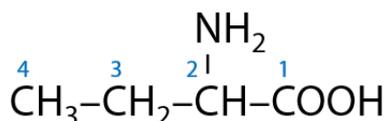




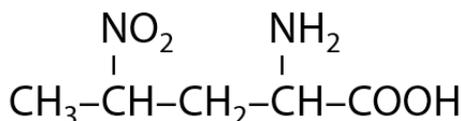
# Номенклатура

## Систематическая номенклатура (IUPAC)

Названия аминокислот строятся на названии соответствующих карбоновых кислот. Выбирается самая длинная углеродная цепь, включающая карбоксильную группу –COOH, и производится нумерация, начиная с карбоксильного атома углерода. Далее первоначально указываются названия всех заместителей с их положениями (номерами), положение аминогруппы и заканчивают количеством атомов углерода в самой длинной цепи и словом «**кислота**».



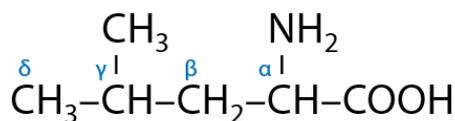
2-аминобутановая кислота



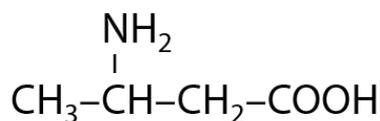
2-амино-4-нитропентановая кислота

## Рациональная номенклатура

Аналогично систематической номенклатуре, но используются тривиальные названия соответствующих карбоновых кислот. А положения любых заместителей и аминогруппы указываются в буквенном виде: α-, β-, γ-, δ- и так далее по греческому алфавиту, начиная с атома углерода, рядом с карбоксильной группой.



α-амино-γ-метилвалериановая кислота



β-аминомасляная кислота

## Тривиальные названия

На сегодняшний день IUPAC рекомендует к использованию тривиальные названия основных аминокислот. В таблице представлены только некоторые представители класса аминокислот:

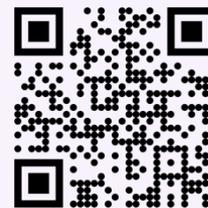
Формула аминокислоты	Номенклатура	
	Тривиальное название	Систематическая
$\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$	Глицин	Аминоэтановая кислота
$  \begin{array}{c}  \text{NH}_2 \\    \\  \text{CH}_3\text{-CH-COOH}  \end{array}  $	Аланин	2-аминопропановая кислота
$  \begin{array}{c}  \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \\    \quad   \\  \text{CH}_3\text{-CH-CH-COOH}  \end{array}  $	Валин	2-амино-3-метилбутановая кислота
$  \begin{array}{c}  \text{NH}_2 \\    \\  \text{HO-CH}_2\text{-CH-COOH}  \end{array}  $	Серин	2-амино-3-гидроксипропановая кислота



Вся теория по органике на нашем бесплатном курсе «Органика с НУЛЯ».

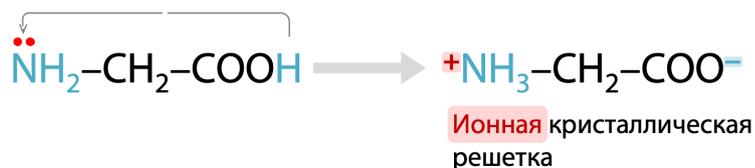
Соответствует ФГОС, более 1200 тестовых заданий.  
Вся школьная органика в одном месте:

[stepenin.ru/courses/organic10](https://stepenin.ru/courses/organic10)



## Физические свойства

В твердом виде и в водных растворах аминокислоты существуют в ионной форме: карбоксильная группа  $-\text{COOH}$  диссоциирует с образованием протона  $\text{H}^+$ , а аминогруппа  $-\text{NH}_2$  присоединяет его. Такое «самопротонирование» приводит к появлению двух зарядов в одной молекуле – отрицательный конец на карбоксильной группе и положительный конец на аминогруппе. Ионы с одновременным наличием двух разноименных зарядов называются «цвиттер-ионы»:

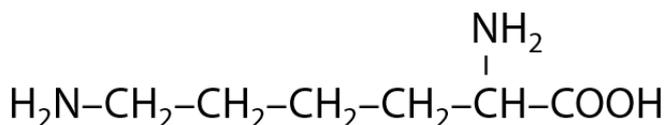


Ионное строение аминокислот обеспечивает их характерные свойства: твердые кристаллические вещества белого цвета, хорошо растворяются в воде и почти не растворяются в органических растворителях, имеют высокие температуры плавления и кипения. Многие представители аминокислот сладковатые на вкус (вспомните вкус таблеток «Глицин»).

