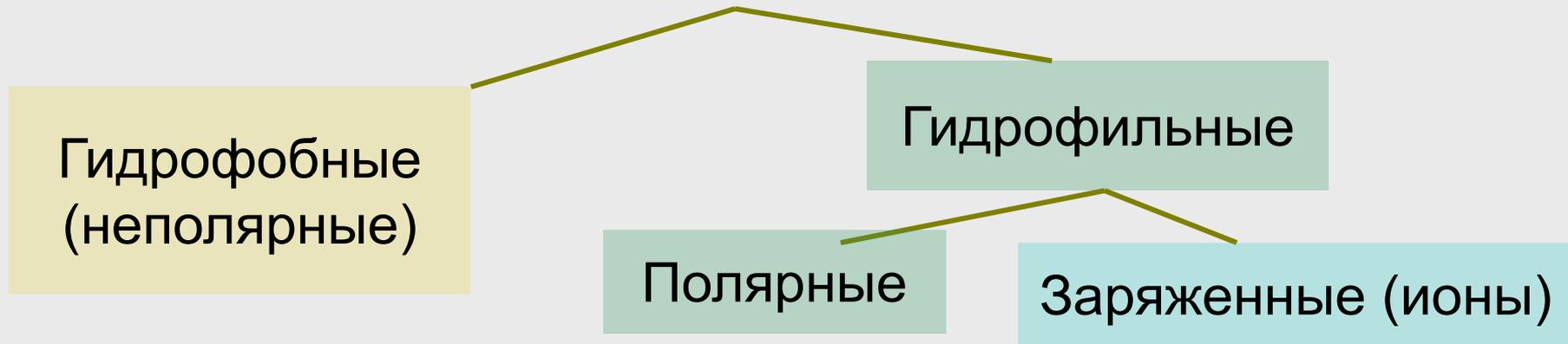
→ должны поступать с пищей.

Для человека это:

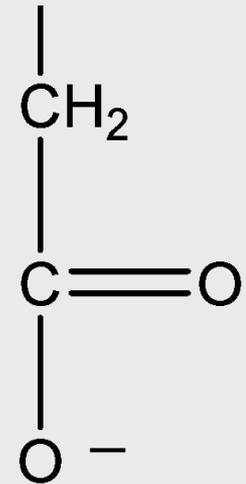
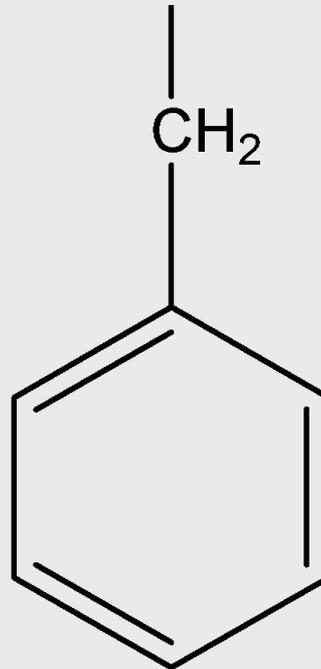
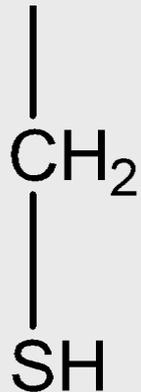
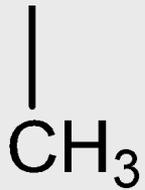
валин, лейцин, изолейцин, треонин,
метионин, фенилаланин, триптофан,
гистидин, лизин, аргинин.

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

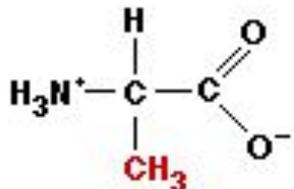
Радикалы аминокислот



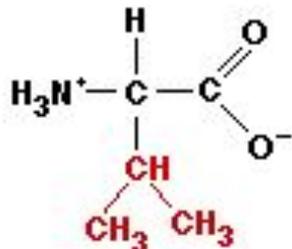
Определите полярность радикалов:



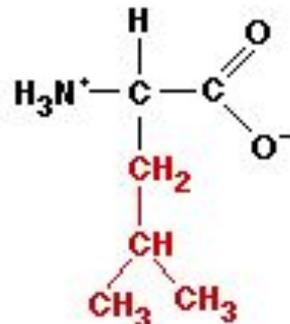
Неполярные гидрофобные – 8



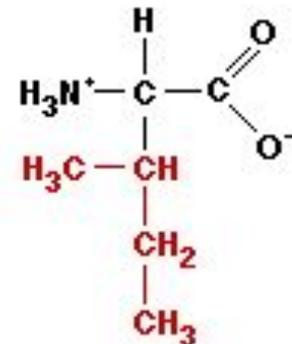
Аланин
Ала



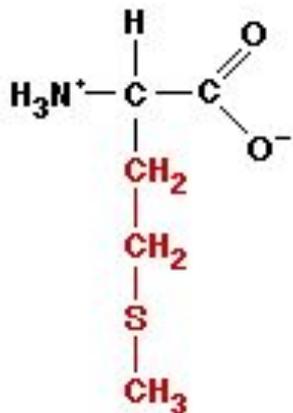
Валин
Вал



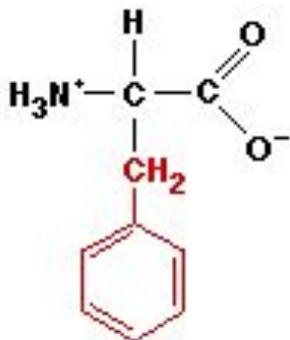
Лейцин
Лей



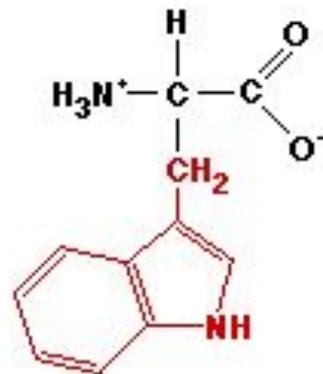
Изолейцин
Иле



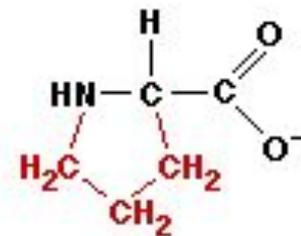
Метионин
Мет



Фенилаланин
Фен

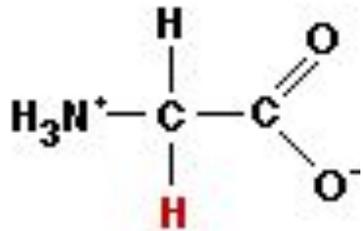


Триптофан
Трп

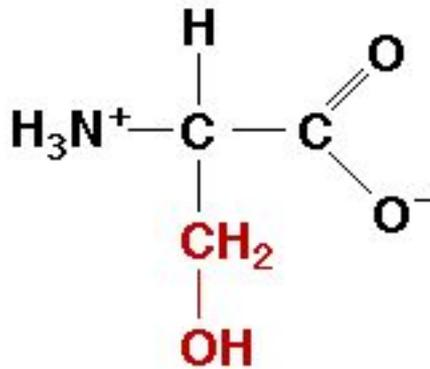


Пролин
Про

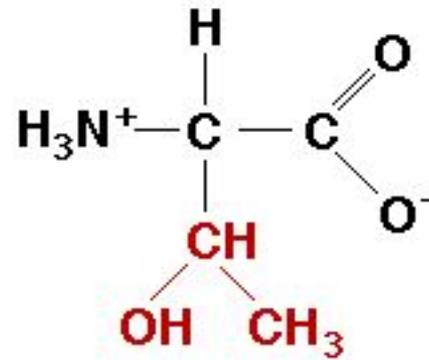
Полярные незаряженные – 7



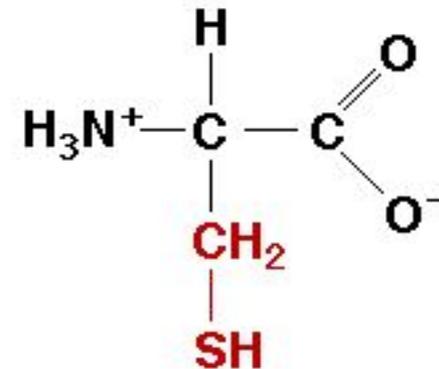
Глицин
Гли



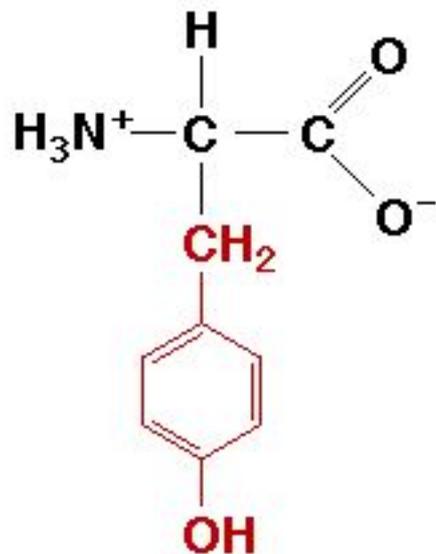
Серин (Сер)



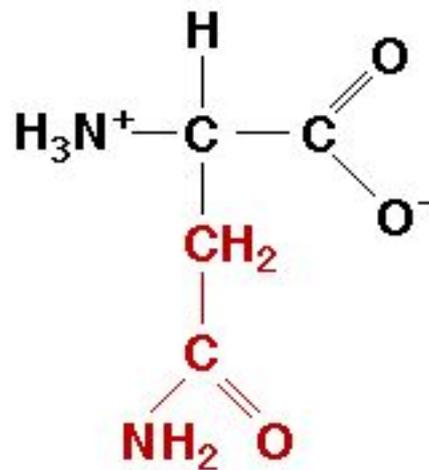
Треонин (Тре)



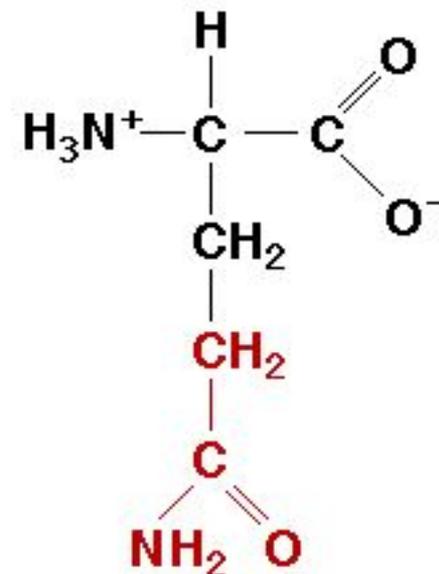
Цистеин (Цис)



Тирозин (Тир)

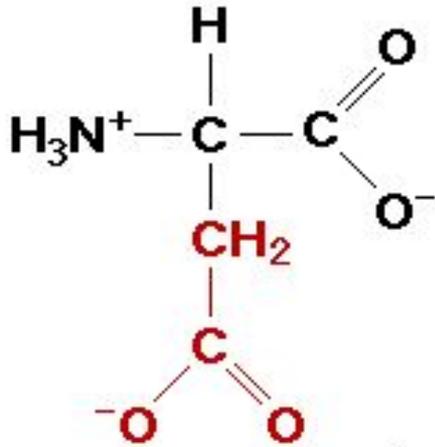


Аспаргин (Асн)

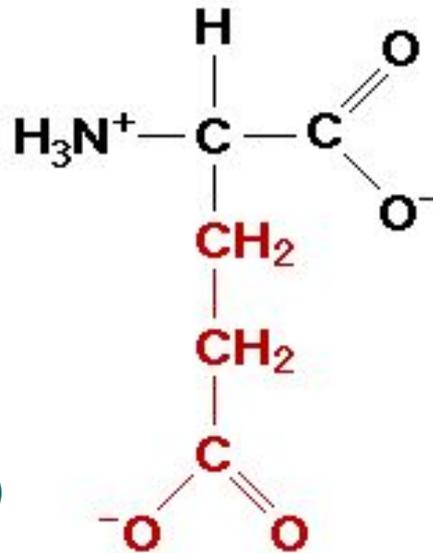


Глутамин (Глн)

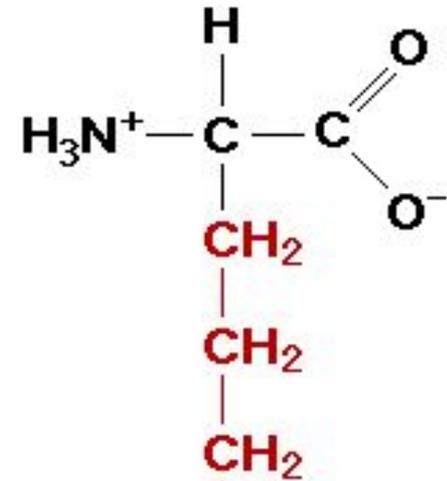
Заряженные – 5



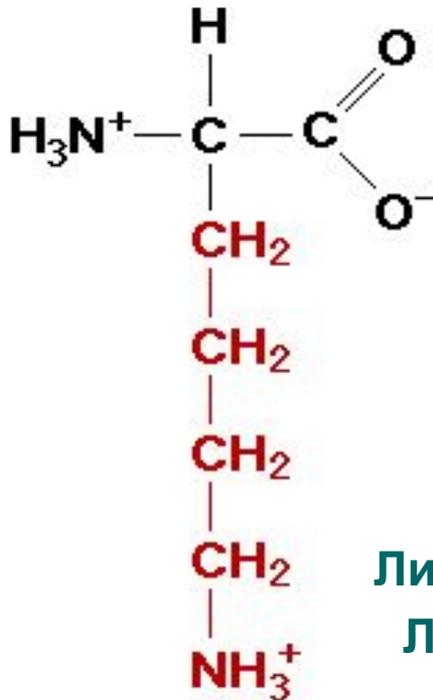
Аспаргиновая к-та (Асп)



