

# **Химический состав клетки**

***“ В природе ничего другого нет,  
ни здесь, ни там, в космических глубинах,  
все: от песчинок малых до планет –  
из элементов состоит единых”***

***(С. Щипачев)***

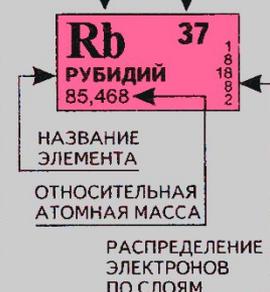
# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

www.calc.ru



Д.И. Менделеев  
1834–1907

СИМВОЛ ЭЛЕМЕНТА      ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР



Периоды	Ряды	Г Р У П П Ы   Э Л Е М Е Н Т О В																Энергетический уровень		
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII			a	
		a	б	a	б	a	б	a	б	a	б	a	б	a	б	б				
1	1	<b>H</b> водород 1,008																<b>He</b> гелий 4,003	2	
2	2	<b>Li</b> литий 6,941	<b>Be</b> бериллий 9,0122	<b>B</b> бор 10,811		<b>C</b> углерод 12,011		<b>N</b> азот 14,007		<b>O</b> кислород 15,999		<b>F</b> фтор 18,998						<b>Ne</b> неон 20,179	10	
3	3	<b>Na</b> натрий 22,99	<b>Mg</b> магний 24,312	<b>Al</b> алюминий 26,982		<b>Si</b> кремний 28,086		<b>P</b> фосфор 30,974		<b>S</b> сера 32,064		<b>Cl</b> хлор 35,453						<b>Ar</b> аргон 39,948	18	
4	4	<b>K</b> калий 39,102	<b>Ca</b> кальций 40,08	<b>Sc</b> скандий 44,956		<b>Ti</b> титан 47,956		<b>V</b> ванадий 50,941		<b>Cr</b> хром 51,996		<b>Mn</b> марганец 54,938		<b>Fe</b> железо 55,849	<b>Co</b> кобальт 58,933	<b>Ni</b> никель 58,7				
	5	<b>Cu</b> медь 63,546	<b>Zn</b> цинк 65,37	<b>Ga</b> галлий 69,72		<b>Ge</b> германий 72,59		<b>As</b> мышьяк 74,922		<b>Se</b> селен 78,96		<b>Br</b> бром 79,904						<b>Kr</b> криптон 83,8	36	
5	6	<b>Rb</b> рубидий 85,468	<b>Sr</b> стронций 87,62	<b>Y</b> иттрий 88,906		<b>Zr</b> цирконий 91,22		<b>Nb</b> ниобий 92,906		<b>Mo</b> молибден 95,94		<b>Tc</b> технеций [99]		<b>Ru</b> рутений 101,07	<b>Rh</b> родий 102,906	<b>Pd</b> палладий 106,4				
	7	<b>Ag</b> серебро 107,868	<b>Cd</b> кадмий 112,41	<b>In</b> индий 114,82		<b>Sn</b> олово 118,69		<b>Sb</b> сурьма 121,75		<b>Te</b> теллур 127,6		<b>I</b> йод 126,905						<b>Xe</b> ксенон 131,3	54	
6	8	<b>Cs</b> цезий 132,905	<b>Ba</b> барий 137,34	57–71 лантаноиды			<b>Hf</b> гафний 178,49		<b>Ta</b> тантал 180,948		<b>W</b> вольфрам 183,85		<b>Re</b> рений 186,207	<b>Os</b> осмий 190,2	<b>Ir</b> ирридий 192,22	<b>Pt</b> платина 195,09				
	9	<b>Au</b> золото 196,967	<b>Hg</b> ртуть 200,59	<b>Tl</b> таллий 204,37		<b>Pb</b> свинец 207,19		<b>Bi</b> висмут 208,98		<b>Po</b> полоний [210]		<b>At</b> астат [210]						<b>Rn</b> радон [222]	86	
7	10	<b>Fr</b> франций [223]	<b>Ra</b> радий [226]	89–103 актиноиды			<b>Rf</b> резерфордий [261]		<b>Db</b> дубний [262]		<b>Sg</b> сигборгий [263]		<b>Bh</b> борий [262]	<b>Hn</b> ханний [265]	<b>Mt</b> мейтнерий [265]	<b>110</b>				
ВЫШНИЕ ОКСИДЫ		$R_2O$		$RO$		$R_2O_3$		$RO_2$		$R_2O_5$		$RO_3$		$R_2O_7$		$RO_4$				
ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ						$RH_4$		$RH_3$		$H_2R$		$HR$								