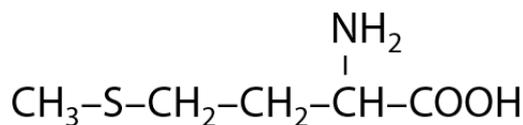
## Классификация

### По типу боковой цепи:

#### 1. Предельные

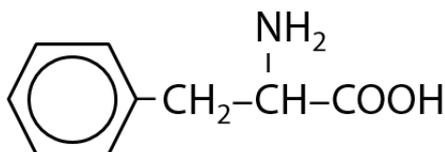
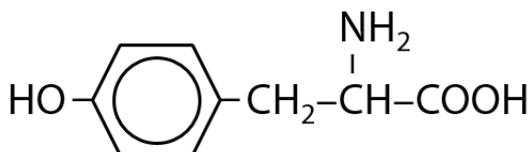


Лизин (2,6-диаминогексановая кислота)

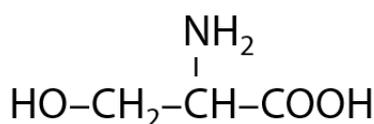
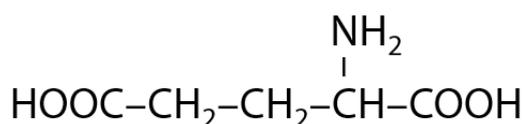


Метионин (2-амино-4-метилтиобутановая кислота)

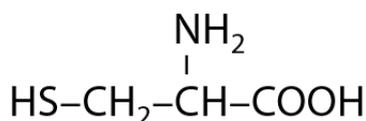
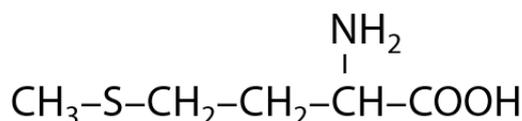
## 2. Ароматические

Фенилаланин  
(2-амино-3-фенилпропановая кислота)Тирозин  
(2-амино-3-(п-гидроксифенил)пропановая кислота)**По наличию гетероатома в боковой цепи:**

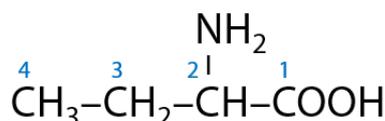
## 1. Кислородсодержащие

Серин  
(2-амино-3-гидроксипропановая кислота)Глутаминовая кислота  
(2-аминопентандиовая кислота)

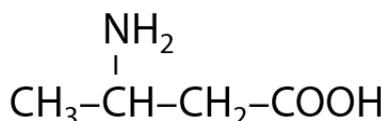
## 2. Серосодержащие

Цистеин  
(2-амино-3-меркаптопропановая кислота)Метионин  
(2-амино-4-метилтиобутановая кислота)**Изомерия****Структурная изомерия:**

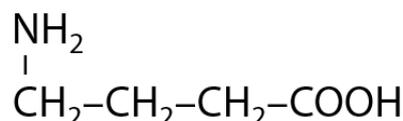
## 1. Положения аминогруппы



2-аминобутановая кислота

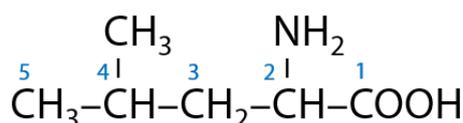


3-аминобутановая кислота

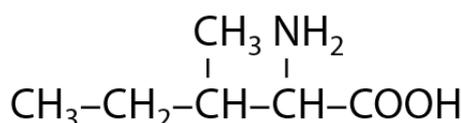


4-аминобутановая кислота

## 2. Положения заместителя



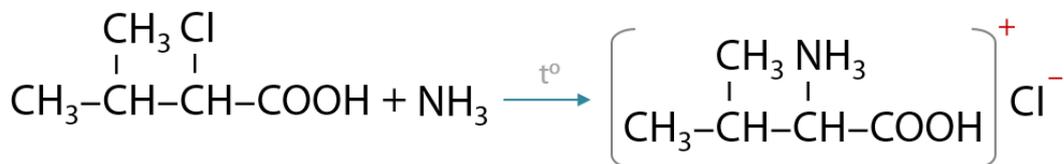
2-амино-4-метилпентановая кислота



2-амино-3-метилпентановая кислота



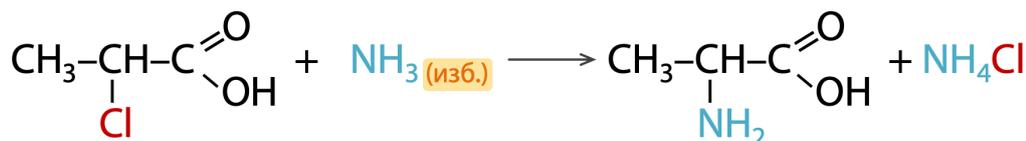
2. **Из карбоновых кислот.** Карбоновые кислоты вступают в реакцию с галогенами в присутствии красного фосфора, а далее галогенпроизводные обрабатывают аммиаком, получая аминокислоты:



❗ Аминокислоты образуют с кислотами соли. Продукт — валин сразу взаимодействует с хлороводородом:



Также в последнем процессе возможно образование аналогов аммониевых солей. А в избытке аммиака образуется целевой продукт – аминокислота:

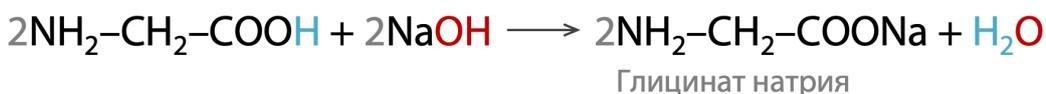


## Химические свойства

Наличие двух функциональных групп – аминогруппы –NH<sub>2</sub> и карбоксильной группы –COOH – обеспечивает химические свойства аминокислот как у класса аминов и карбоновых кислот совместно.

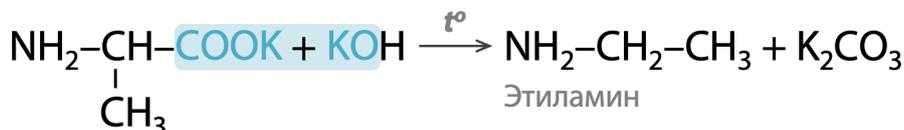
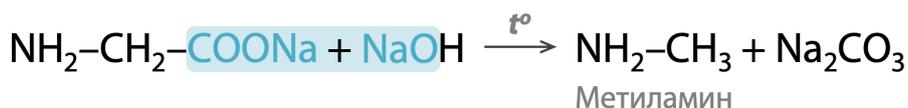
### Реакции по –COOH группе (аналогично карбоновым кислотам):

1. **С металлами и щелочами NaOH/КОН.** Как и карбоновые кислоты, аминокислоты взаимодействуют с металлами и щелочами с образованием солей:





3. **Декарбоксилирование.** При нагревании солей аминокислот анионного типа со щелочами протекает процесс декарбоксилирования с образованием амина:

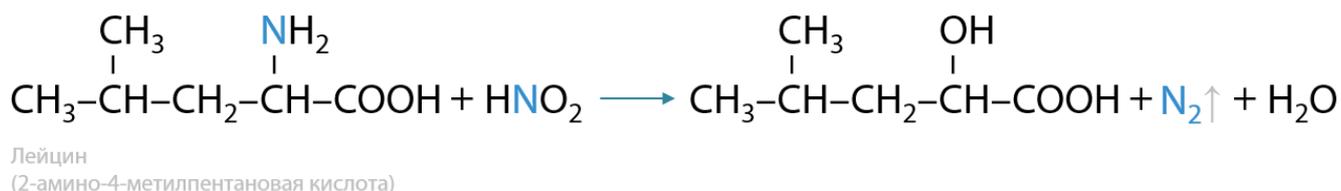


## Реакции по $-\text{NH}_2$ группе (аналогично аминам):

1. **С неорганическими кислотами.** Аминогруппа проявляет основные свойства за счет наличия неподеленной электронной пары на атоме азота и может присоединять протон. В результате реакции образуется соль:

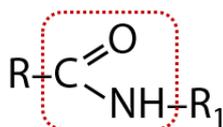


2. **С азотистой кислотой.** Как и первичные амины, аминокислоты реагируют с азотистой кислотой с выделением бесцветного газа  $\text{N}_2$ , а аминогруппа замещается на гидроксигруппу  $-\text{OH}$  (см. конспект «Амины»):



## Образование пептидов

Важнейшее свойство аминокислот – образование пептидов. Пептиды – вещества, состоящие из нескольких остатков аминокислот, соединенных пептидной (амидной) связью.



Пептидная связь  
(амидная связь)

Пептиды образуются при взаимодействии нескольких аминокислот друг с другом: карбоксильная группа  $-\text{COOH}$  одной молекулы может взаимодействовать с  $-\text{NH}_2$  группой второй молекулы и т.д.

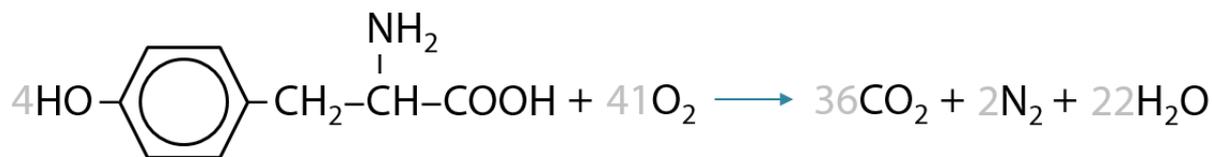


Заметим, что в структуре полученного дипептида (состоит из двух остатков аминокислот) остаются и аминогруппа, и карбоксильная группа, а значит реакция может продолжиться по любому из этих двух концов.