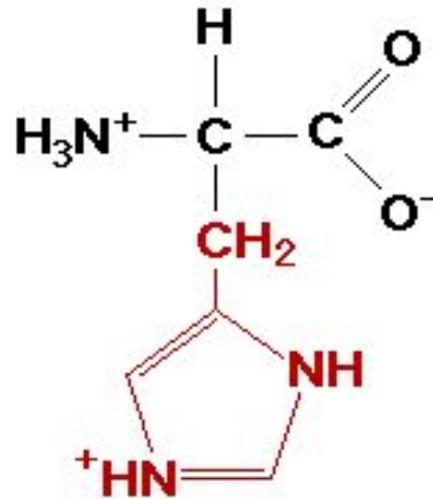
Глутаминовая к-та (Глу)



Аргинин (Арг)

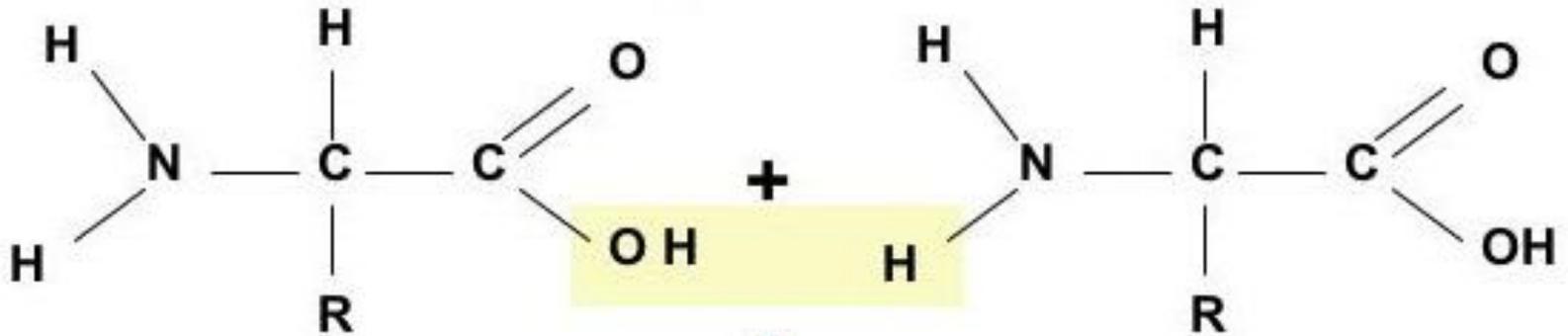


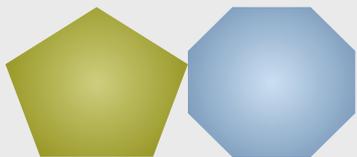
Лизин
Лиз



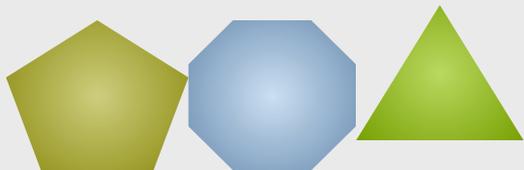
Гистидин
Гис

Образование цепочки

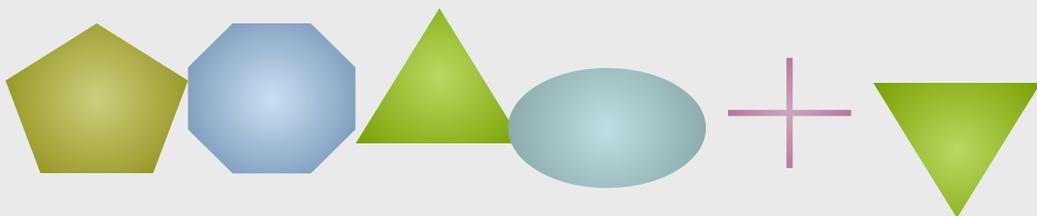




Дипептид



Трипептид



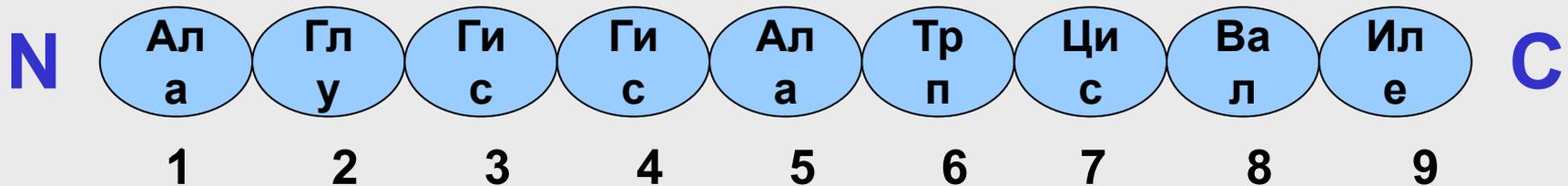
Олигопептид
~ 10



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).

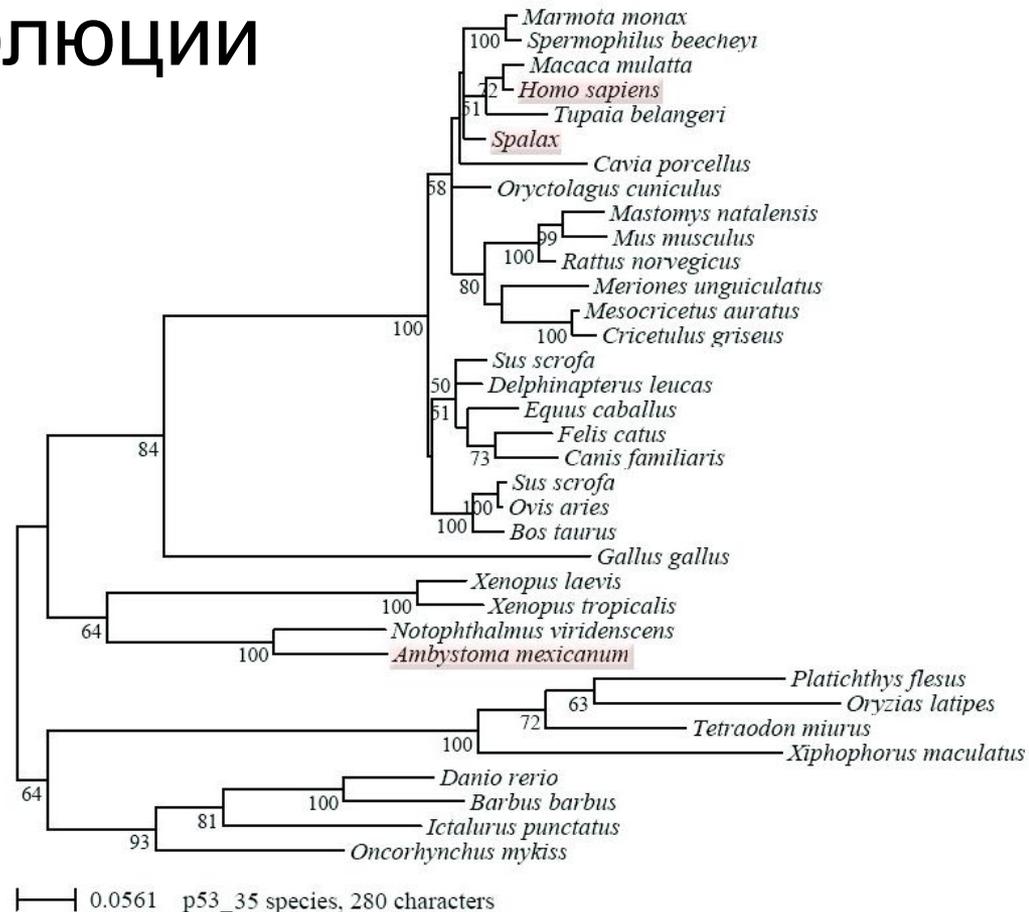


- Белки с одной функцией **у родственных видов** имеют сходную 1 структуру
- Количество отличий отражает время их дивергенции в эволюции

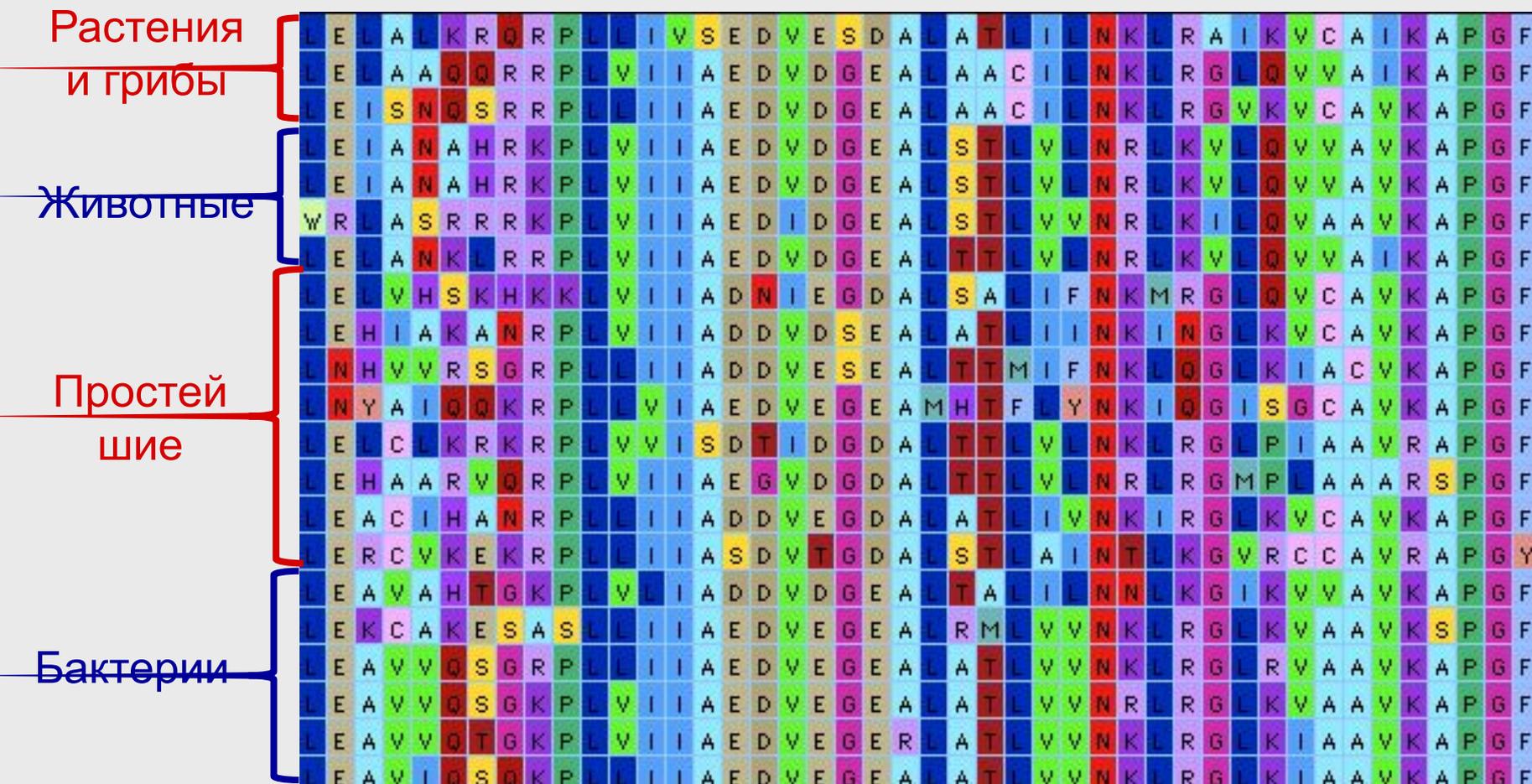


Молекулярная филогения

Эволюция белка p53 у
ПОЗВОНОЧНЫХ



Эволюция шаперонина-60 за ~1.5 млрд.лет



Найдите участки белка, эволюционирующие быстро и медленно

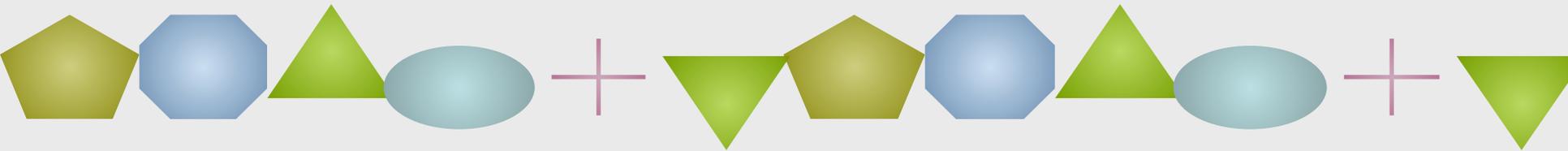
Сколько разных белков длиной в n мономеров можно построить из 20 а.к.?

$$20^n$$

Средний белок: **300** а.к.