- s-элементы
- p-элементы
- d-элементы
- f-элементы

## Л А Н Т А Н О И Д Ы

57 <b>La</b> лантан 138,906	58 <b>Ce</b> церий 140,12	59 <b>Pr</b> празеодим 140,908	60 <b>Nd</b> неодим 144,24	61 <b>Pm</b> прометий [145]	62 <b>Sm</b> самарий 150,4	63 <b>Eu</b> европий 151,96	64 <b>Gd</b> гадолиний 157,25	65 <b>Tb</b> тербий 158,926	66 <b>Dy</b> диспрозий 162,5	67 <b>Ho</b> гольмий 164,93	68 <b>Er</b> эрбий 167,26	69 <b>Tm</b> тулий 168,934	70 <b>Yb</b> иттербий 173,04	71 <b>Lu</b> лютеций 174,97
-----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

## А К Т И Н О И Д Ы

89 <b>Ac</b> актиний [227]	90 <b>Th</b> торий 232,038	91 <b>Pa</b> протактиний [231]	92 <b>U</b> уран 238,29	93 <b>Np</b> нептуний [237]	94 <b>Pu</b> плутоний [244]	95 <b>Am</b> амерций [243]	96 <b>Cm</b> кюриум [247]	97 <b>Bk</b> берклиум [247]	98 <b>Cf</b> калifornий [251]	99 <b>Es</b> эйнштейний [254]	100 <b>Fm</b> фермий [257]	101 <b>Md</b> менделеев [258]	102 <b>No</b> нобелий [259]	103 <b>Lr</b> лоуренций [260]
----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------

Из всех известных в настоящее время элементов таблицы Менделеева более половины обнаружено в составе клетки.

# Содержание химических элементов в земной коре и организме человека в %

Химический элемент	Земная кора	Морская вода	Живые организмы
O	49,2	8,8	67-75
C	0,4	0,0035	15-18
H	1,0	10,67	8-10
N	0,04	0,37	1,5-3,0
P	0,1	0,003	0,20-1,0
S	0,15	0,09	0,15-0,2
K	2,35	0,04	0,15-0,4
Ca	3,25	0,05	0,04-2,0
Cl	0,2	0,06	0,05-0,1
Mg	2,35	0,14	0,02-0,03
Na	2,4	1,14	0,02-0,03
Fe	4,2	0,00015	0,01-0,015



# Вещества в составе организмов



# Функции воды в клетке

- 1. Вода является хорошим растворителем.** Когда вещество переходит в раствор, его молекулы или ионы могут двигаться более свободно и, следовательно, реакционная способность вещества возрастает.
  - Гидрофильные (растворимые в воде)
  - Гидрофобные (нерастворимые в воде).
- 2. Вода обладает высокой теплоемкостью,** т.е. способностью поглощать тепловую энергию при минимальном повышении собственной температуры. Большая теплоемкость воды защищает ткани организма от быстрого и сильного повышения температуры. Многие организмы охлаждаются, испаряя воду.
- 3. Вода обладает высокой теплопроводностью,** обеспечивая равномерное распределение тепла по всему организму.
- 4. Вода практически не сжимается,** создавая тургорное давление, определяя объем и упругость клеток и тканей.
- 5. Вода характеризуется оптимальным для биологических систем значением силы поверхностного натяжения,** которое возникает благодаря образованию водородных связей между молекулами воды и молекулами других веществ. Благодаря силе поверхностного натяжения происходит капиллярный кровоток, восходящий и нисходящий токи растворов.

# Функции минеральных веществ

Большая часть минеральных веществ клетки находится в виде солей, диссоциированных на ионы, либо в твердом состоянии.