Образующиеся олигопептиды (состоят из 10 – 50 остатков аминокислот) или полипептиды (состоят из более чем 50 остатков аминокислот) из-за громоздкости формул записывают с применением трехбуквенных обозначений остатков аминокислот.

## Горение

Большинство аминокислот содержат в своем составе атомы углерода, водорода, кислорода и азота, а значит будут сгорать с образованием углекислого газа  $\text{CO}_2$ , воды  $\text{H}_2\text{O}$  и азота  $\text{N}_2$ .



Тирозин  
(2-амино-3-(п-гидроксифенил)пропановая кислота)

Горение серосодержащих аминокислот и веществ других классов приводит к появлению еще одного продукта – сернистого газа  $\text{SO}_2$ .



Цистеин  
(2-амино-3-меркаптопропановая кислота)



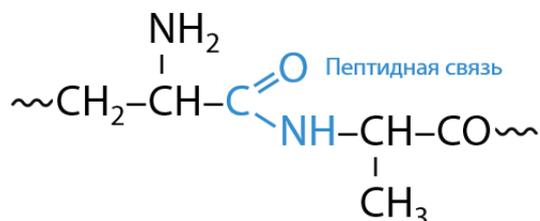
Свыше 1500 бесплатных заданий и органических цепочек есть на нашем сайте.

Быстрее туда, решать!

[stepenin.ru/tasks/organic](https://stepenin.ru/tasks/organic)

# Пептиды и белки

Пептиды (с греч. «*питательный, перевариваемый*») – продукты поликонденсации α-аминокислот, состоящие из двух и более аминокислотных остатков, содержащие в своем строении пептидную (амидную) связь –CO–NH–, внутри которой наблюдается сопряжение:



Фрагмент полипептидной цепи  
(два остатка аланина)



Пептиды можно разделить на три класса:

Классы пептидов	Характеристика
Простые пептиды	Содержат до 10 остатков аминокислот
Олигопептиды	Содержат от 10 до 50 остатков аминокислот
Полипептиды (белки, протеины)	Содержат более 50 остатков аминокислот

**Белки или протеины** (с греч. «*первый, важный*») – подкласс пептидов, вещества с большой молекулярной массой, состоящие из одной или нескольких полипептидных цепей. При учете одинакового химического строения белки принципиально отличаются от пептидов только длиной цепи и молекулярной массой.

Вся теория по органике на нашем бесплатном курсе «Органика с НУЛЯ».

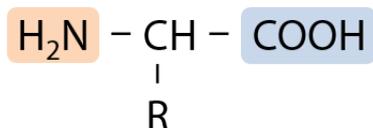
Соответствует ФГОС, более 1200 тестовых заданий.  
Вся школьная органика в одном месте:

[stepenin.ru/courses/organic10](https://stepenin.ru/courses/organic10)

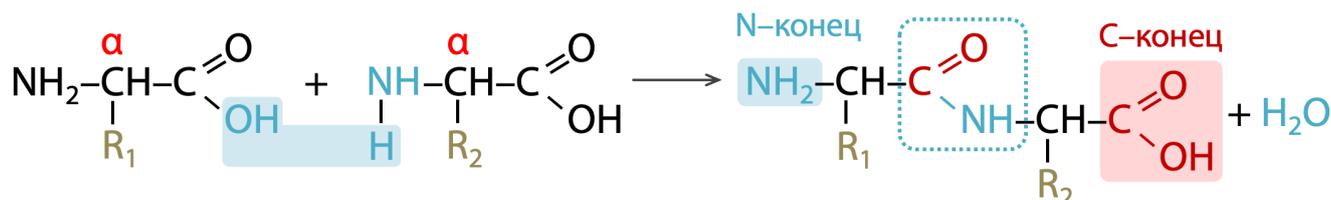


## Строение

Аминокислоты в общем виде можно представить следующим образом: пусть в дальнейших записях аминогруппа  $\text{-NH}_2$  будет всегда слева, а карбоксильная группа  $\text{-COOH}$  справа.

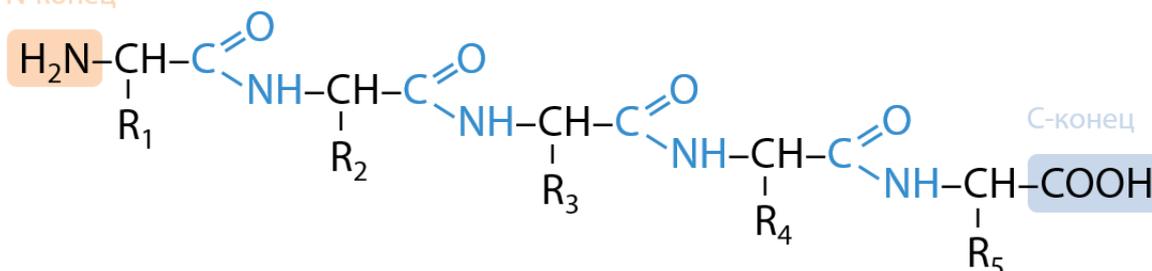


Образование пептидной связи удобно представлять на основе реакции между аминокислотами:



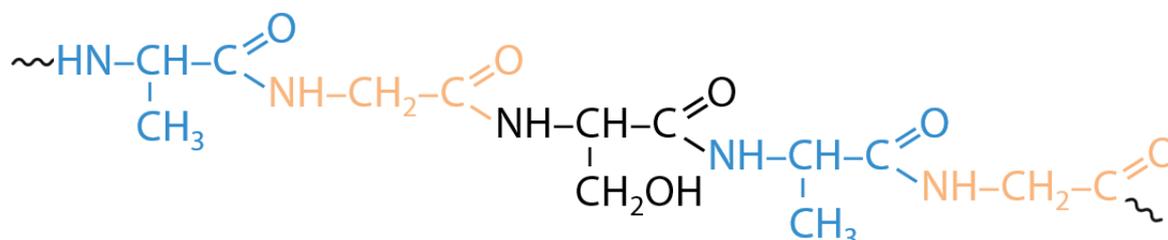
Все пептиды и белки имеют неразветвленное строение и состоят из двух чередующихся фрагментов – пептидной (амидной) связи  $\text{-CO-NH-}$  и атома углерода с боковой цепью аминокислоты  $\text{-CH-R}$ .

N-конец



Конец цепи, при котором находится свободная аминогруппа, называется N-конец, а тот, при котором находится свободная карбоксильная группа – C-конец.

Молекулы пептидов несимметричны, а значит свойства пептидов зависят не только от природы используемых аминокислот, но и от того, в каком порядке они связаны между собой. Специфичная последовательность аминокислот определяет **первичную структуру** пептидов и белков:



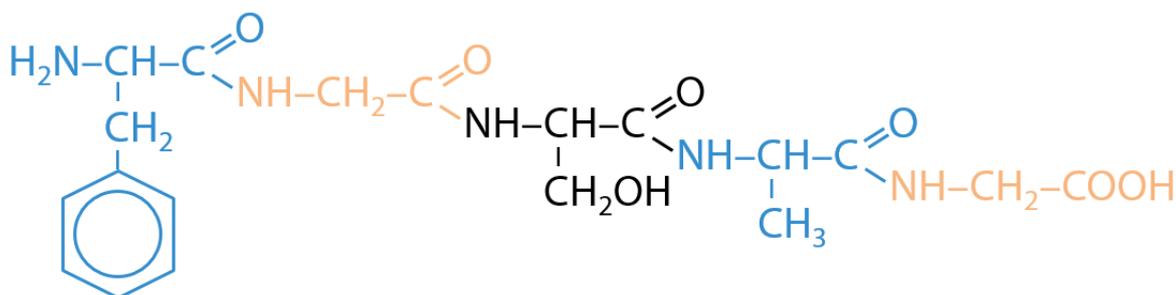
...аланил-глицил-серил-аланил-глицил-...

(фрагмент полипептидной цепи из пяти аминокислотных остатков)

## Номенклатура

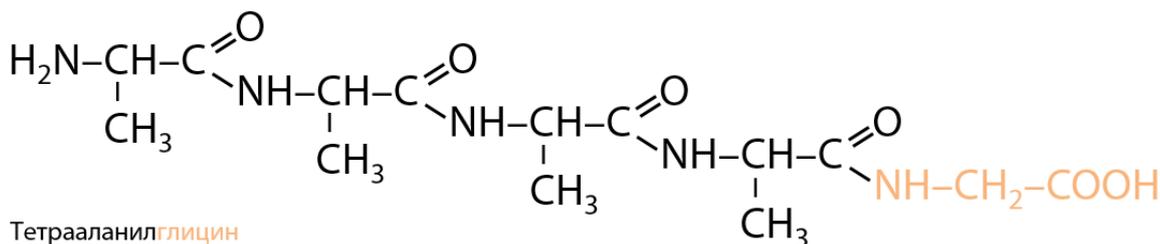
Формирование названия полипептида производится по названиям аминокислот, которые использовались для его синтеза.