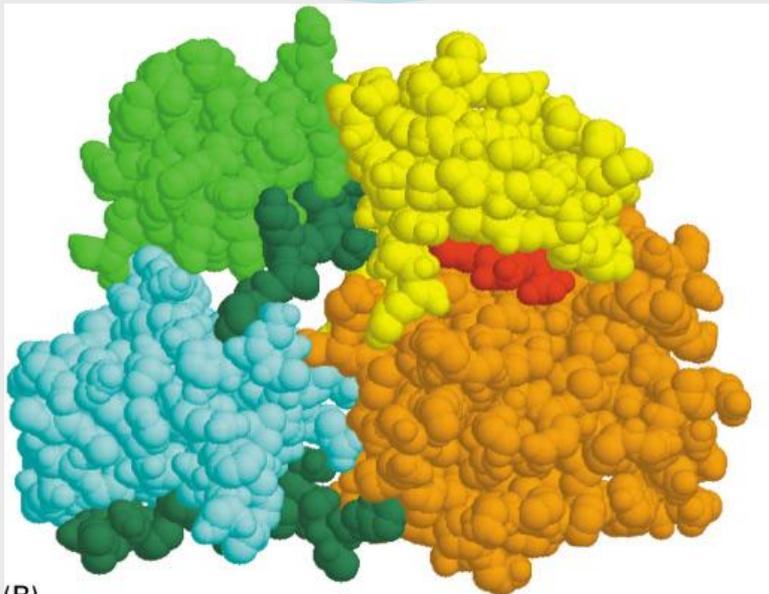
Длина большинства лежит в пределах **100 – 2 000** а.к.

Как из линейной структуры получается глобула?



?

Сворачивание
в несколько этапов:
уровни нашего изучения
структуры белка

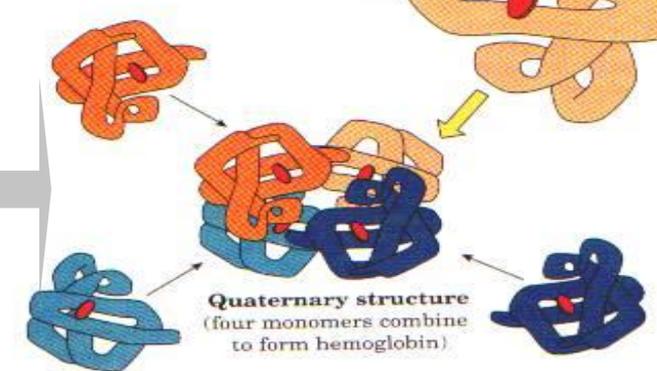
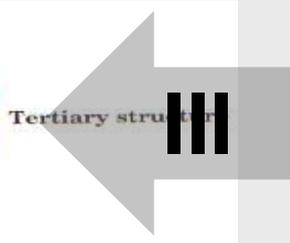
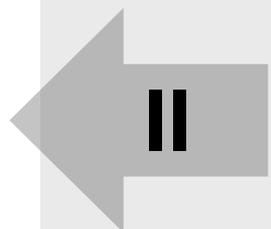
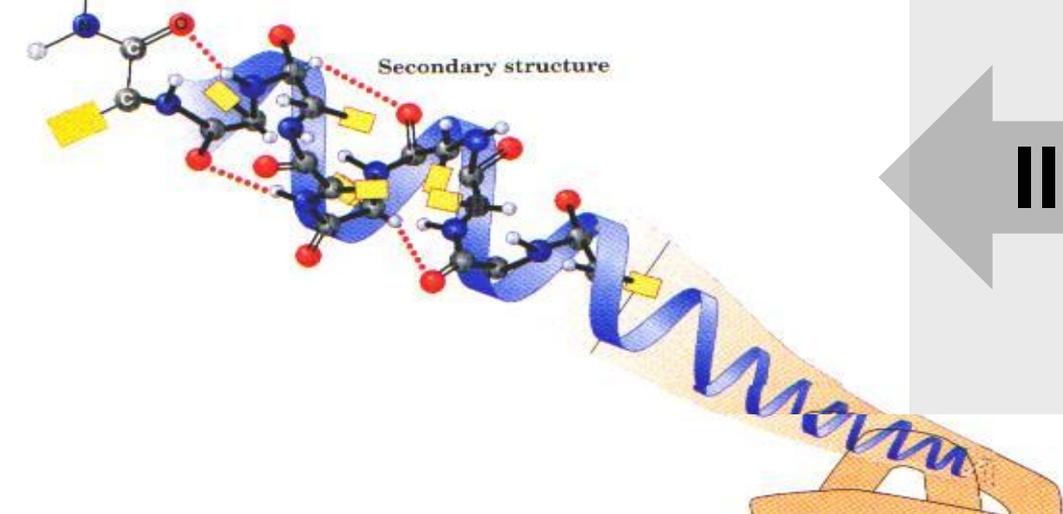
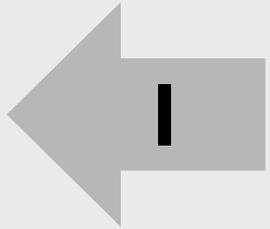
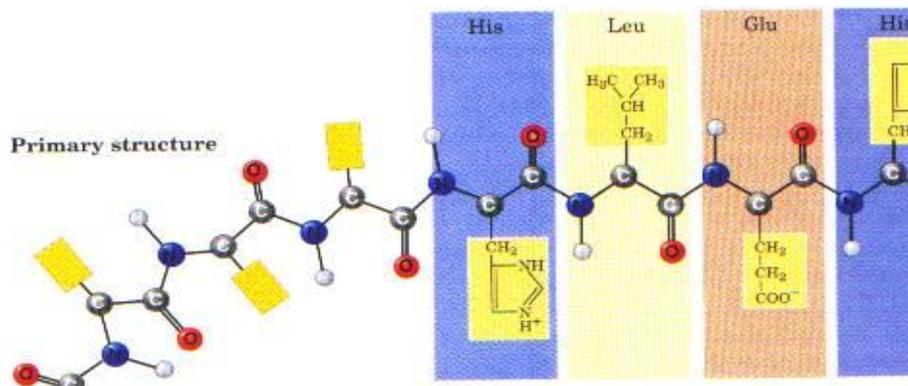


Первичная

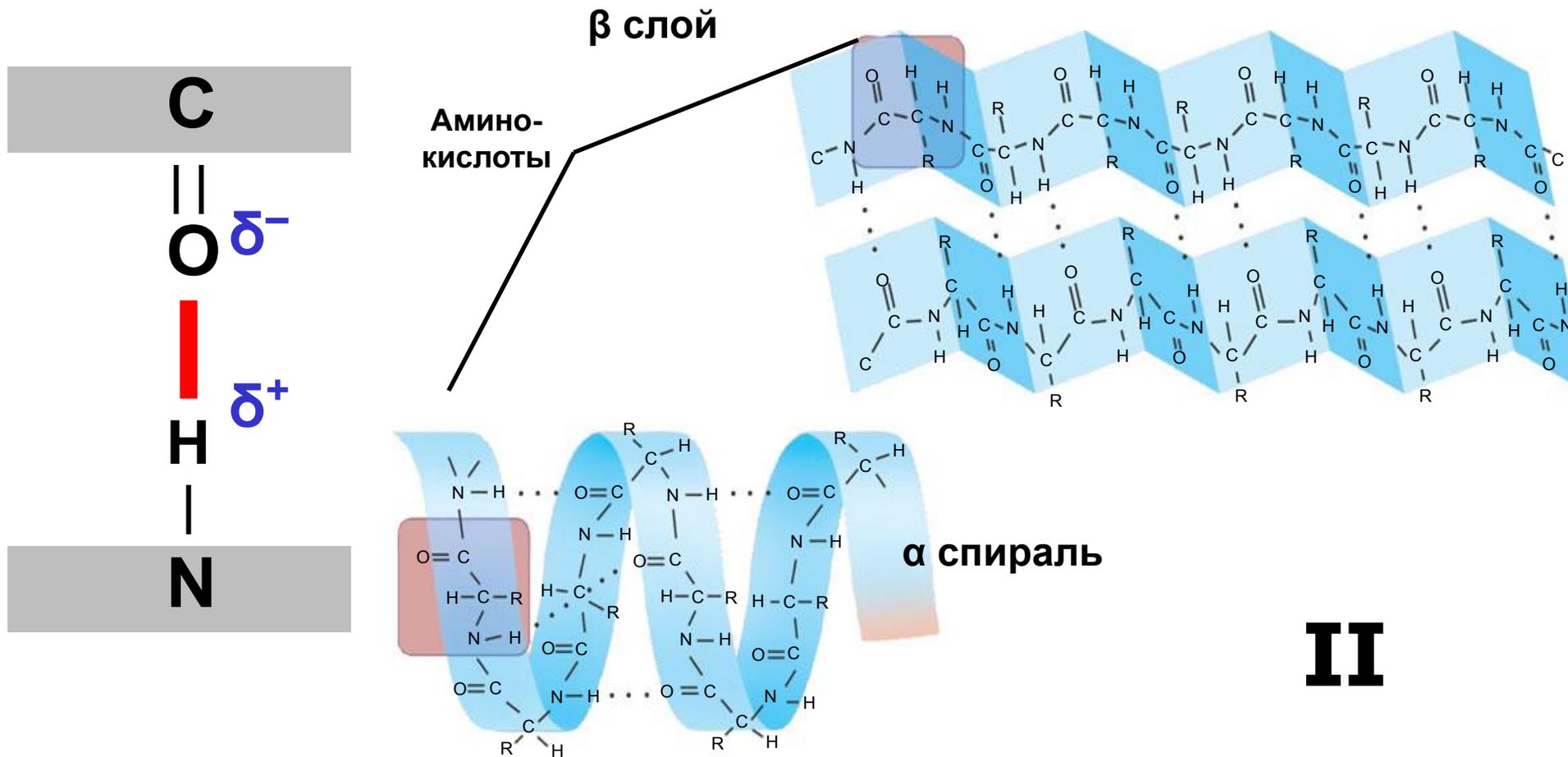
Вторичная

Третичная

Четвертичная



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



II

α спираль

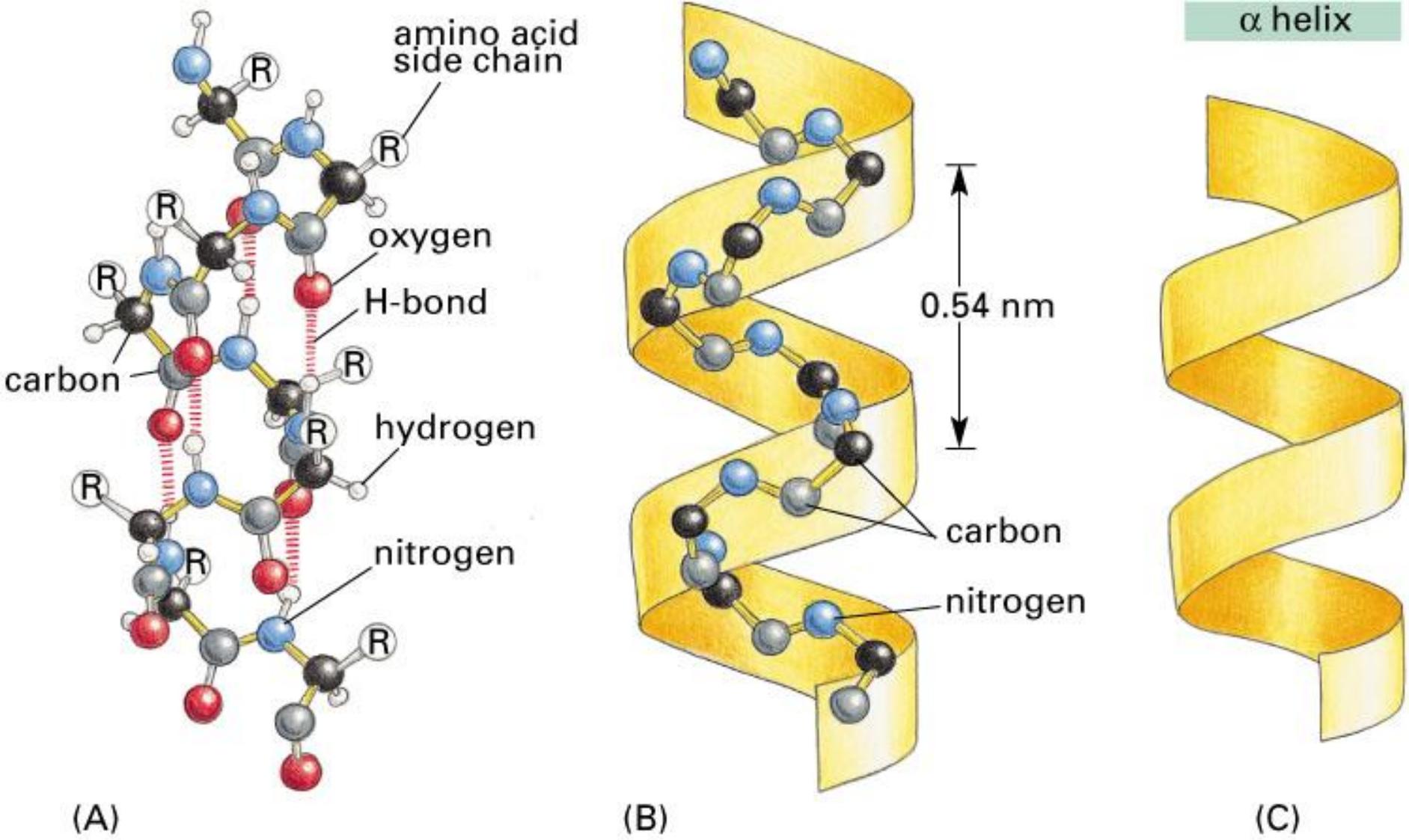


Figure 3-9 part 1 of 2. Molecular Biology of the Cell, 4th Edition.

