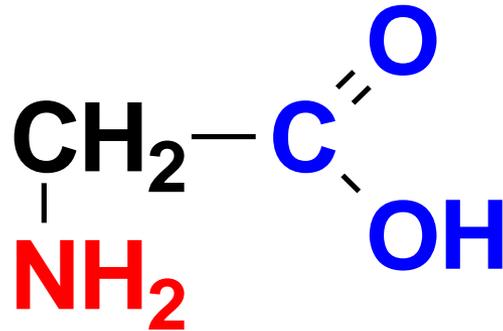


# АМИНОКИСЛОТЫ

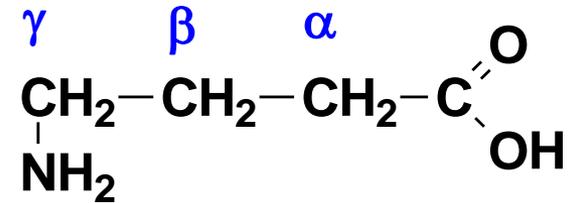
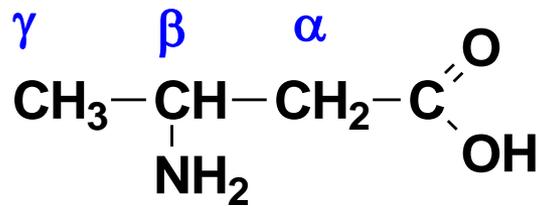
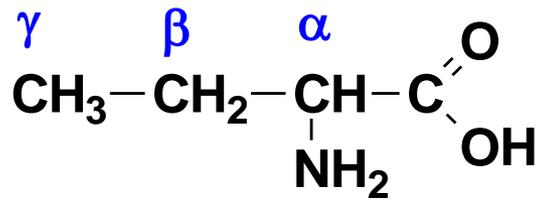
- Аминокислоты - гетерофункциональные соединения, молекулы которых содержат одновременно амино– и карбоксильную группы.

Пример:



# Изомерия:

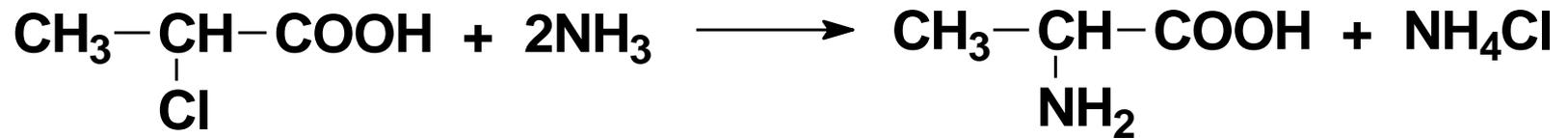
- - углеродного скелета
- - положения аминокруппы:



- - оптическая изомерия

# Получение аминокислот

- 1. Гидролиз белков
- 2. Действие аммиака на галогенкислоты:



# 20 α-аминокислот входят в состав белков

Название аминокислоты	Сокращенное название		Формула
	русское	международное	
Глицин	Гли	Gly	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{H} \end{array}$
Аланин	Ала	Ala	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Валин*	Вал	Val	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Лейцин*	Лей	Leu	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Изолейцин*	Иле	Ile	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$

Серин	Сер	Ser	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{OH} \end{array}$
Треонин*	Тре	Thr	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{OH} \end{array}$
Цистеин	Цис	Cys	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{SH} \end{array}$
Метионин*	Мет	Met	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{S}-\text{CH}_3 \end{array}$

Аспаргиновая кислота	Асп	Asp	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{COOH} \end{array}$
Аспаргин	Асн	Asn	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$
Глутаминовая кислота	Глу	Glu	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{COOH} \end{array}$
Глутамин	Глн	Gln	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$

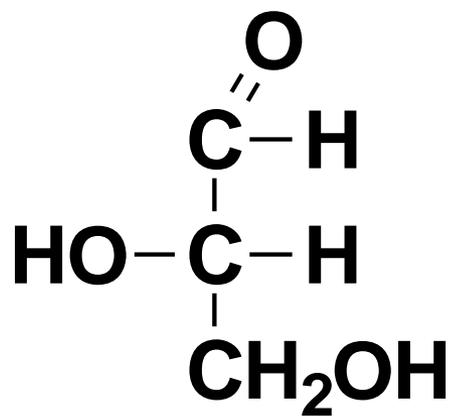
Лизин*	Лиз	Lys	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2 \end{array}$
Аргинин*	Арг	Arg	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{NH} \\   \\ \text{C}=\text{NH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$

Фенилаланин*	Фен	Phe	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$
Тирозин	Тир	Tyr	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\   \\ \text{OH} \end{array}$

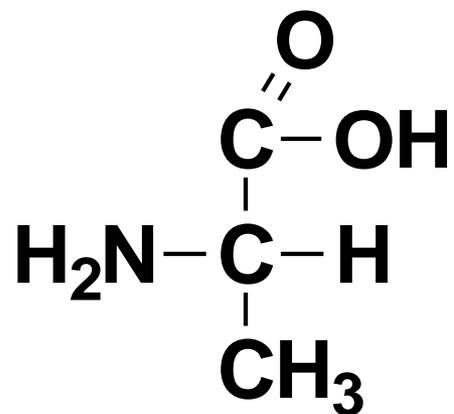
Триптофан*	Три	Trp	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{Indole ring} \end{array}$
Гистидин*	Гис	His	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{Imidazole ring} \end{array}$
Пролин	Про	Pro	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\   \\ \text{Piperidine ring} \end{array}$

# Оптическая изомерия

- Все полученные из белков аминокислоты оптически активны, т.к. в  $\alpha$ -положении содержат асимметрический атом С.
- Все аминокислоты, полученные при гидролизе белков, принадлежат к L-ряду.