Тривиальные названия всех аминокислот, входящих в состав полипептидной цепи, кроме последней правой, изменяются только в окончании: «**ин**» заменяется на «**ил**». Таким образом, аминокислотные остатки перечисляют слева направо, т.е. с N-конца до C-конца. Дойдя до последнего аминокислотного остатка, добавляется и его название без изменений:

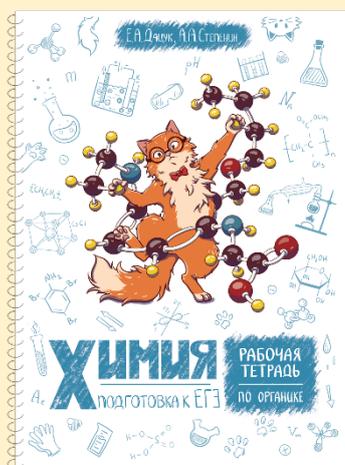


Фенилаланил-глицил-серил-аланил-глицин  
(пентапептид)

Если в структуре полипептидной цепи встречается несколько одинаковых аминокислотных остатков друг за другом, то для упрощения используются приставки ди-, три-, тетра- и т.д.



Тетрааланилглицин  
(пентапептид)



Еще больше информации и письменных заданий в нашей бумажной рабочей тетради.

Это полный курс органической химии для 10 класса и подготовки к ЕГЭ на 176 цветных страницах с картонной обложкой на пружине.

Подробнее о ней на сайте:

[stepenin.ru/tasks/organic-book/book](http://stepenin.ru/tasks/organic-book/book)



## Тривиальные названия

Многие пептиды и белки имеют тривиальные названия. Они используются для упрощения, т.к. формирование полноценного названия, исходя из природы и количества аминокислотных остатков, затруднено в устной речи.

Например, **вазопрессин** – пептид гипоталамуса, содержащий 9 аминокислотных остатков, регулирующий тонус мышц, агрессивное поведение и вывод воды из почек.

### Cys–Tyr–Phe–Gln–Asn–Cys–Pro–Lys–Gly

Лизин-вазопрессин  
(Цистеил-тирозил-фенилаланил-глутамил-аспарагил-цистеил-пролил-лизил-глицин)

Или **кассинин** – нейропептид лягушки Кассины, содержащий 12 аминокислотных остатков, отвечающий за передачу сигналов нервного импульса:

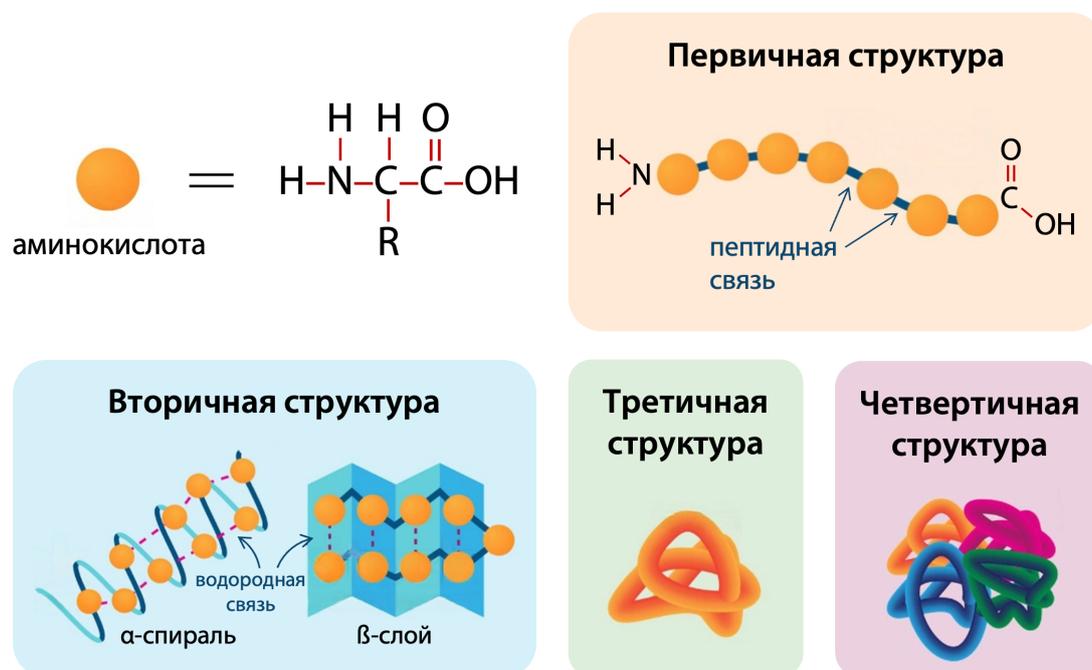
### Asp–Val–Pro–Lys–Ser–Asp–Gln–Phe–Val–Gly–Leu–Met–NH<sub>2</sub>

Кассинин  
(Аспарагил-валил-пролил-лизил-серил-аспарагил-глутамил-фенилаланил-валил-глицил-лейцил-метионинамид)

## Физические свойства

Пептиды и белки не имеют обобщенных физических свойств, т.к. отличаются друг от друга не только последовательностью аминокислот, но и характером скручивания и соединения полипептидных цепей за счет водородных и ковалентных связей.