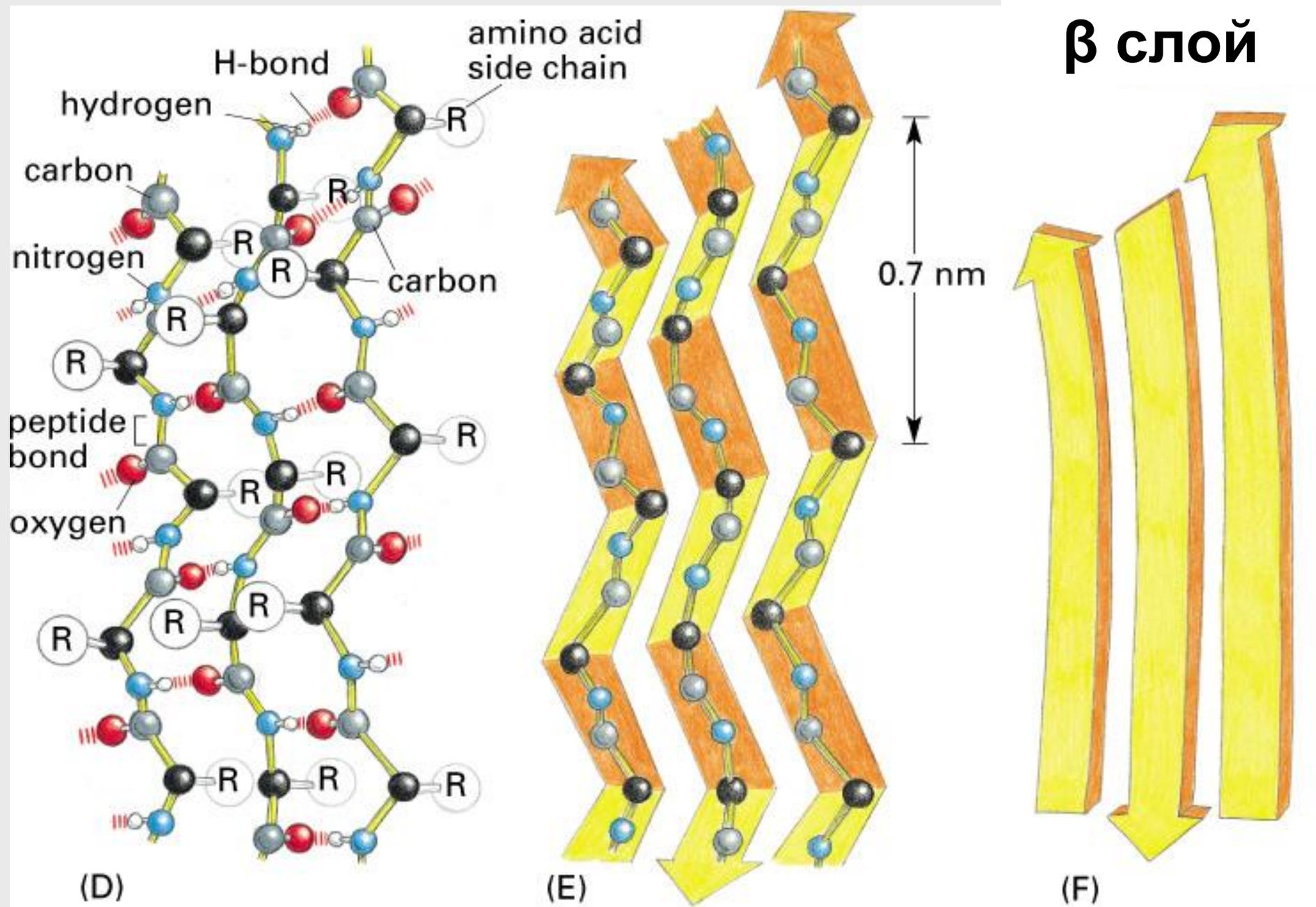
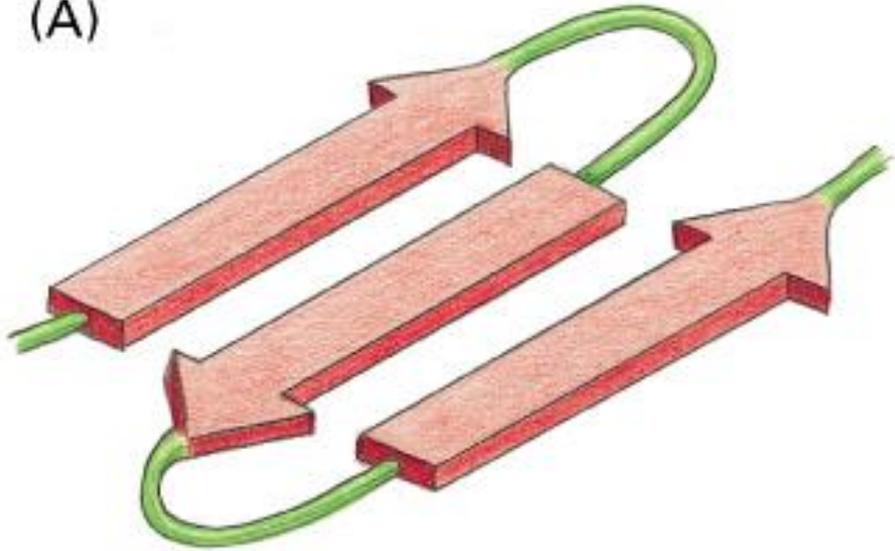


Figure 3-9 part 2 of 2. Molecular Biology of the Cell, 4th Edition.

(A)



(B)

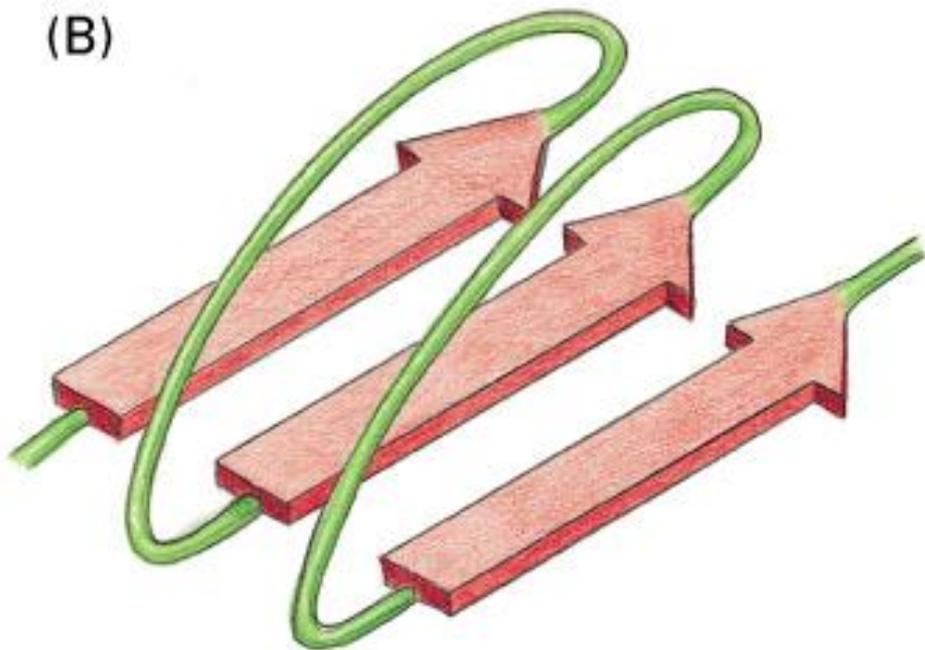
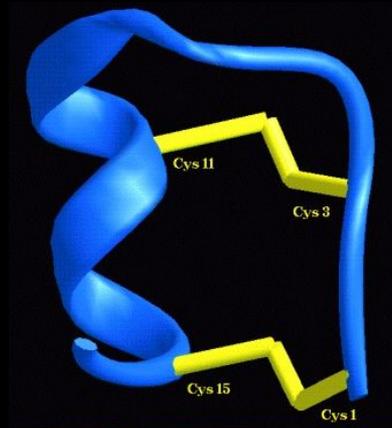
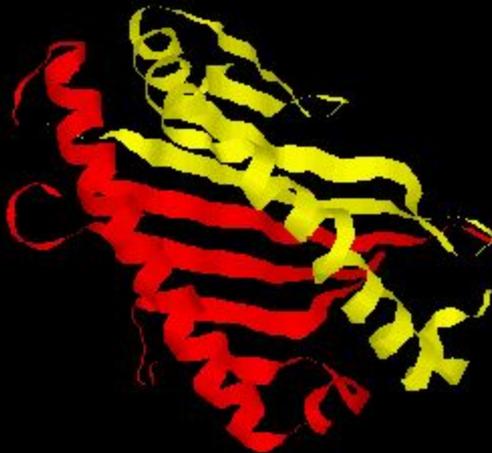
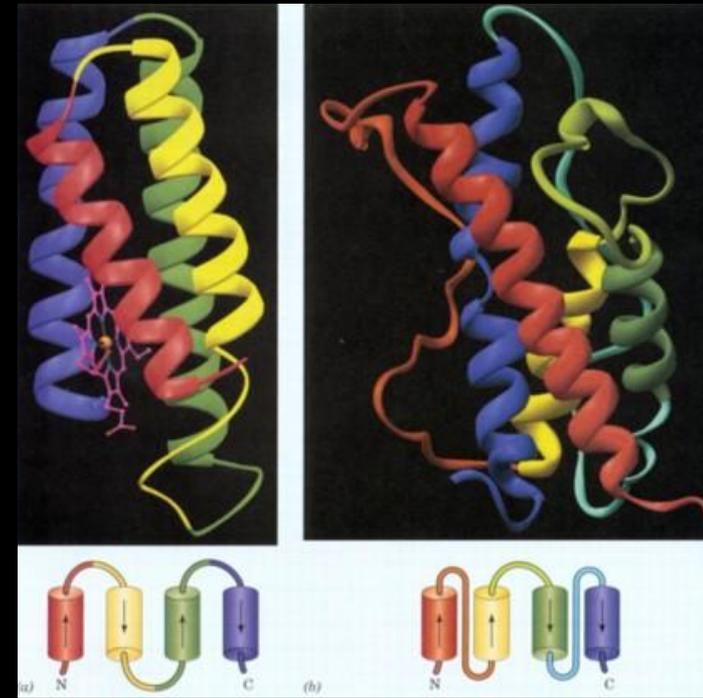
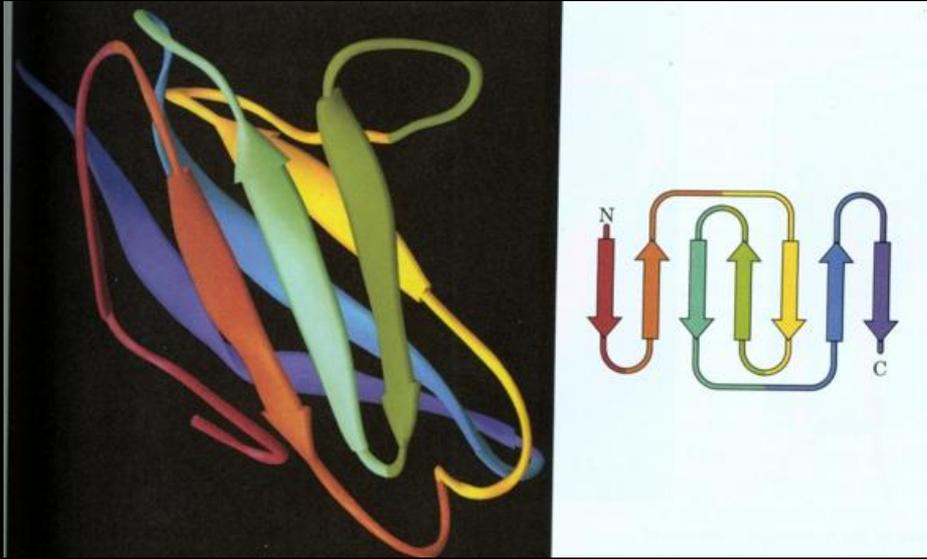
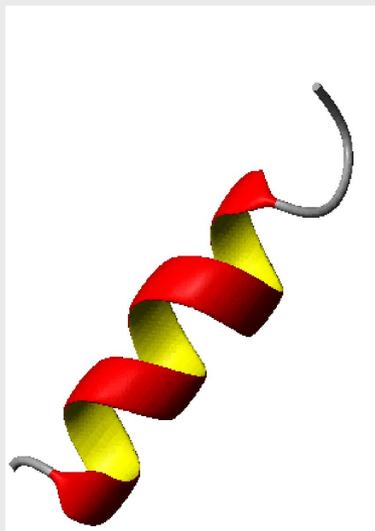


Figure 3-10. Molecular Biology of the Cell, 4th Edition.