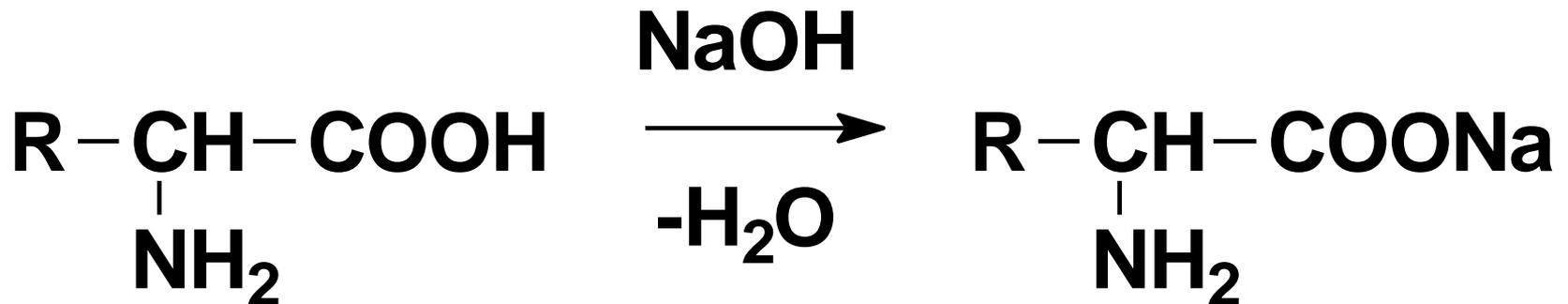
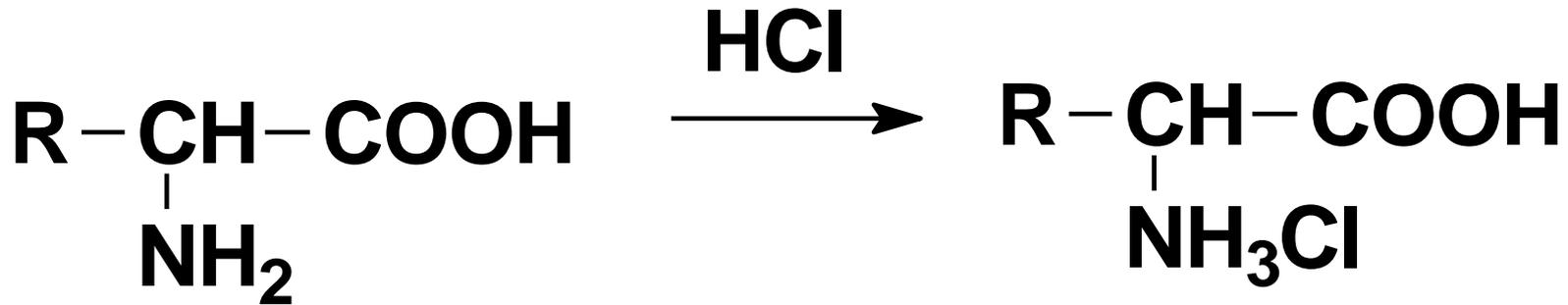
L(-)-глицериновый альдегид



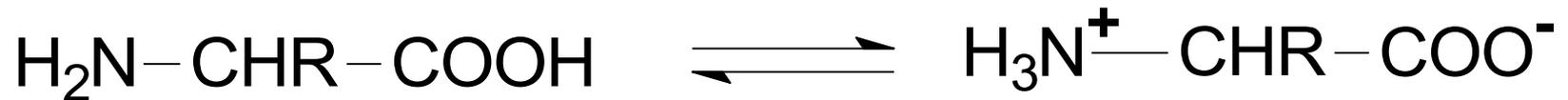
L(+)-аланин

# Физические и химические свойства аминокислот

# I. Кислотно-основные свойства

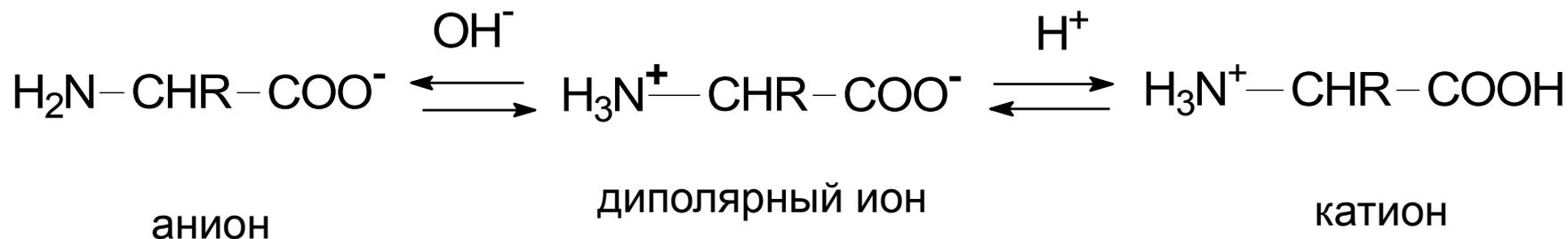


- Высокая температура плавления, легкость кристаллизации, высокие дипольные моменты и хорошая растворимость аминокислот в воде объясняются их ионным характером:



- Способность  $\alpha$ -аминокислот растворяться в воде является важным фактором обеспечения их биологического функционирования – с ней связаны всасываемость  $\alpha$ -аминокислот, их транспорт в организме и т. п.

- В твёрдом состоянии  $\alpha$ -аминокислоты существуют в виде диполярных ионов; в водном растворе – в виде равновесной смеси диполярного иона, катионной и анионной форм (обычно используемая запись строения  $\alpha$ -аминокислоты в неионизированном виде служит лишь для удобства).



- Положение равновесия, т.е. соотношение различных форм аминокислоты, в водном растворе при определённых значениях рН существенно зависит от строения радикала, главным образом наличия в нём ионогенных групп, играющих роль кислотных и основных центров.

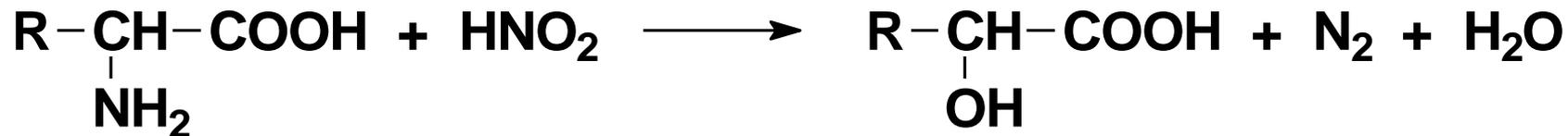
- Значение рН, при котором концентрация диполярных ионов максимальна, а минимальные концентрации катионных и анионных форм  $\alpha$ -аминокислоты равны, называется *изоэлектрической точкой* (рI).