1. **Кристаллические включения входят в состав опорных структур** одноклеточных (минеральный скелет радиолярий) и многоклеточных организмов: минеральные вещества костной ткани, раковин моллюсков, хитина ( $\text{CaCO}_3$  и  $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$  и др.).
2. **Определяют буферные свойства.** Когда кислотность (концентрация ионов  $\text{H}^+$ ) увеличивается, свободные анионы, источником которых является соль, легко соединяются со свободными ионами  $\text{H}^+$  и удаляют их из раствора. Когда кислотность снижается, высвобождаются дополнительно ионы  $\text{H}^+$ . Так обеспечивается рН среды (кислая либо щелочная реакция среды).
3. **Обеспечивают осмотическое давление.**
4. Соединения N, P, Ca и др. неорганические вещества **используются для синтеза органических молекул** (аминокислот, белков, нуклеиновых кислот и др.).
5. Ионы некоторых металлов (Mg, Ca, Fe, Zn, Cu) **являются компонентами многих ферментов, гормонов и витаминов или активируют их.** Например, ион Fe входит в состав гемоглобина крови, ион Zn – гормона инсулина.

**Углеводы, или сахараиды** – органические соединения, в состав которых входят в основном три химических элемента – С, Н, О.

Входят в состав клеток всех живых организмов

(в животных клетках составляют 1-5%, в растительных – до 90%).

**Общая формула углеводов –  $C_m(H_2O)_n$**

**Моносахариды**  
(греч. monos – один)  
( глюкоза, фруктоза,  
рибоза,  
дезоксирибоза)

**Бесцветные,  
кристаллические,  
растворяются в воде,  
сладкие на вкус**

**Олигосахариды,  
или дисахариды**  
(греч. oligos –  
немного)  
(сахароза, мальтоза,  
лактоза)

**Бесцветные,  
кристаллические,  
растворяются в воде,  
сладкие на вкус**

**Полисахариды**  
(греч. poly – много)  
(крахмал, гликоген,  
целлюлоза, хитин)

**Плохо или совсем не  
растворяются в воде,  
не имеют сладкого  
вкуса**

# Функции углеводов

- 1. Энергетическая.** При окислении 1г углеводов выделяется 17,6 кДж энергии.
- 2. Запасаящая.** При избытке накапливаются в клетке в качестве запасяющих веществ (крахмал – в растительной клетке, гликоген в животной) и при необходимости используются организмом как источник энергии (при прорастании семян, интенсивной мышечной работе, длительном голодании).
- 3. Строительная, или структурная.** Целлюлоза – основа оболочки растительных клеток (20-40% материала клеточных стенок, а волокна хлопка – почти чистая целлюлоза), хитин входит в состав клеточных стенок некоторых простейших и грибов и встречается у отдельных групп животных, например входит в состав покровов членистоногих.
- 4. Защитная.** Так, камеди (смолы, выделяющиеся при повреждении стволов и веток растений, например: слив, вишен), препятствующие проникновению в раны болезнетворных организмов, являются производными моносахаридов. Твердые клеточные стенки одноклеточных и хитиновый покров членистоногих, в состав которых входят углеводы, также выполняют защитные функции.
- 5. Регуляторная.** Выполняют функцию рецепторов в составе гликопротеидов в клеточных мембранах.

**Липиды** – обширная группа жиров и жироподобных веществ, которые содержатся во всех живых клетках.  
Содержание липидов в клетках колеблется от 5 до 90 %.

### **Простые:**

#### ***Нейтральные жиры***

- жиры (остаются твердыми при  $t=20^{\circ}\text{C}$ )
- масла (при  $t=20^{\circ}\text{C}$  становятся жидкими)

***Воска́*** – сложные эфиры, образуемые жирными кислотами и многоатомными спиртами.

### **Сложные:**

***Фосфолипиды*** – по структуре сходны с жирами, но в их молекуле один или два остатка жирных кислот замещены остатком фосфорной кислоты.

***Гликолипиды*** – сложные соединения с углеводами.  
***Липопротеиды*** – сложные соединения с белками.

# Функции липидов

1. **Энергетическая** (при окислении 1 г жира выделяется 38,9 кДж энергии).
2. **Запасающая** (запас питательных веществ).
3. **Водообразующая** (при окислении жиров образуется вода, например в организме человека – около 350 мл в сутки). У животных пустыни при расщеплении 1 кг жира выделяется 1,1 кг воды.
4. **Защитная** (воск предохраняет растительную клетку от механических повреждений, а подкожный жир у животных – от высоких и низких температур и является амортизатором для органов).
5. **Строительная** (фосфолипиды, липопротеины, гликолипиды входят в состав мембран клеток). Холестерин является предшественником гормонов (надпочечников, семенников, яичников).
6. **Регуляторная**. Многие производные липидов (например, гормоны коры надпочечников, половых желез, витамины А, D, E), участвуют в обменных процессах, происходящих в организме.