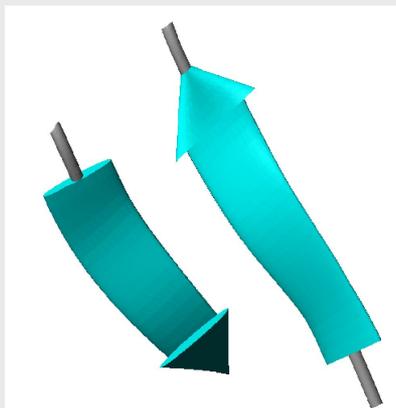
В белках сочетаются разные типы вторичной структуры



Встречаемость в белках разных вторичных структур



28% – 35%



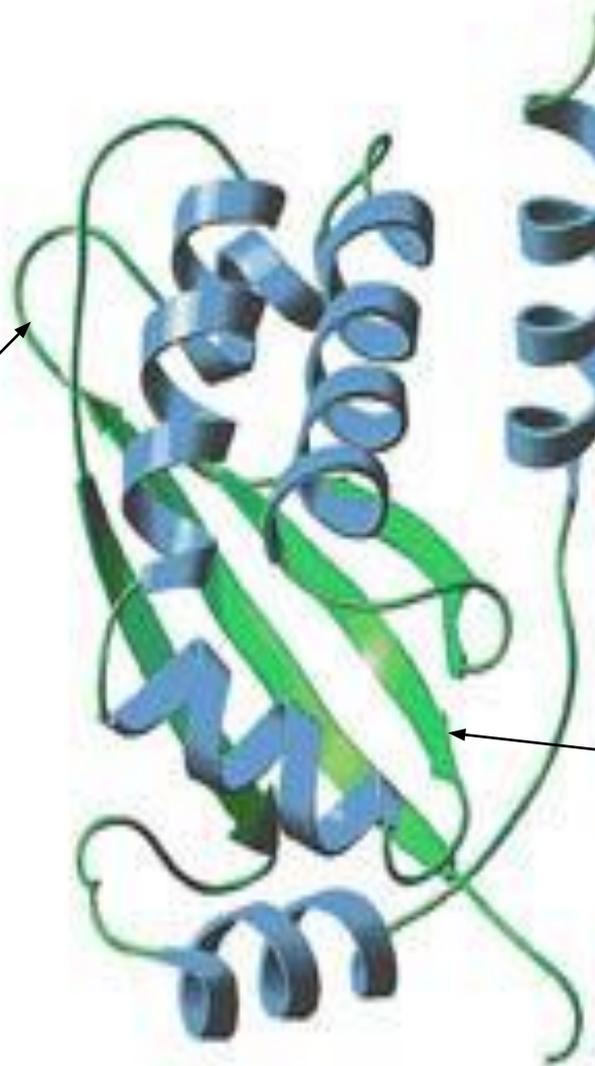
18% – 26%



Нет II структуры

40% – 50%

Участки без
вторичной
структуры
~ 50 %

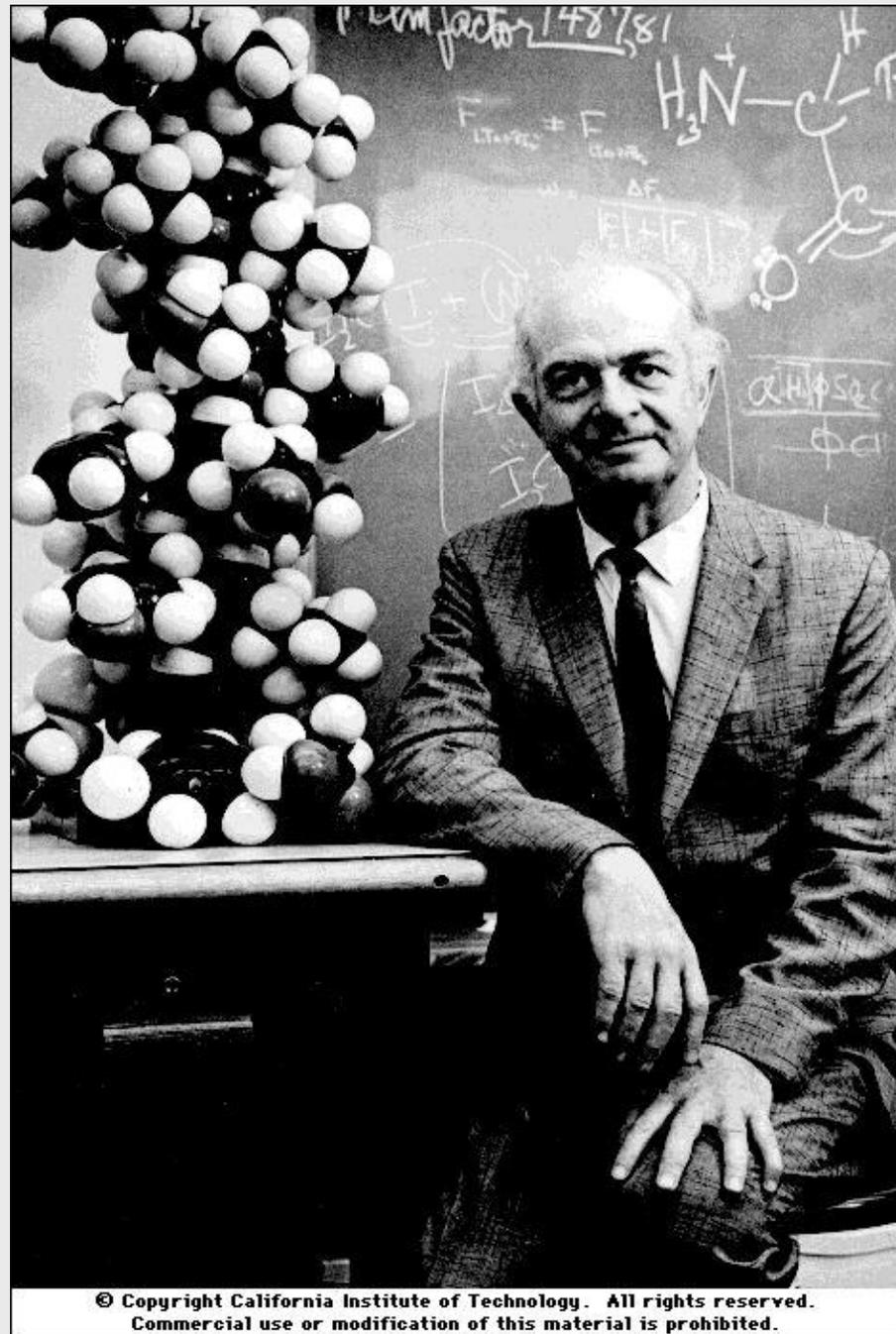


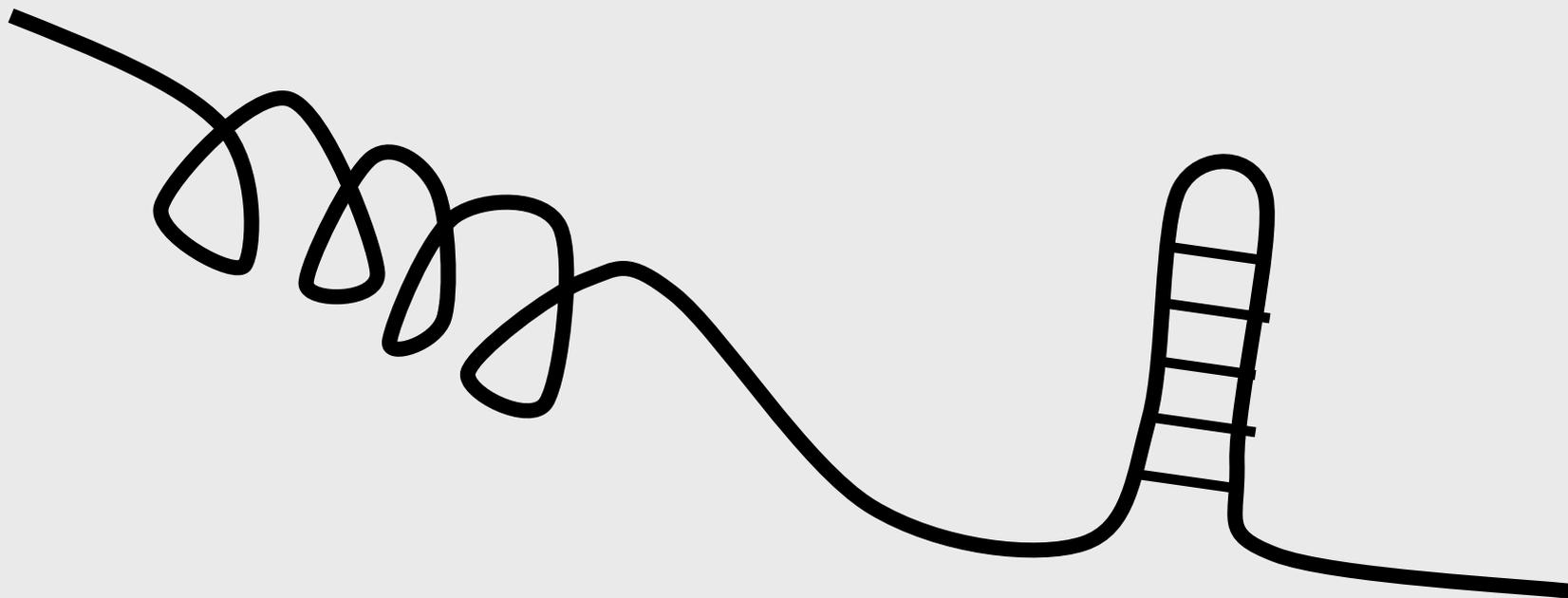
α -
спирали
~ 30 %

β -слои
~ 20 %

Лайнус Полинг

Открыл
 α -спираль
в 1951

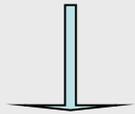




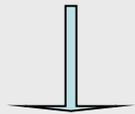
Итак, у нас есть цепочка с
элементами II структуры

III Третичная структура

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

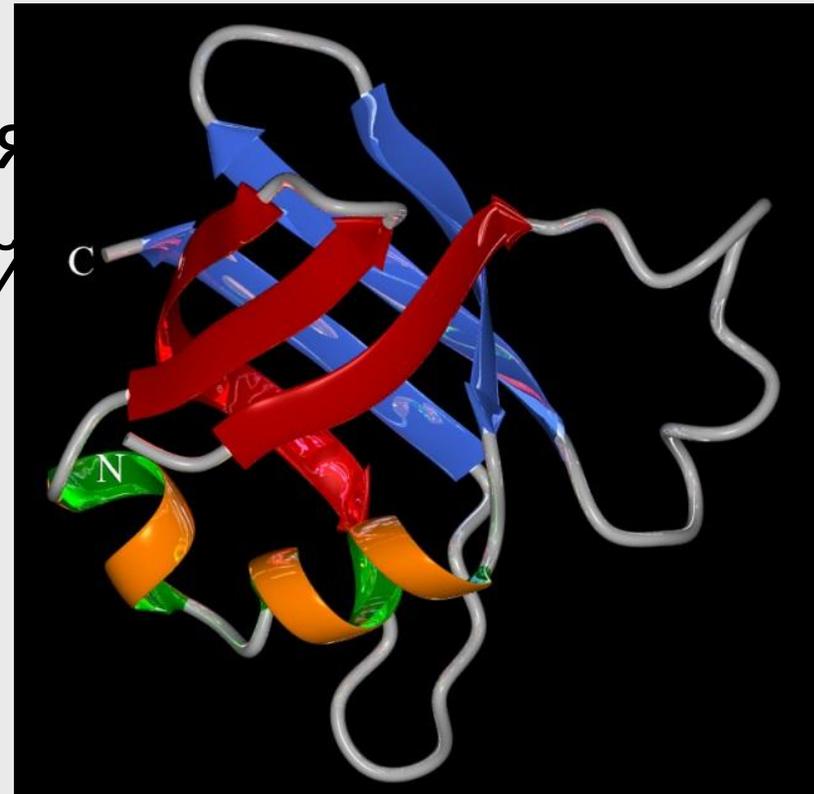


полностью определяется
первичной структурой



Уникальна

для каждого белка



Третичную структуру формируют 4 типа связей между радикалами:

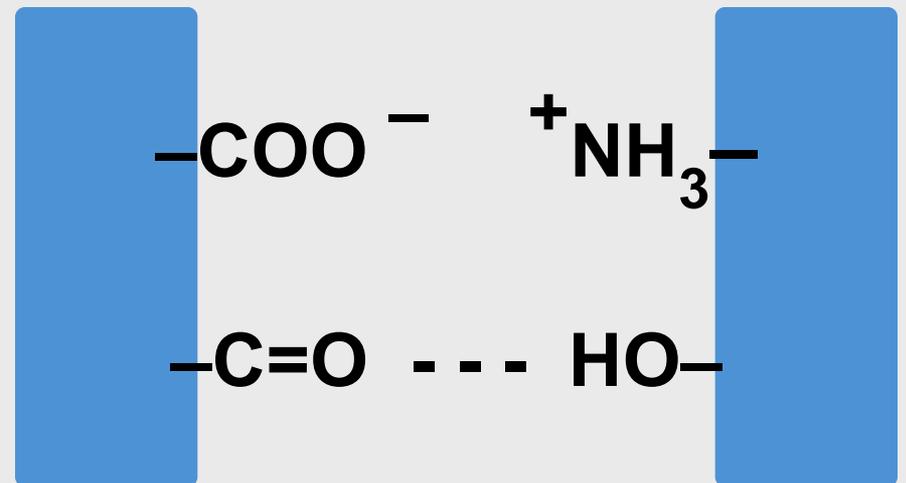
1. Ковалентная: **S-S мостики** (два цистеина)

И три слабых:

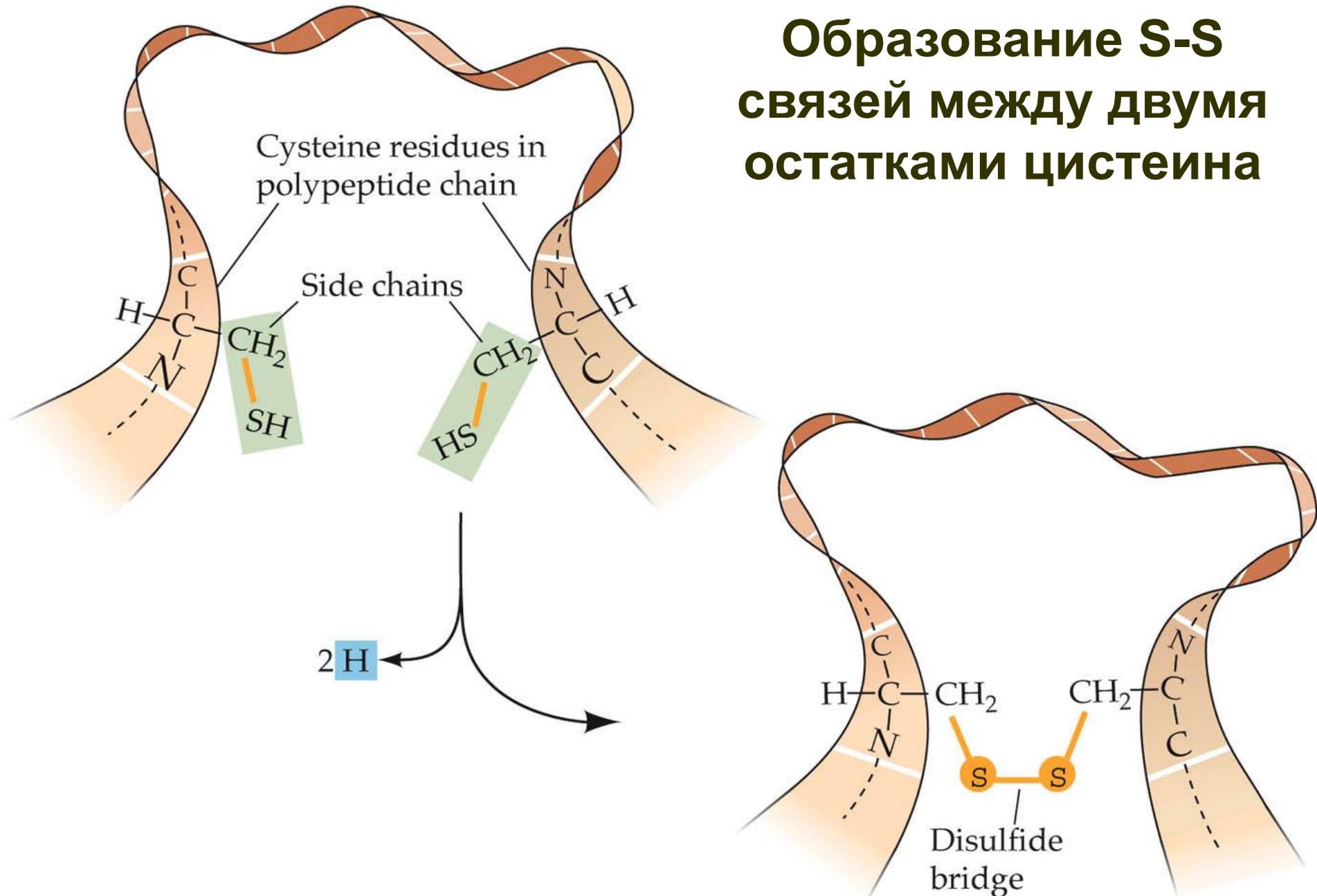
2. **Гидрофобное притяжение**

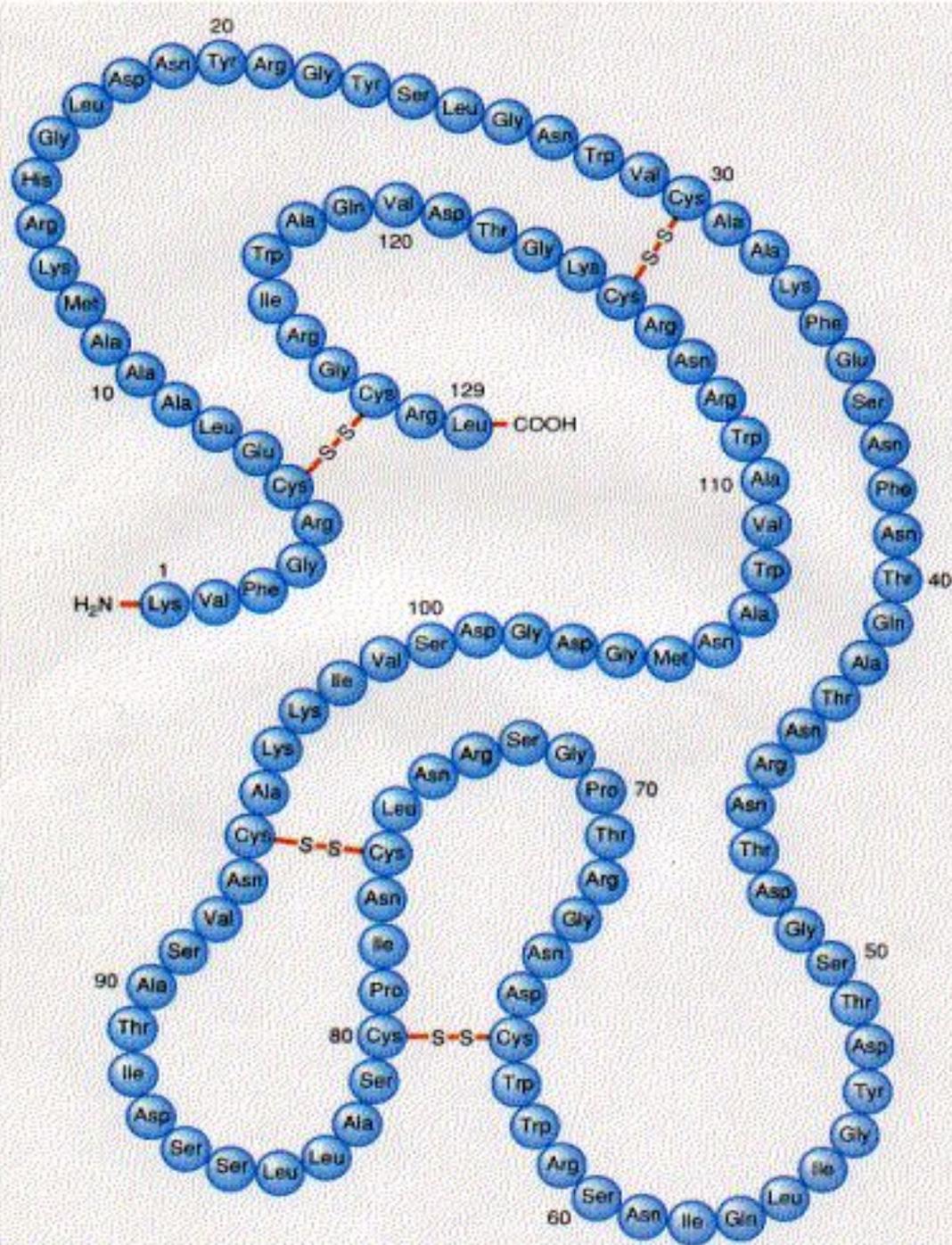
3. **Ионные**

4. **Водородные**

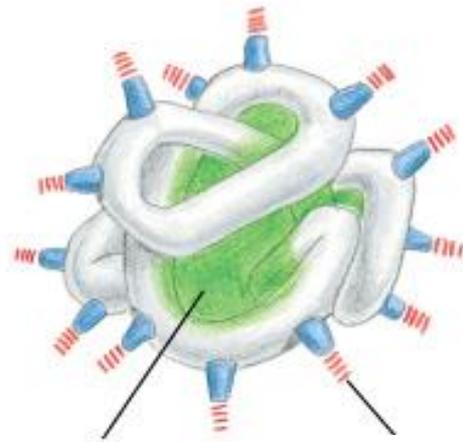
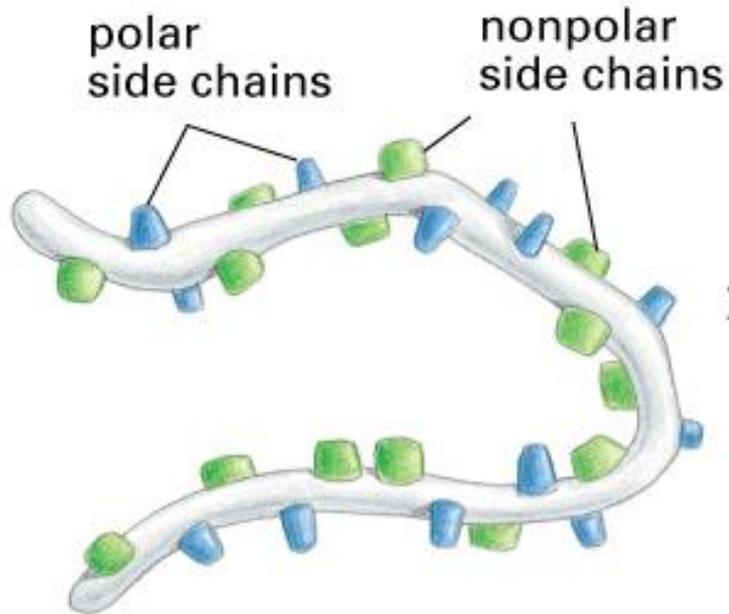