II. Все реакции карбоновых кислот, протекающие за счёт карбоксильной группы (-COOH), т.е. они образуют:

- соли (с металлами, оксидами и гидроксидами металлов),
- эфиры,
- ангидриды,
- галогенангидриды,
- амиды,
- амины (реакцией декарбоксилирования)

# III. Реакции за счёт аминогруппы

- с азотистой кислотой, давая ОКСИКИСЛОТЫ.



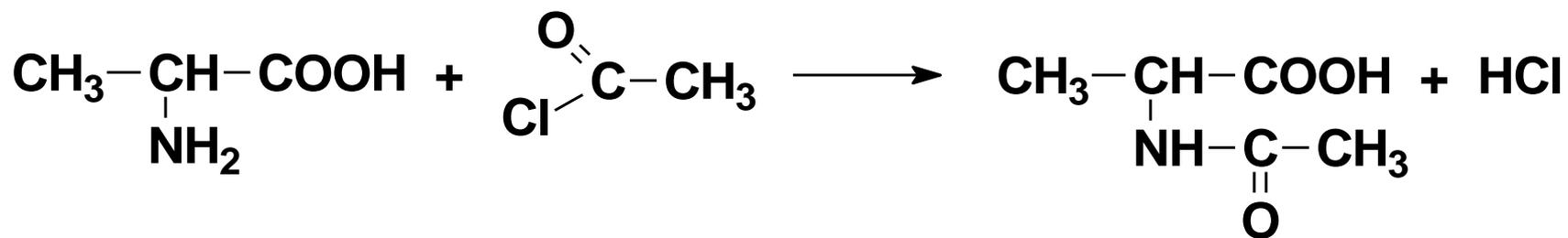


- ОКИСЛИТЕЛЬНОЕ ДЕЗАМИНИРОВАНИЕ**



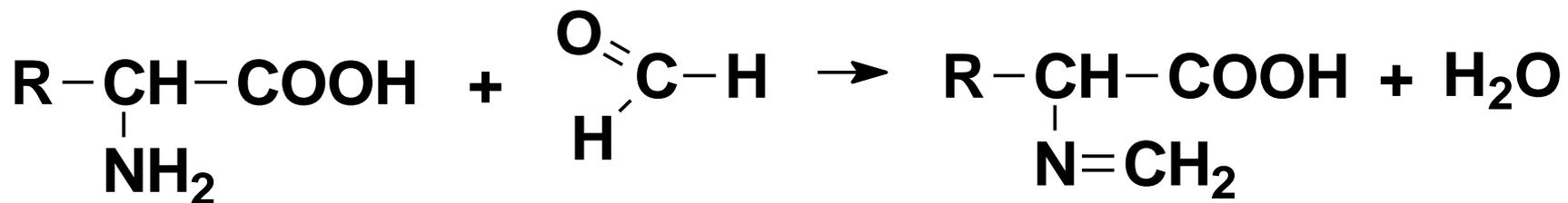
Образующийся аммиак утилизируется в процессе биосинтеза мочевины.

- реакция с органическими кислотами и их производными с образованием ацильных производных:



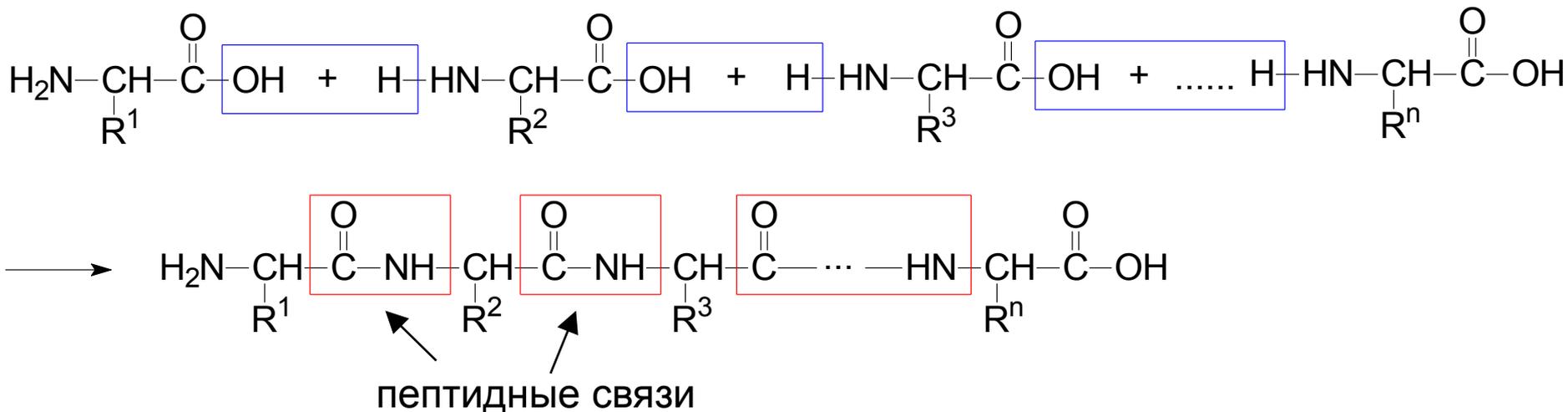
ацильное производное  
 $\alpha$ -аминопропионовой кислоты

- реакция с альдегидами с образованием шиффовых оснований – метиленаминокислот:



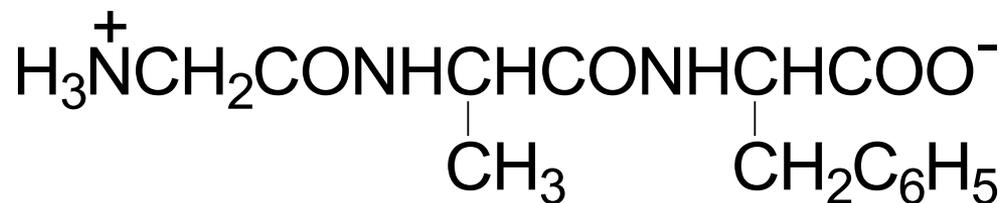
# IV. Специфические свойства аминокислот

- Образование пептидов.** Одновременное присутствие в молекулах  $\alpha$ -аминокислот аминной и карбоксильной групп обуславливает их способность вступать в реакции поликонденсации, которые приводят к образованию пептидных (амидных) связей между мономерными звеньями. В результате такой реакции образуются пептиды, полипептиды и белки.