**Белки** – высокомолекулярные соединения, биополимеры, мономерами которых являются аминокислоты, связанные пептидными связями.

Кроме С, О, Н, N в состав белков могут входить S, P, Fe.

Содержание белков в различных клетках может колебаться от 50-80%.

В клетках разных организмов встречается свыше 170 различных аминокислот, но бесконечное разнообразие белков создается за счет различного сочетания всего 20 аминокислот. Из них может быть образовано 2 432 902 008 176 640 000 комбинаций.

**Простые:**

в состав  
входят только  
аминокислоты

**Сложные**

(в составе есть  
небелковая часть):

- Липопротеины
- Хромопротеины
- Гликопротеины
- Нуклеопротеины

# Общая формула аминокислоты



**Заменимые** – синтезируются в организме животных;

**Незаменимые** – не синтезируются в организме животных (валин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан и фенилаланин).

# Уровни структурной организации белков (конформации)

Уровень	Строение	Связи
Первичная структура	Последовательность аминокислот в полипептидной цепи	Пептидные
Вторичная структура	Упорядоченное расположение отдельных участков полипептидной цепи в виде спиралей или складок	Водородные связи между СО- и NH-группами разных аминокислотных остатков полипептидной цепи
Третичная структура	Специфическая для каждого белка конфигурация, имеющая вид клубка (глобула)	Ионные, водородные, дисульфидные (-S-S-), гидрофобные
Четвертичная структура (не для все белков)	Соединение нескольких глобул в сложный комплекс	Ионные, водородные, дисульфидные (-S-S-), гидрофобные

Утрата белковой молекулой своей структуры называется *денатурация*.

# Функции белков

1. **Структурная** – образуют основу цитоплазмы, входят в состав мембранных структур, рибосом, хромосом. Коллаген – составной компонент соединительной ткани, кератин – компонент перьев, волос, рогов, ногтей, эластин – эластичный компонент связок, стенок кровеносных сосудов.
2. **Каталитическая** – белки – ферменты (более 1000).
3. **Транспортная** – транспорт O<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub> (белок гемоглобулин), жирных кислот (белок альбумин). Белки-переносчики осуществляют перенос веществ через клеточные мембраны.
4. **Защитная** – антитела в крови блокируют чужеродные белки, интерфероны – универсальные противовирусные белки, фибриноген, тромбин предохраняют организм от кровопотери, образуя тромб..
5. **Регуляторная** – гормоны (инсулин, регулирующий содержание глюкозы в крови).
6. **Энергетическая** (при окислении 1 г белков выделяется 17,6 кДж энергии).
7. **Запасающая** – накапливаются в запас для питания развивающегося организма (казеин молока, овальбумин яиц, белки семян).
8. **Рецепторная** – являются рецепторами мембран, участвуют в восприятии и передаче сигналов.

**Нуклеиновые кислоты – биополимеры, мономерами которых являются нуклеотиды.**

Самые крупные из молекул, образуемых живыми организмами. Их молекулярная масса может быть от 10 000 до нескольких миллионов углеродных единиц.

Локализованы в ядре, цитоплазме, митохондриях, пластидах, рибосомах.