Образование S-S связей между двумя остатками цистеина



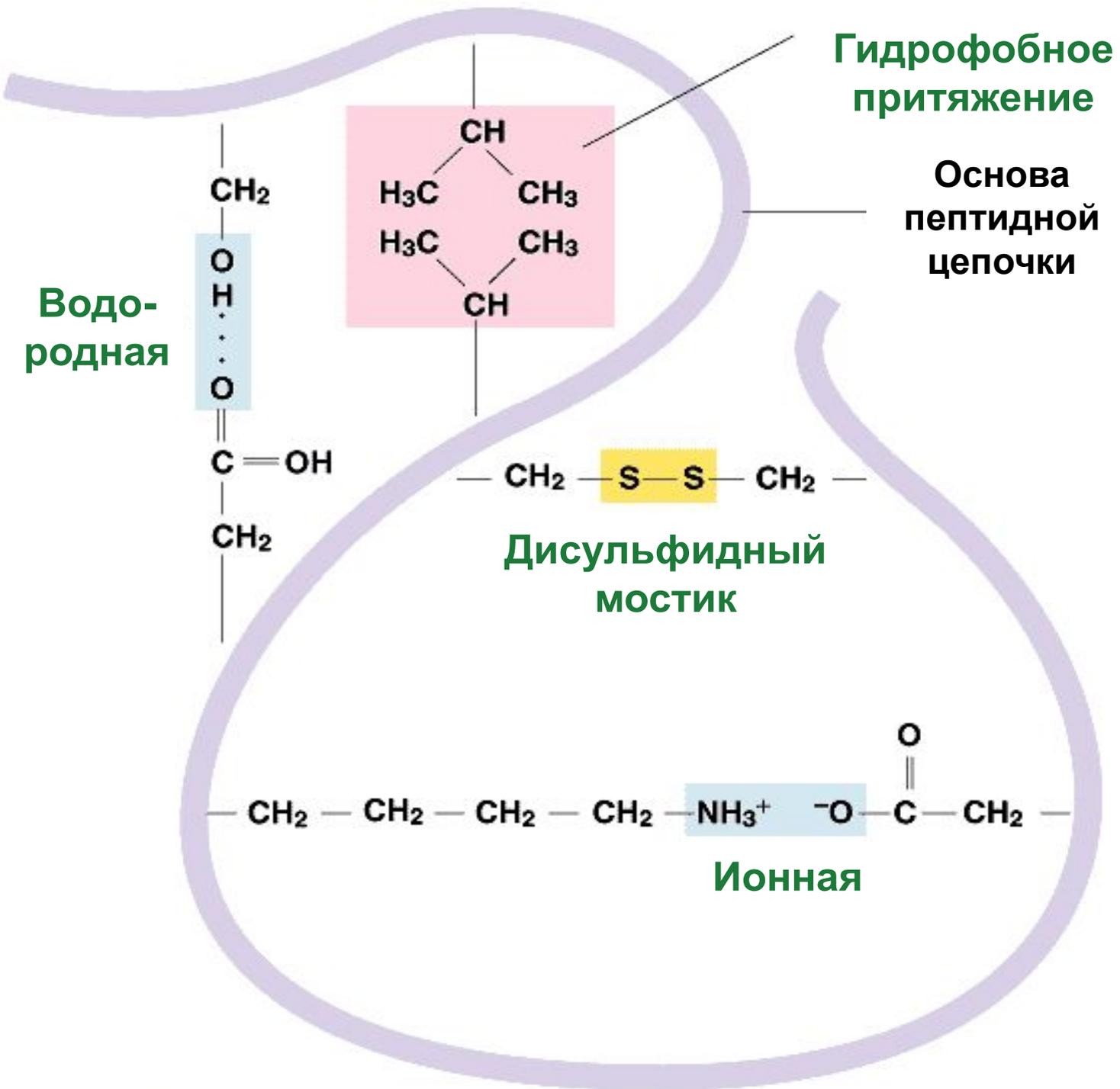


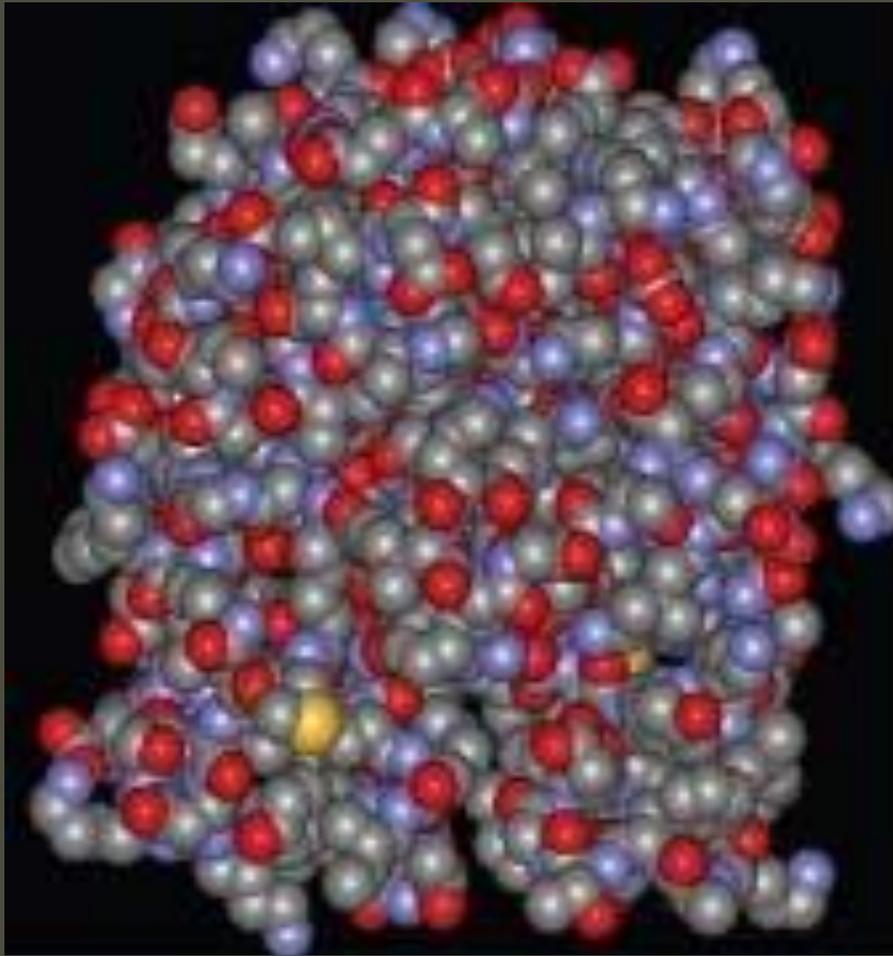
Гидрофобное притяжение



Гидрофобные –
внутри

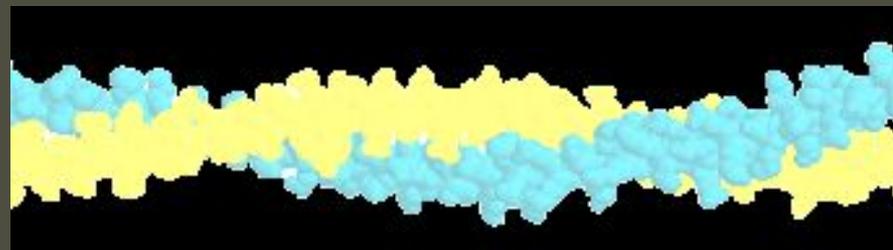
Гидрофильные –
на поверхность,
к воде





Глобулярный белок

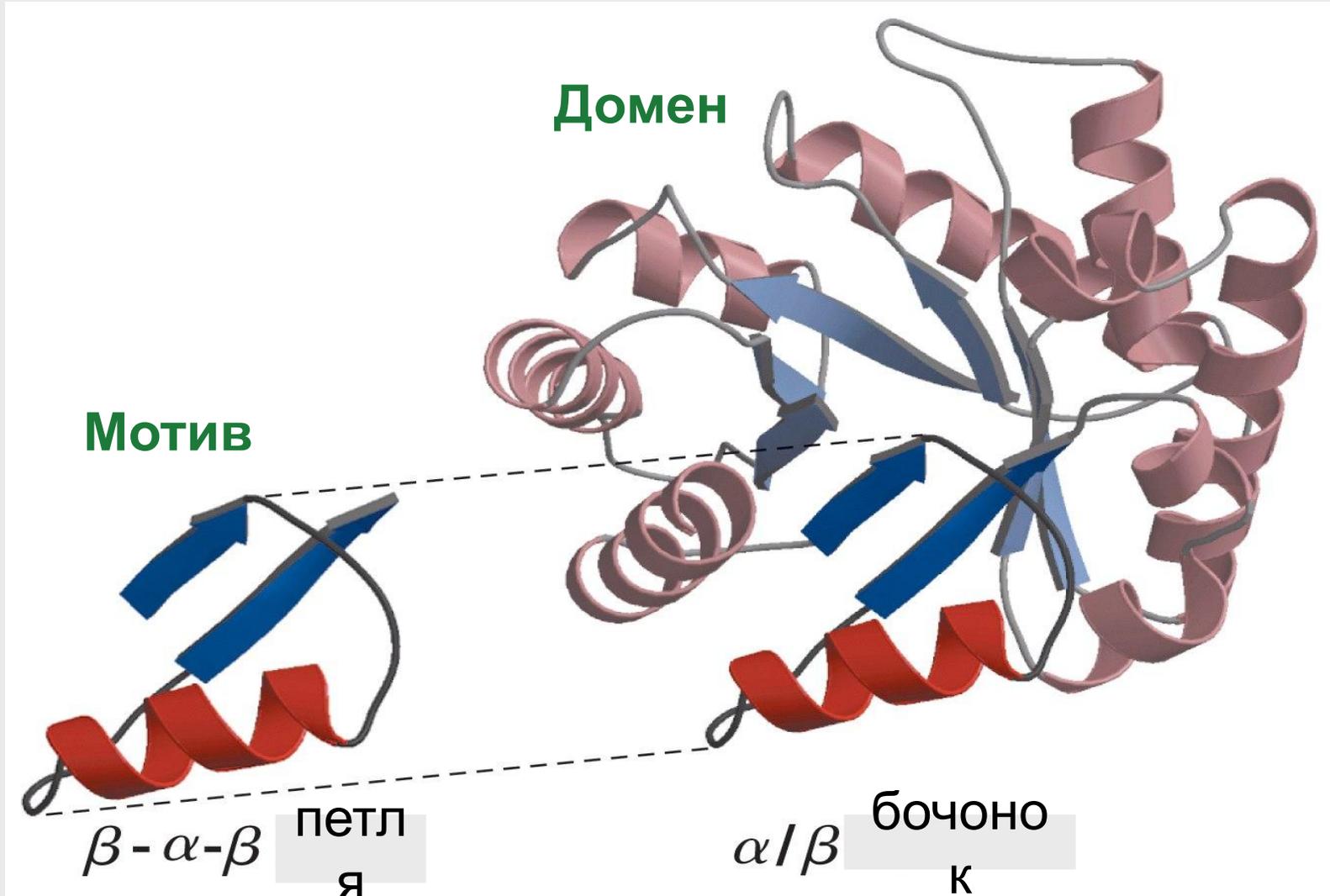
● Глобула - шарик

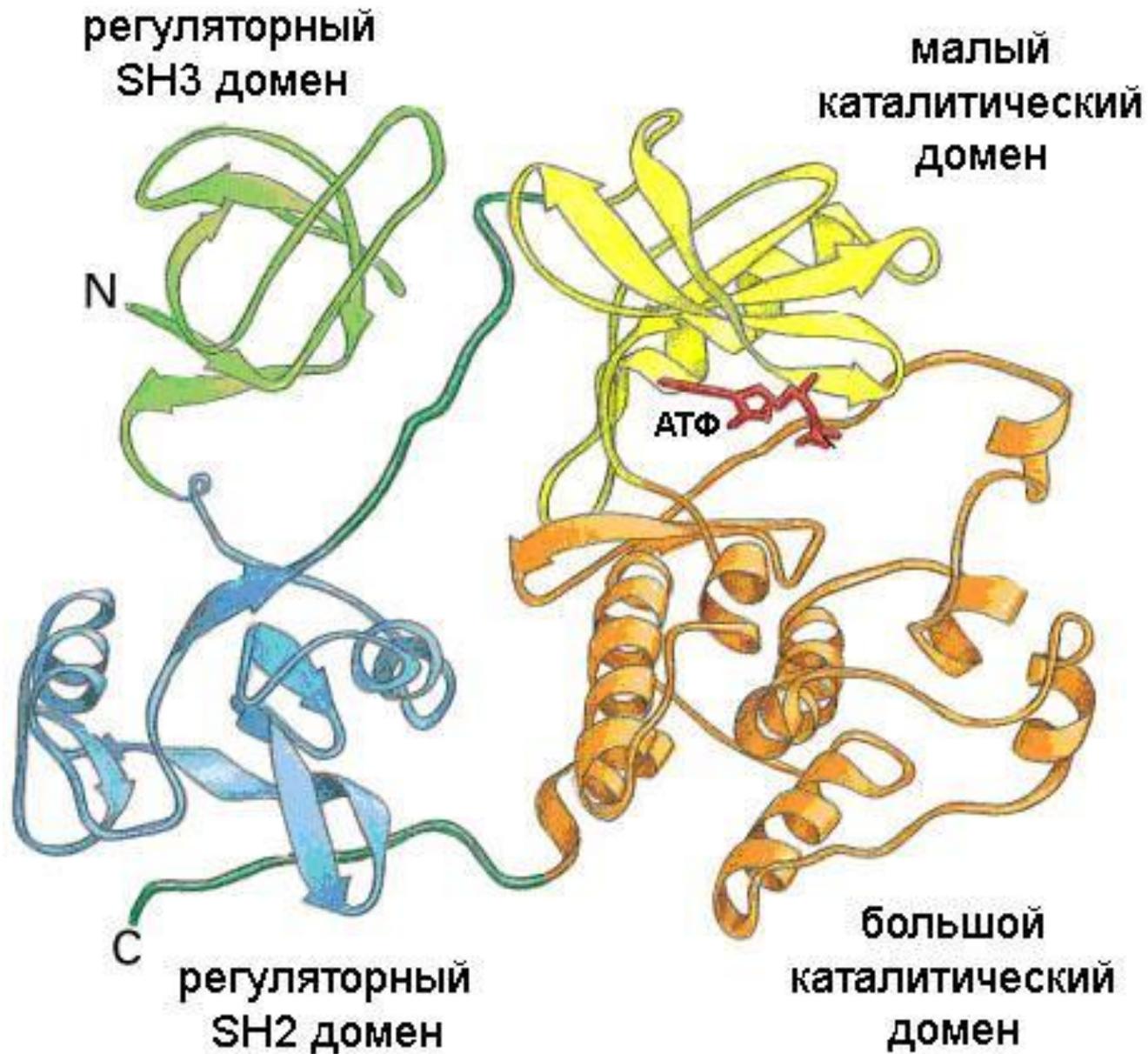


Фибриллярный белок

▬ 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





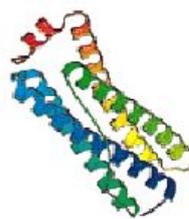
(141) 1hdcA:1
alpha/beta domain



(85) 1mfA:3
immunoglobulin fold



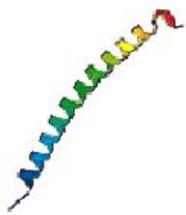
(63) 1ceo:2
TIM barrel



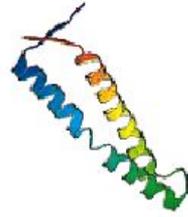
(43) 1bcfA:1
helical bundle



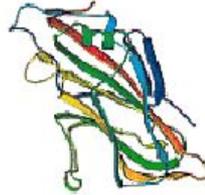
(36) 2pii:2
alpha/beta-meander



(33) 1vdfA:1
single helix



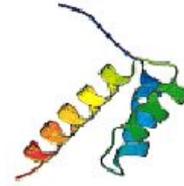
(27) 1grj:2
coiled coil



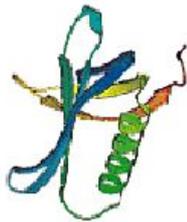
(25) 1bbt2:1
beta-meander



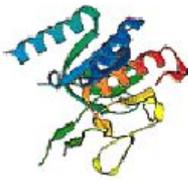
(19) 1rr0:2
EF-hand



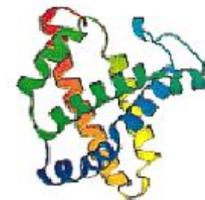
(18) 1octC:3
HTH-motif



(18) 1prtF:1
OB-fold



(17) 3grs:2
FAD/NAD binding domain



(14) 1mbd:1
globin fold



(13) 1vin:3
cyclin fold



(13) 1aozA:15
blue copper protein



(13) 1lcf:17
periplasmic binding protein



(12) 1celA:3
lectin fold



(12) 1epaA:1
lipocalin fold



(12) 2arcA:4
beta-roll



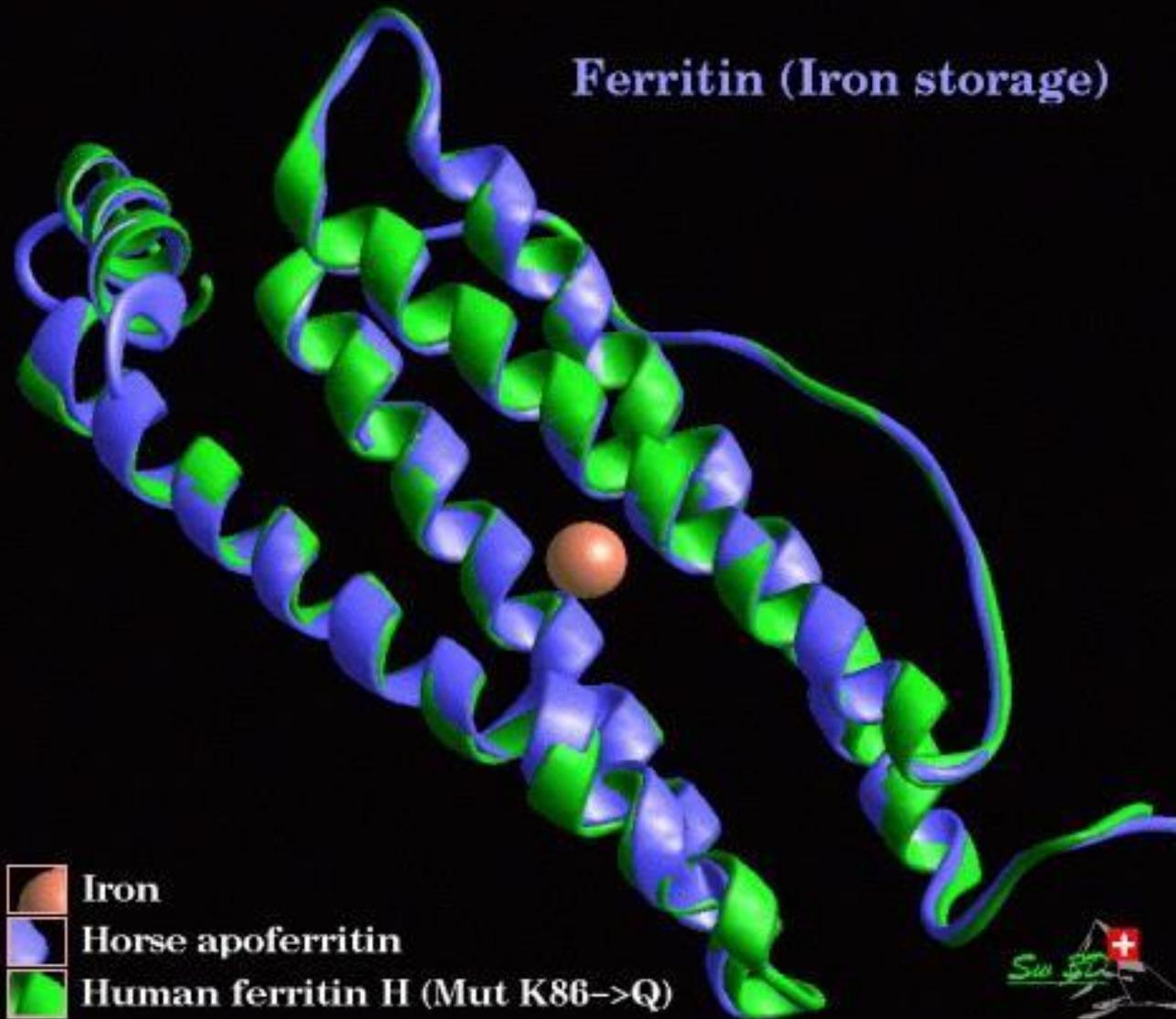
(12) 2yhX:3