# Номенклатура пептидов

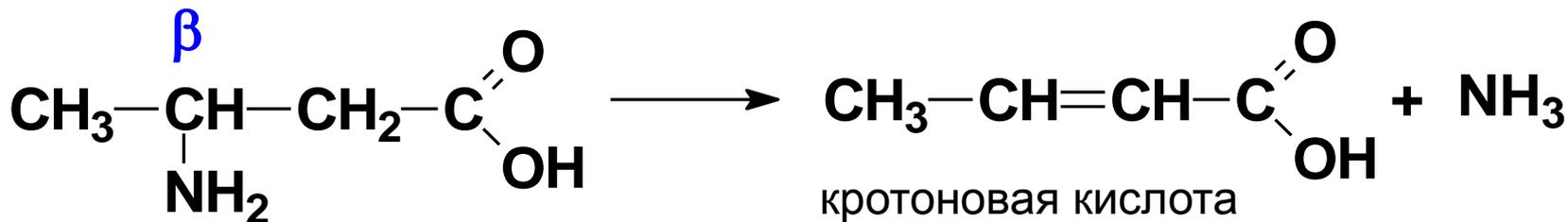
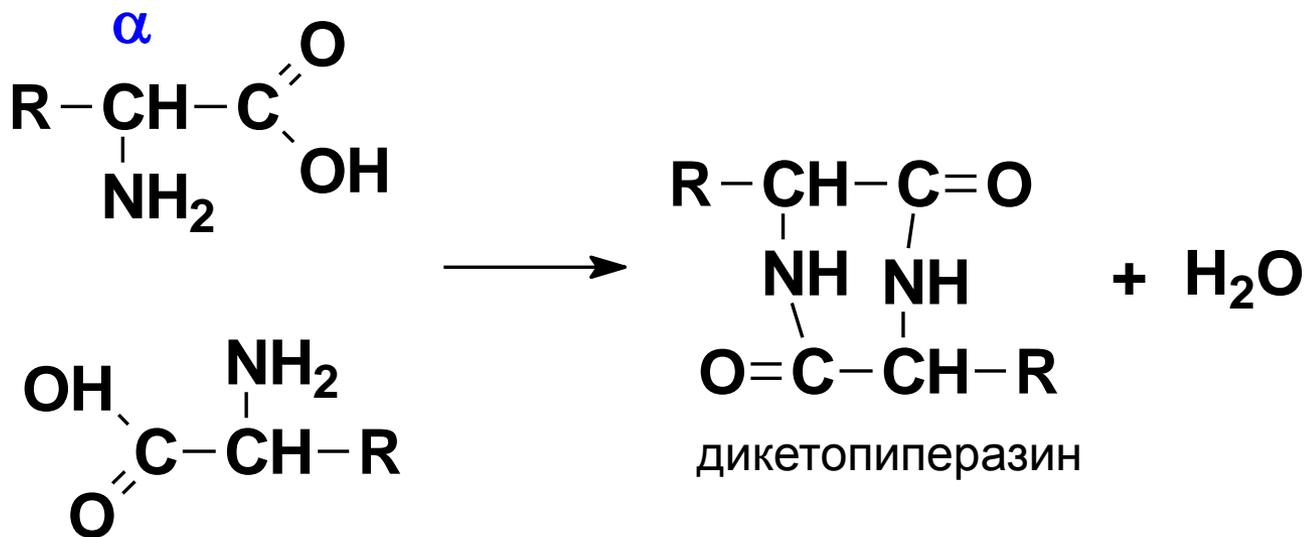
N-концевой аминокислотный остаток (имеющий свободную аминогруппу) пишут с левой стороны формулы, а C-концевой аминокислотный остаток (имеющий свободную карбоксильную группу) с правой стороны:



Gly-Ala-Phe

трипептид глицилаланилфенилаланин

- реакции отщепления (-H<sub>2</sub>O, -NH<sub>3</sub>)



Результатом дегидратации гамма-аминокислоты является образование циклического амида – лактама.