**ДНК**

Дезокси-  
рибонуклеиновая  
кислота

**РНК**

Рибонуклеиновая  
кислота  
иРНК, рРНК,  
тРНК

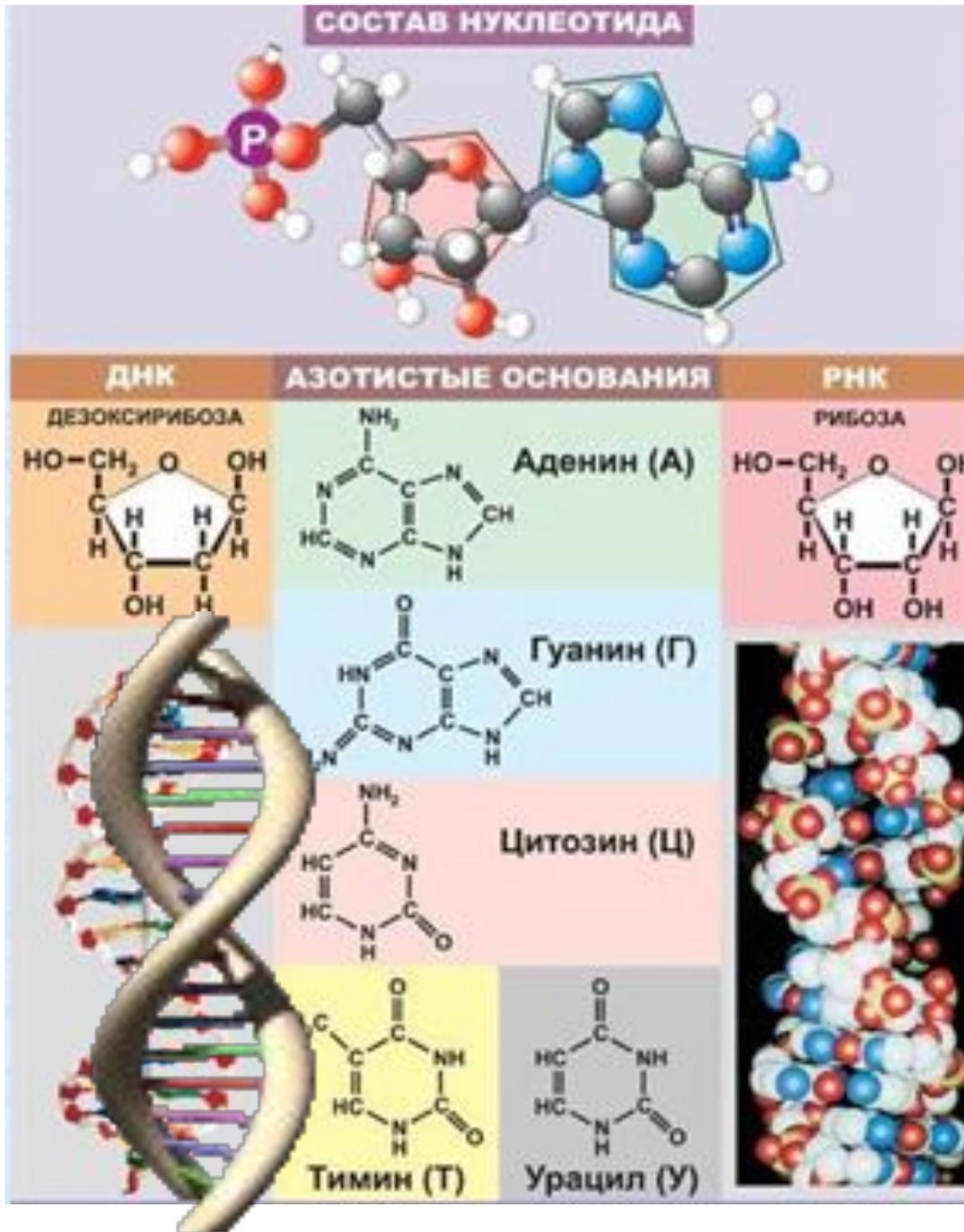
## Строение ДНК:

-Состоит из двух спирально закрученных цепей, соединенными друг с другом водородными связями (двойная спираль);

-Нуклеотиды содержат дезоксирибозу, остаток фосфорной кислоты, одно из четырех азотистых оснований:

- Аденин,
- Гуанин,
- Цитозин,
- Тимин;

-Принцип комплементарности:



## Строение РНК:

- Состоит из одной цепи значительно меньших размеров. Молекула РНК может содержать от 75 до 10 000 нуклеотидов;

- Нуклеотиды содержат рибозу, остаток фосфорной кислоты, одно из четырех азотистых оснований:

- Аденин,
- Гуанин,
- Цитозин,
- Урацил;

# Типы РНК

***Рибосомные РНК (рРНК)*** синтезируются в ядрышке и составляют примерно 85% всех РНК клетки. Они входят в состав рибосом и участвуют в формировании активного центра рибосомы, где происходит процесс биосинтеза белка.

***Информационные, или матричные, РНК (иРНК)*** Составляют около 5% клеточной РНК. Синтезируются на участке одной из цепей молекулы ДНК и передают информацию о структуре белка из ядра клеток к рибосомам, где происходит синтез белковой цепочки из отдельных аминокислот. В зависимости от объема копируемой информации молекула иРНК может иметь различную длину.