actin fold

Базовых типов доменов мало – не более 1 000

Из них построено все огромное многообразие белков всех организмов

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

Ferritin (Iron storage)



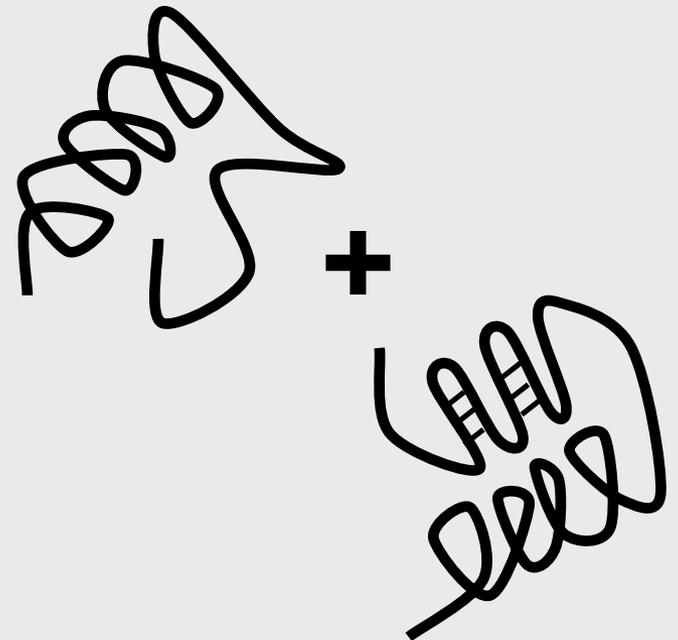
Транспортный белок железа – **ферритин человека** (зеленый) и **лошади** (голубой)

IV Четвертичная структура

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

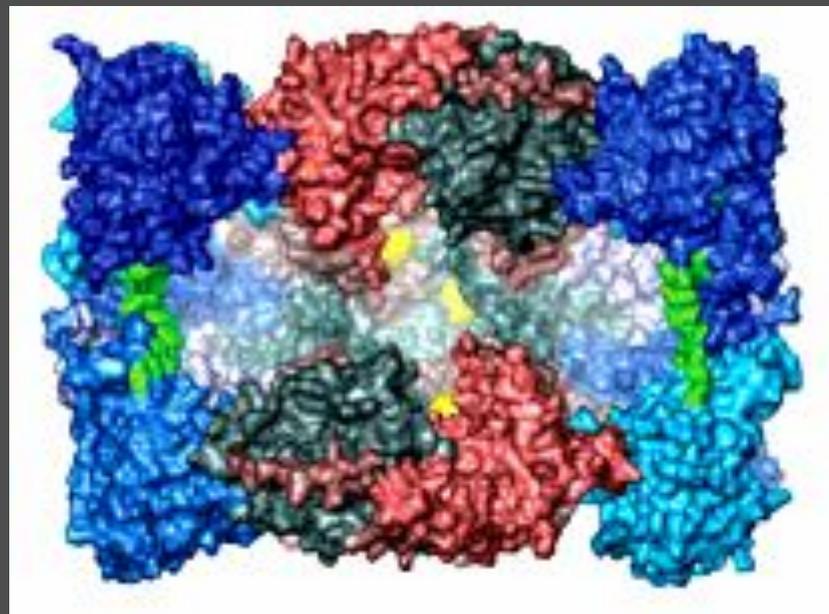
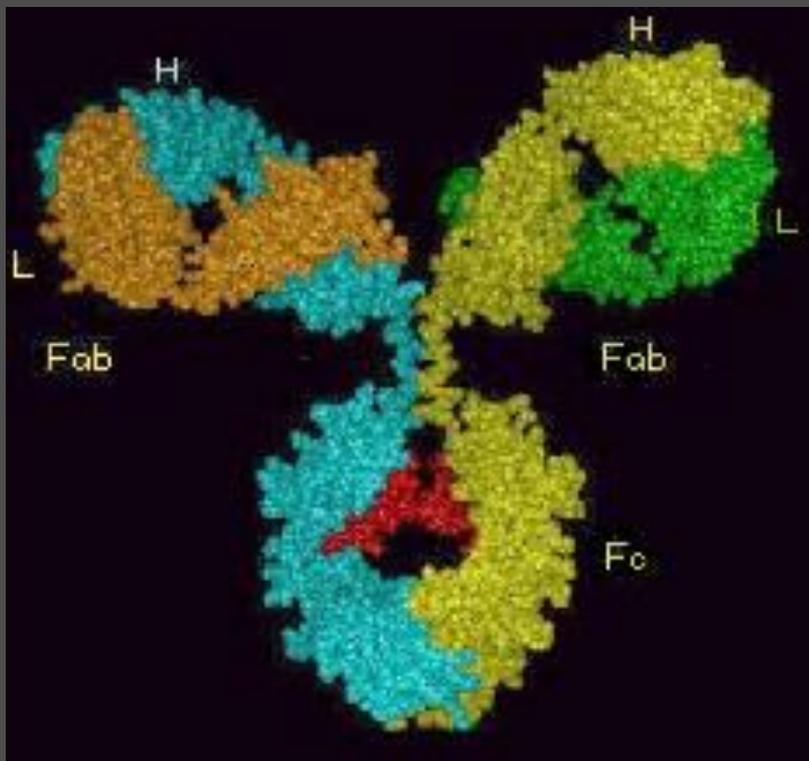
Одна цепочка = субъединица

- Связи – те же, что при формировании третичной.
- Четвертичную структуру имеют **не все** белки (меньше половины)

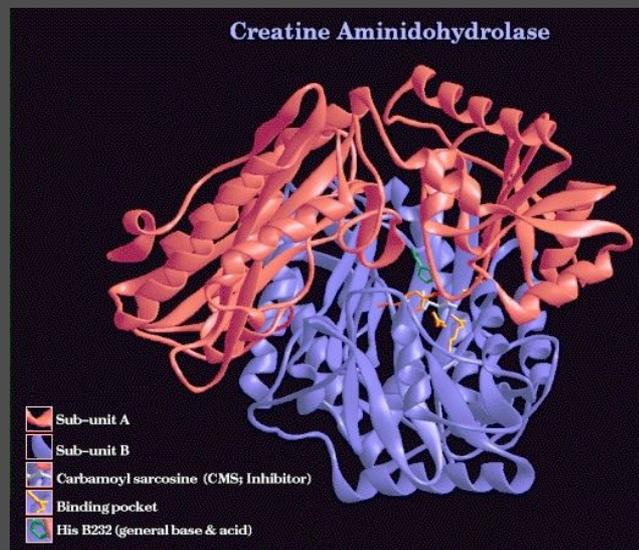


IV

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	Arginine	Arg	R	positive	Leucine	Leu	L	nonpolar
Lysine	Lys	K	positive	Isoleucine	Ile	I	nonpolar	Lysine	Lys	K	positive	Proline	Pro	P	nonpolar
Histidine	His	H	positive	Phenylalanine	Phe	F	nonpolar	Histidine	His	H	positive	Methionine	Met	M	nonpolar
Asparagine	Asn	N	uncharged polar	Tryptophan	Trp	W	nonpolar	Asparagine	Asn	N	uncharged polar	Cysteine	Cys	C	nonpolar
Glutamine	Gln	Q	uncharged polar					Glutamine	Gln	Q	uncharged polar				
Serine	Ser	S	uncharged polar					Serine	Ser	S	uncharged polar				
Threonine	Thr	T	uncharged polar					Threonine	Thr	T	uncharged polar				
Tyrosine	Tyr	Y	uncharged polar					Tyrosine	Tyr	Y	uncharged polar				

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>