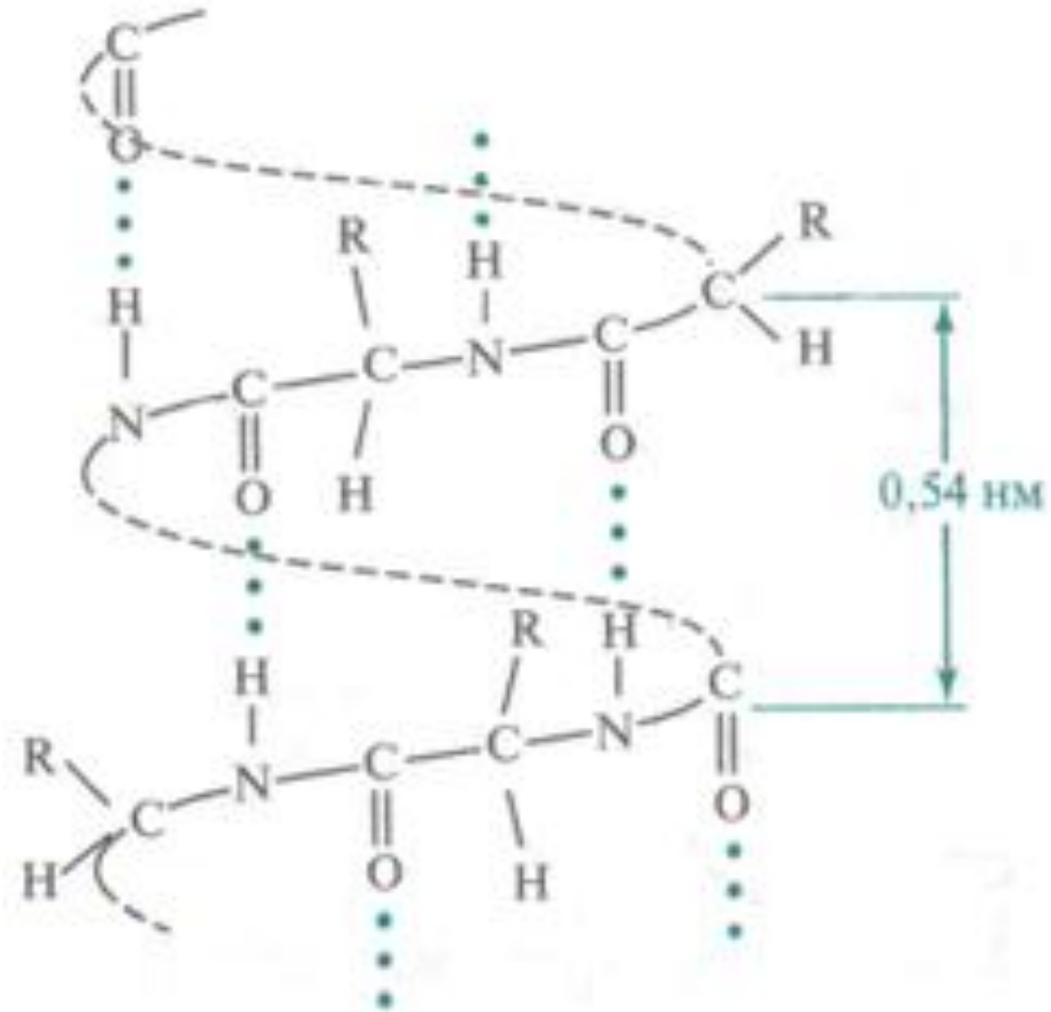
# **Уровни структурной организации белковых макромолекул**

- Последовательность расположения аминокислотных остатков в одной или нескольких полипептидных цепях, составляющих молекулу белка, – это **первичная структура** белка.

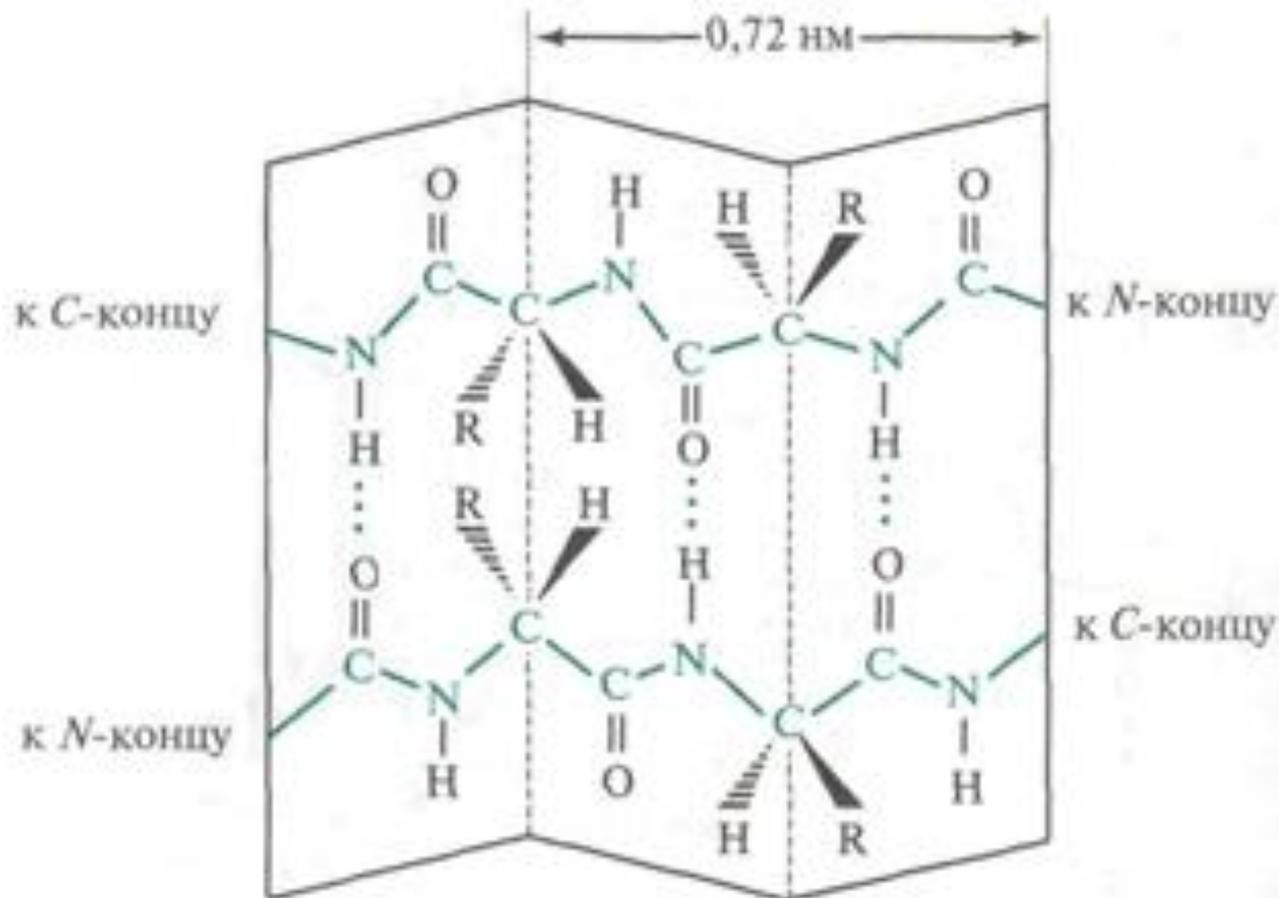
- Кроме первичной, в белковых молекулах выделяют вторичную, третичную и четвертичную структуры.
- Под **вторичной структурой белка** подразумевают конформацию полипептидной цепи, т. е. способ её скручивания или складывания в соответствии с программой, заложенной в первичной структуре, в  $\alpha$ -спираль или  $\beta$ -структуру.