**АТФ (аденозинтрифосфат)** – универсальный хранитель и переносчик энергии в клетке.

Состоит из азотистого основания аденина, углевода рибозы и трех остатков фосфорной кислоты.



При отделении третьего и второго остатков фосфорной кислоты освобождается большое количество энергии (40 к Дж), поэтому связь между этими остатками фосфорной кислоты называют макроэргической. Связь между рибозой и первым остатком фосфорной кислоты макроэргической не является, при ее расщеплении выделяется всего около 17 к Дж энергии.

# **Генетический код. Синтез белков в клетке**

# Генетический код

Информация о строении и жизнедеятельности как каждой клетки, так и всего многоклеточного организма в целом заключена в нуклеотидной последовательности ДНК. Эта информация получила название генетического кода.

**Генетический код** – определенное сочетание нуклеотидов и их последовательное расположение.

Каждой аминокислоте белка соответствует последовательность из трех расположенных друг за другом нуклеотидов ДНК – *триплет*, или *кодон*.

К настоящему времени составлена карта генетического кода, т.е. известно, какие триплеты в ДНК соответствуют той или иной из 20 аминокислот, входящих в состав белков.

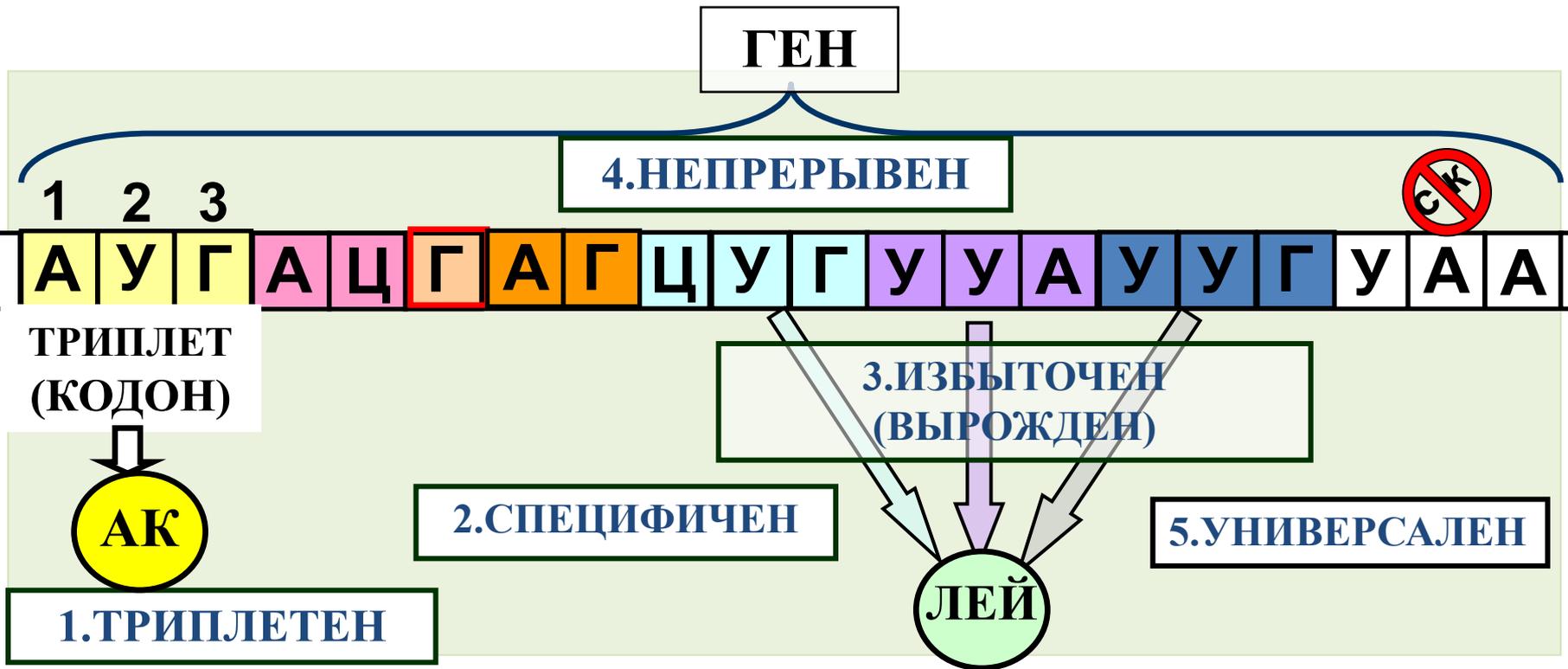
# Генетический код

Нуклеотид

1-й	2-й				3-й
	У	Ц	А	Г	
У	УУУ } Фенилаланин УУЦ } УУА } Лейцин УУГ }	УЦУ } УЦЦ } Серин УЦА } УЦГ }	УАУ } Тирозин УАЦ } УАА } стоп-кодонаы УАГ }	УГУ } Цистеин УГЦ } УГА } стоп-кодон УГГ } Триптофан	У Ц А Г
Ц	ЦУУ } ЦУЦ } Лейцин ЦУА } ЦУГ }	ЦЦУ } ЦЦЦ } Пролин ЦЦА } ЦЦГ }	ЦАУ } Гистидин ЦАЦ } ЦАА } Глютамин ЦАГ }	ЦГУ } ЦГЦ } Аргинин ЦГА } ЦГГ }	У Ц А Г
А	АУУ } АУЦ } Изолейцин АУА } АУГ } Метионин старт-кодон	АЦУ } АЦЦ } Треонин АЦА } АЦГ }	ААУ } ААЦ } Аспарагин ААА } ААГ } Лизин	АГУ } АГЦ } Серин АГА } АГГ } Аргинин	У Ц А Г