Строение пептидов и белков:



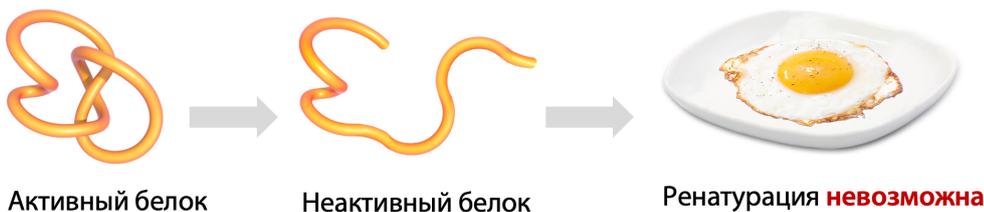
Некоторые пептиды и белки растворимы в воде или разбавленных солевых растворах – они называются альбумины. Пептиды, растворимые в спирте – проламины, а растворимые в разбавленных щелочах или кислотах – глютелины.

У пептидов и белков нет характерной температуры плавления и кипения. Они будут изменяться в зависимости от способа получения пептиды или белка, от способа его выделения из раствора и от температуры и влажности в помещении во время исследования.

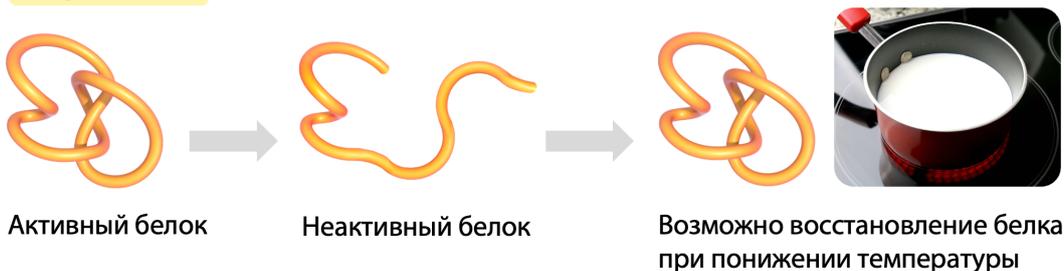
## Химические свойства

1. **Денатурация.** Бывает необратимой и обратимой (обратный процесс – **ренатурация**). Белки и пептиды под воздействием температуры, излучения или изменении кислотности среды могут изменять свое пространственное строение и терять характерные свойства. Разрушаются только водородные связи, первичная структура не изменяется:

### Необратимая

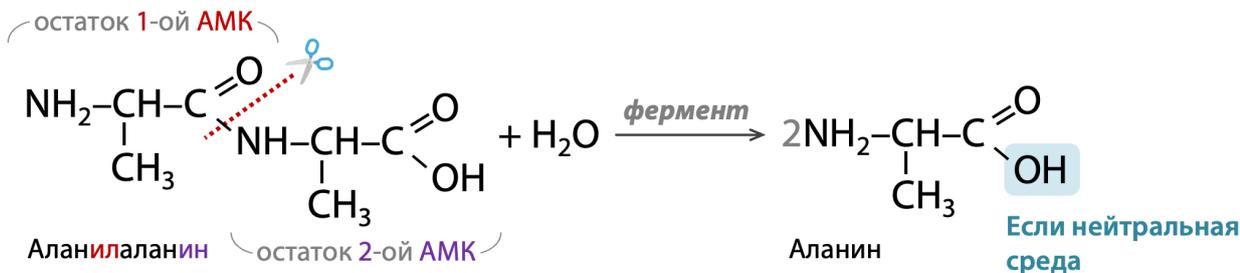


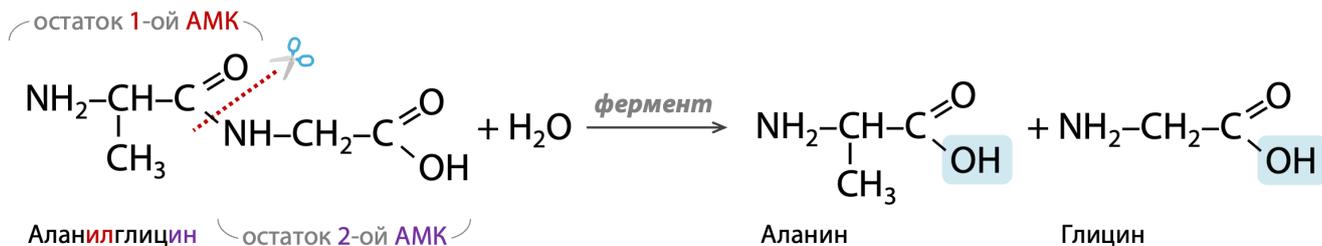
### Обратимая



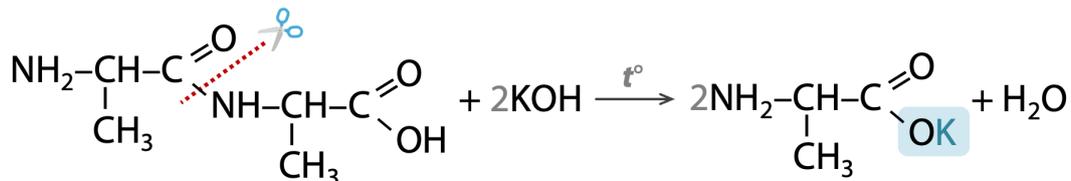
Классический и самый яркий пример денатурации – приготовление куриных яиц любым температурным методом (например, на сковороде). Яичные белки прозрачные и жидкие и являются альбуминами, но при воздействии нагревания или микроволнового излучения теряют свои характерные свойства, становятся твердыми и белыми, а также перестают растворяться в воде.

2. **Гидролиз.** Разрушение белков и пептидов под действием щелочей или кислот, а также специальных ферментов – протеаз, которые катализируют разрушение полипептидной цепи при воздействии воды. Гидролиз проходит до образования аминокислот или их солей:

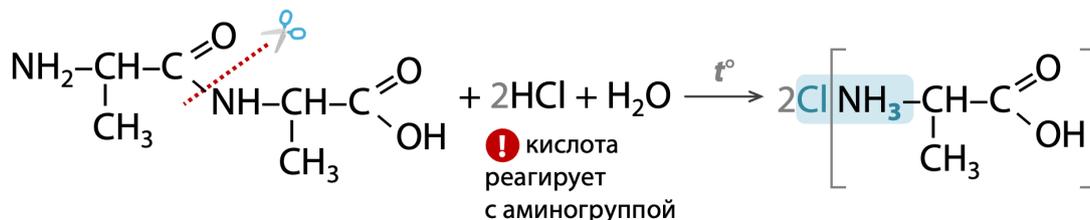




При использовании щелочей NaOH/KOH помимо гидролиза пептидов параллельно происходит образование солей из получившихся аминокислот. Реакция проходит по карбоксильной группе, побочным продуктом является вода:

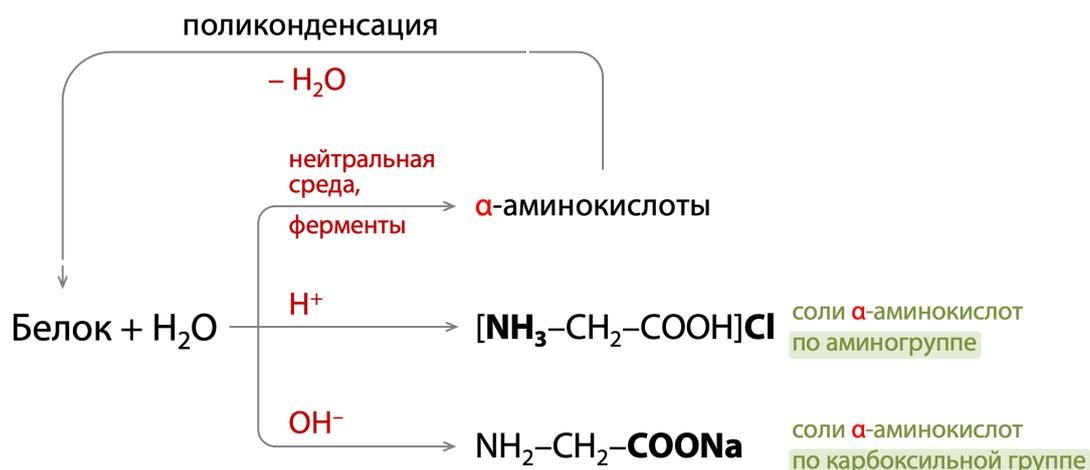


При использовании кислот помимо гидролиза пептидов тоже образуются соли, но реакция проходит уже по аминогруппе –NH<sub>2</sub>:



Заметьте, что при использовании неорганической кислоты в качестве гидролизующего агента воду необходимо дописывать в реагентах.

**Сравнительная схема по гидролизу пептидов и белков (разрушение первичной структуры):**



## Качественные реакции с участием белков

Белок +  $\text{Cu}(\text{OH})_2 \longrightarrow$   медный комплекс  
фиолетового цвета  
биуретовая реакция

Белок с остатками ароматических АК +  $\text{HNO}_3$  (конц.)  $\xrightarrow{t^\circ}$   продукты нитрования  
окрашены в желтый  
ксантопротеиновая реакция

Белок +  $\text{NaOH} + (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} \xrightarrow{t^\circ} \text{PbS} \downarrow$   выпадает  
черный осадок  
тест на содержание серы



При горении белка  
пахнет жжеными перьями



Свыше 1500 бесплатных заданий и органических цепочек есть на нашем сайте.

[stepenin.ru/tasks/organic](https://stepenin.ru/tasks/organic)

Быстрее туда, решать!