- Ключевую роль в стабилизации этой структуры играют водородные связи, которые в  $\alpha$ -спирали образуются между карбонильным атомом кислорода каждого первого и атомом водорода NH-группы каждого пятого  $\alpha$ -аминокислотных остатков

# Вторичная структура белка ( $\alpha$ -спираль)



- В отличие от  $\alpha$ -спирали  $\beta$ -структура образована за счёт межцепочечных водородных связей между соседними участками полипептидной цепи

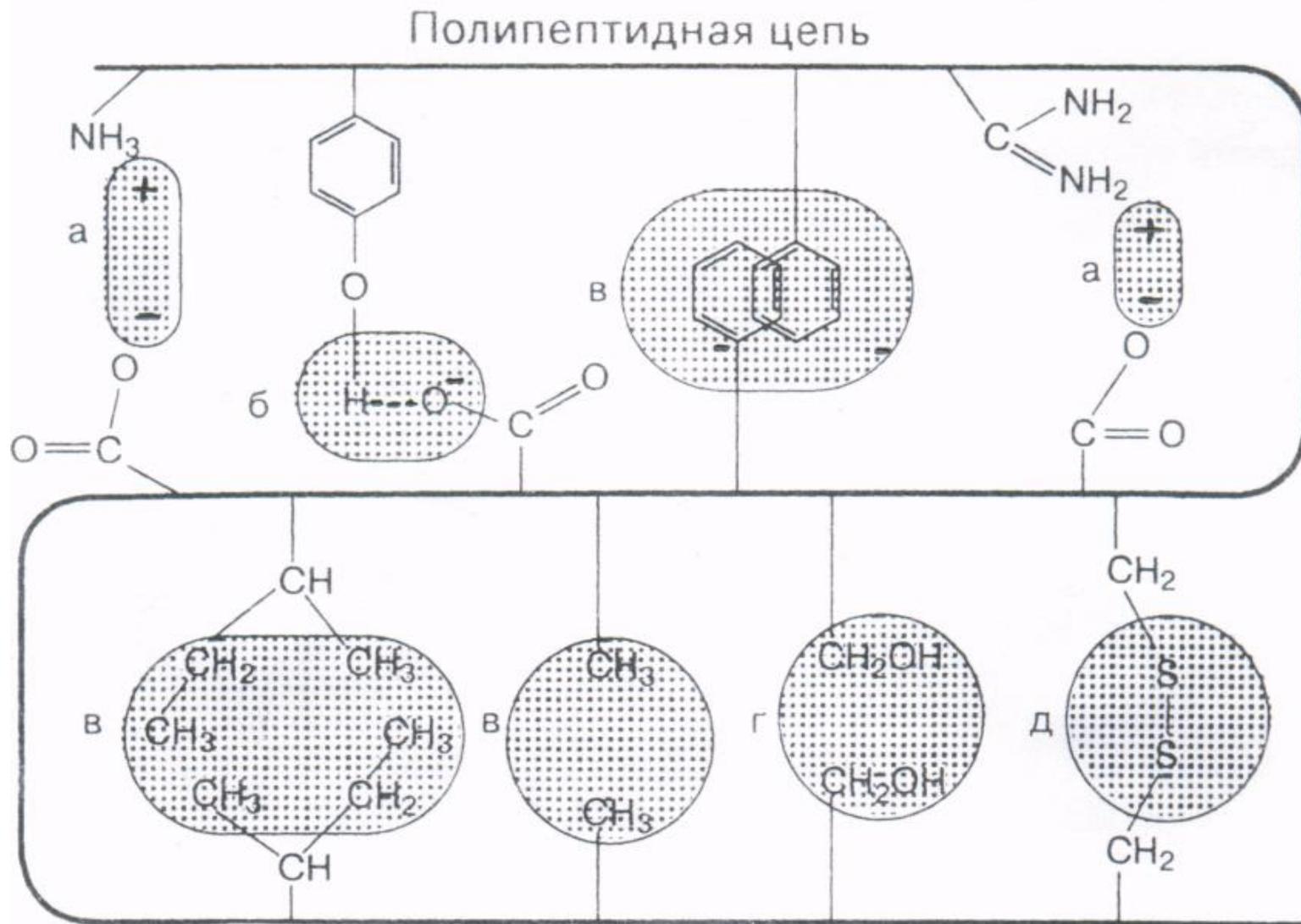


Особенности вторичной структуры белка во многом определяются аминокислотным составом

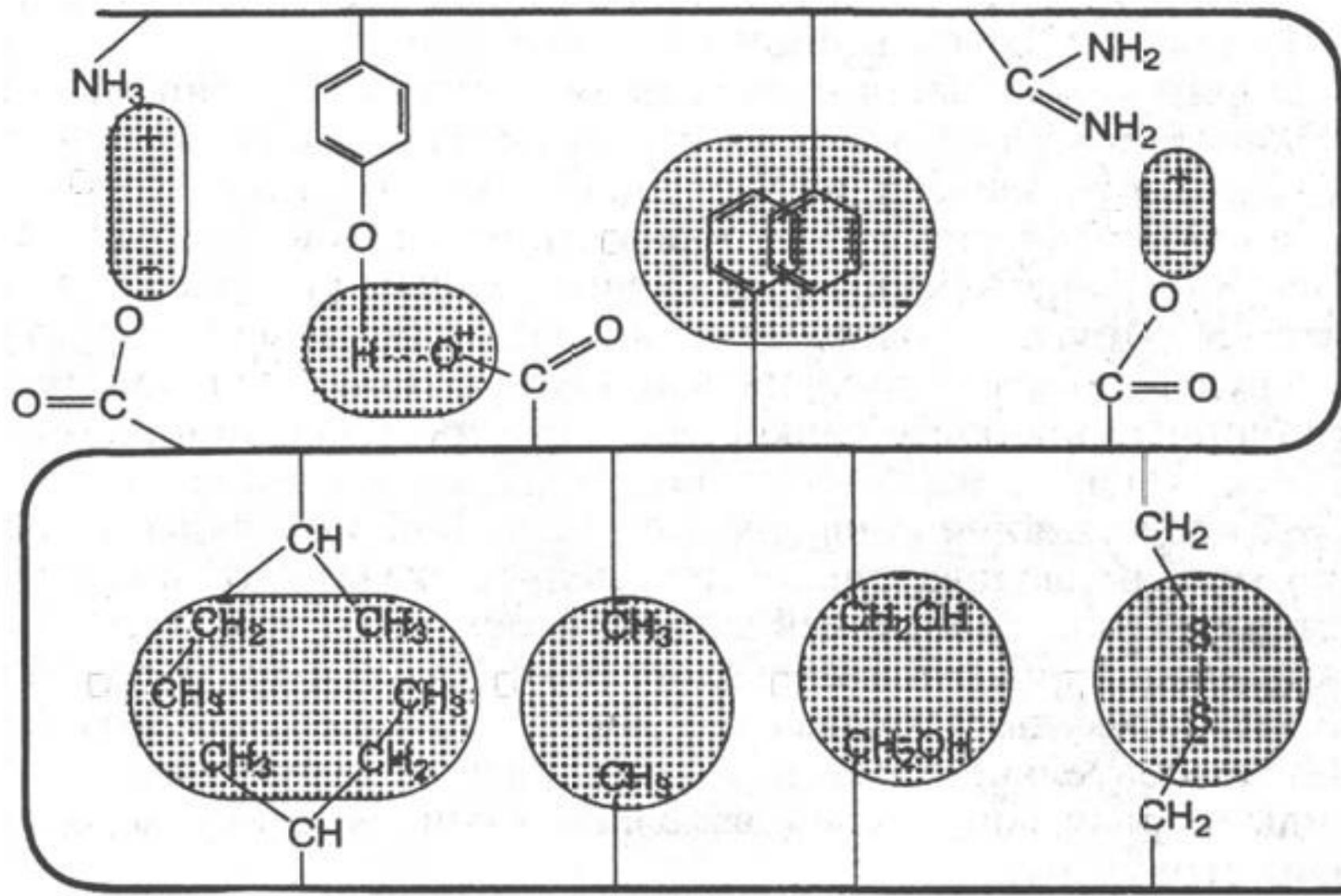
$\alpha$ -спираль	$\beta$ -структура
Аланин Глутаминовая кислота Глутамин Лейцин Лизин Метионин Гистидин	Валин Изолейцин Треонин Тирозин Фенилаланин

- **Под третичной структурой белка (субъединицей) подразумевают пространственную ориентацию или способ укладки полипептидной цепи в определенном объеме, которая включает элементы вторичной структуры. Она стабилизируется за счет различных взаимодействий, в которых участвуют боковые радикалы  $\alpha$ -аминокислотных остатков, находящиеся в линейной полипептидной цепи на значительном удалении друг от друга, но сближенные в пространстве за счет изгибов цепи.**

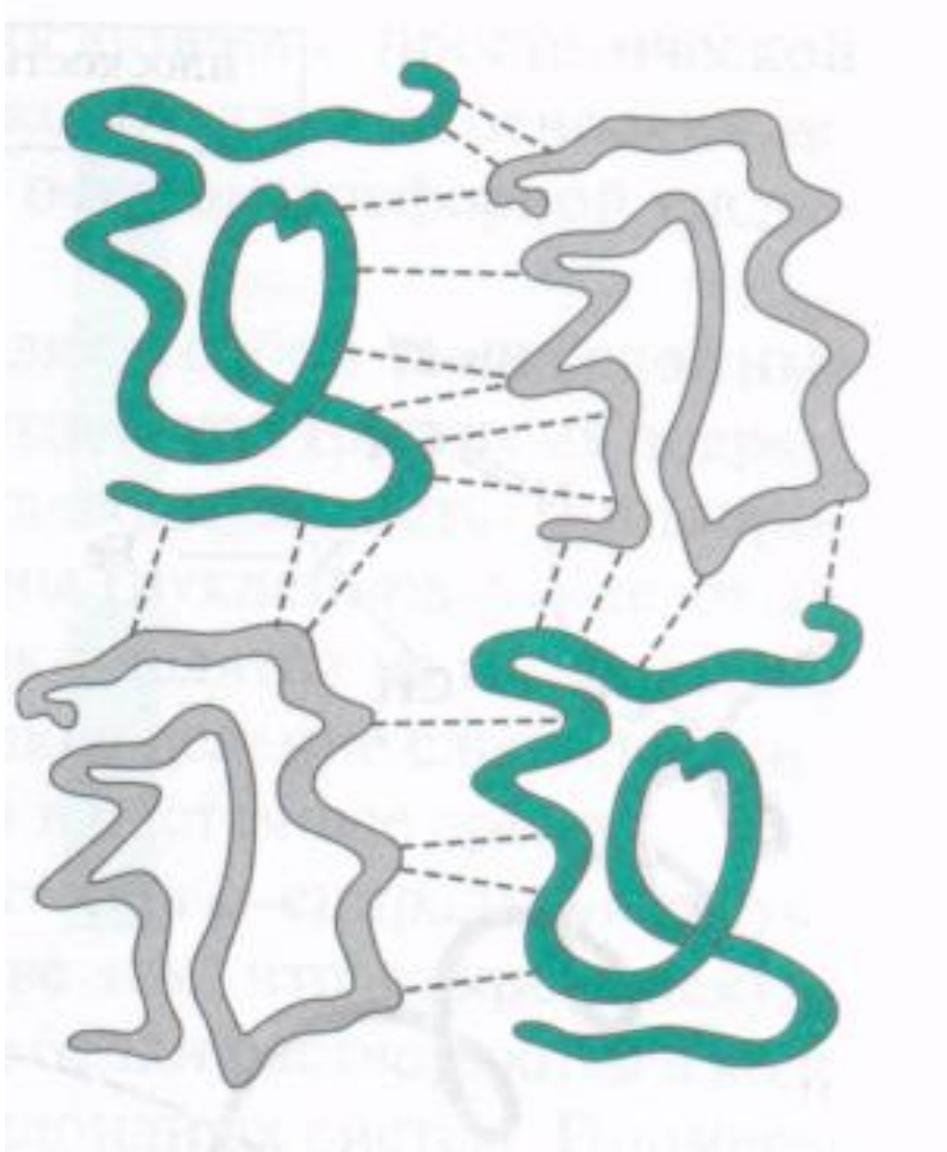
# Типы взаимодействий, стабилизирующие третичную структуру белка



- а - электростатическое взаимодействие
- б - водородная связь
- в - гидрофобные взаимодействия неполярных групп
- г - диполь-дипольные взаимодействия
- д - дисульфидная (ковалентная) связь.



- **Под четвертичной структурой белка** подразумевают ассоциированные между собой две или более субъединиц, ориентированных в пространстве. Четвертичная структура поддерживается за счет водородных связей и гидрофобных взаимодействий. Она характерна для некоторых белков (гемоглобин).



- Пространственная структура белковой молекулы способна нарушаться под влиянием изменения рН–среды, повышенной температуры, облучения УФ–светом и т.д. Разрушение природной (нативной) макроструктуры белка называется **денатурацией**. В результате денатурации исчезает биологическая активность и снижается растворимость белков. Первичная структура белка при денатурации сохраняется.

# Биологические функции белков

- 1. *Строительная (структурная)*. Белки – основа протоплазмы любой клетки, основной структурный материал всех клеточных мембран.
- 2. *Каталитическая*. Все ферменты являются белками.
- 3. *Двигательная*. Все формы движения в живой природе осуществляются белковыми структурами клеток.

- 4. *Транспортная.* Белки крови транспортируют кислород, жирные кислоты, липиды, гормоны. Специальные белки переносят различные вещества через биомембраны.
- 5. *Гормональная.* Ряд гормонов относятся к белкам.
- 6. *Запасная.* Белки способны образовывать запасные отложения.

- 7. *Опорная.* Белки входят в состав костей скелета, сухожилий, суставов и т. д.
- 8. *Рецепторная.* Рецепторные белки играют важную роль в передаче нервного или гормонального сигнала в клетку – мишень.

# Классификация белков

- 1. По форме молекул различают фибриллярные (волоконистые) и глобулярные (корпускулярные) белки. Фибриллярные белки нерастворимы в воде. Глобулярные белки растворимы в воде или водных растворах кислот, оснований или солей. Из-за большого размера молекул образующиеся растворы являются коллоидными.

- Молекулы фибриллярных белков вытянуты в длину, нитеобразны и склонны группироваться одна около другой с образованием волокон. В некоторых случаях они удерживаются рядом благодаря многочисленным водородным мостикам. Молекулы глобулярных белков сложены в компактные клубочки. Водородные связи в этом случае внутримолекулярные, и площадь соприкосновения между отдельными молекулами невелика. В этом случае межмолекулярные силы относительно слабы.

- Фибриллярные белки служат основным строительным материалом. К их числу относят следующие белки: кератин – в коже, волосах, ногтях, рогах и перьях; коллаген – в сухожилиях; миозин – в мускулах; фиброин – в шёлке.

- Глобулярные белки выполняют ряд функций, связанных с поддержанием и регуляцией жизненных процессов, - функций, требующих подвижности и, следовательно, растворимости. К их числу относят следующие белки: все ферменты, многие гормоны, например инсулин (из поджелудочной железы), тироглобулин (из щитовидной железы), адренокортикотропный гормон (АКТГ) (из гипофиза); антитела, ответственные за аллергические реакции и обеспечивающие защиту от чужеродных организмов; альбумин яиц; гемоглобин, являющийся переносчиком кислорода из лёгких в ткани; фибриноген, который превращается в нерастворимый фибриллярный белок фибрин, что вызывает свёртывание крови.

- 2. По степени сложности белки разделяют на *простые* и *сложные*. При гидролизе простых белков получаются только аминокислоты. Сложные белки (протеиды) помимо собственно белковой части содержат небелковые остатки, называемые коферментами и простетическими группами.

- К простым белкам относят:
  - альбумины – водорастворимые белки, составляют 50% всех белков плазмы крови человека, содержатся в белке яиц, молоке, растениях;
  - глобулины – нерастворимые в воде белки, составляющие большую часть белков семян растений, особенно бобовых и масличных;
  - проламины – характерны исключительно для семян злаков. Они играют роль запасных белков. В их составе много пролина и глутаминовой кислоты;

- глютелины – содержатся в семенах злаков и бобовых растений;
- гистоны – присутствуют в ядрах клеток животных и растений, преобладают в белках хромосом;
- протамины – содержатся в половых клетках человека, животных и растений;
- протеиноиды – трудно растворимые белки с высоким содержанием серы – фибриллярные белки (фиброин – белок шёлка, кератины - белки волос, рогов, копыт, коллагены – белки соединительной ткани).

- К сложным белкам относят:
  - липопротейны = белок + липид.  
Образуются за счёт водородных связей и гидрофобного взаимодействия.  
Обязательные компоненты клеточных мембран, крови, мозга;
  - фосфопротейны = белок +  $\text{PO}_4^{3-}$   
(остаток фосфорной кислоты связан с серином и треонином). Играют важную роль в питании молодых организмов (казеин молока, вителлин и фосвитин яичного желтка, ихтулин икры рыб);

- металлопротеины = белок + металл (Cu, Ca, Fe, Mn, Zn, Ni, Mo, Se);
- гликопротеины = белок + углевод. К ним относятся фибриноген, протромбин (факторы свёртывания крови), гепарин (антисвёртывающее вещество), гормоны, интерферон (ингибитор размножения вирусов животных).

# Ссылка для прохождения тестирования

После изучения лекции необходимо пройти тестирование при помощи сервиса Гугл-формы.

Пожалуйста, корректно заполняйте поля ФИО, факультет и номер группы.

<https://clck.ru/N4aWh>