Г	ГУУ } ГУЦ } Валин ГУА } ГУГ }	ГЦУ } ГЦЦ } Аланин ГЦА } ГЦГ }	ГАУ } Аспарагиновая кислота ГАЦ } ГАА } Глутаминовая кислота ГАГ }	ГГУ } ГГЦ } Глицин ГГА } ГГГ }	У Ц А Г

*Примечание:* первый нуклеотид триплета берут из левого вертикального ряда, второй – из горизонтального ряда, третий – из правого вертикального.

# Свойства генетического кода



1. ОДНА АК КОДИРУЕТСЯ ТРЕМЯ НУКЛЕОТИДАМИ (ТРИПЛЕТЕН)
2. ТРИПЛЕТ КОДИРУЕТ ТОЛЬКО ОДНУ АК (СПЕЦИФИЧЕН)
3. КАЖДАЯ АК ШИФРУЕТСЯ БОЛЕЕ ЧЕМ ОДНИМ КОДОНОМ (ИЗБЫТОЧЕН)
4. ВНУТРИ ГЕНА НЕТ ЗНАКОВ ПРЕПИНАНИЯ (СТОП-КОДОНОВ)
5. УНИВЕРСАЛЕН Б=Г=Р=Ж

# Участники биосинтеза белка



<b>ДНК</b>	<b>ДНК- хранитель наследственной информации. Служит матрицей.</b>
<b>иРНК</b>	<b>Переносит информацию от ДНК к месту сборки белковой молекулы.</b>
<b>тРНК</b>	<b>Переносят аминокислоты к месту биосинтеза на рибосоме.</b>
<b>Рибосомы</b>	<b>Органоид, где происходит собственно биосинтез белка.</b>
<b>Ферменты</b>	<b>РНК – полимераза участвует в синтезе иРНК. Также другие ферменты катализируют синтез белка.</b>
<b>Аминокислоты</b>	<b>Строительный материал белковой молекулы (мономеры белка)</b>
<b>АТФ</b>	<b>Обеспечивает процесс энергией.</b>

# Синтез белка

«Строительство белковой  
молекулы»  
Этапы

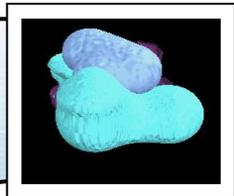
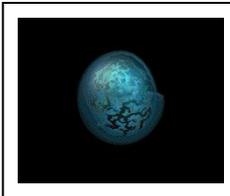
Транскрипция

Трансляция

Место

Ядро

В рибосомах  
Цитоплазма



# Этапы биосинтеза

ДНК



Транскрипция

**Транскрипция**— «считывание» процесс синтеза РНК с использованием ДНК в качестве матрицы (перенос генетической информации с ДНК на РНК). Для синтеза иРНК необходим фермент – РНК-полимераза, распознающий «знаки препинания» (промотор (начало) и терминатор (окончание))

иРНК

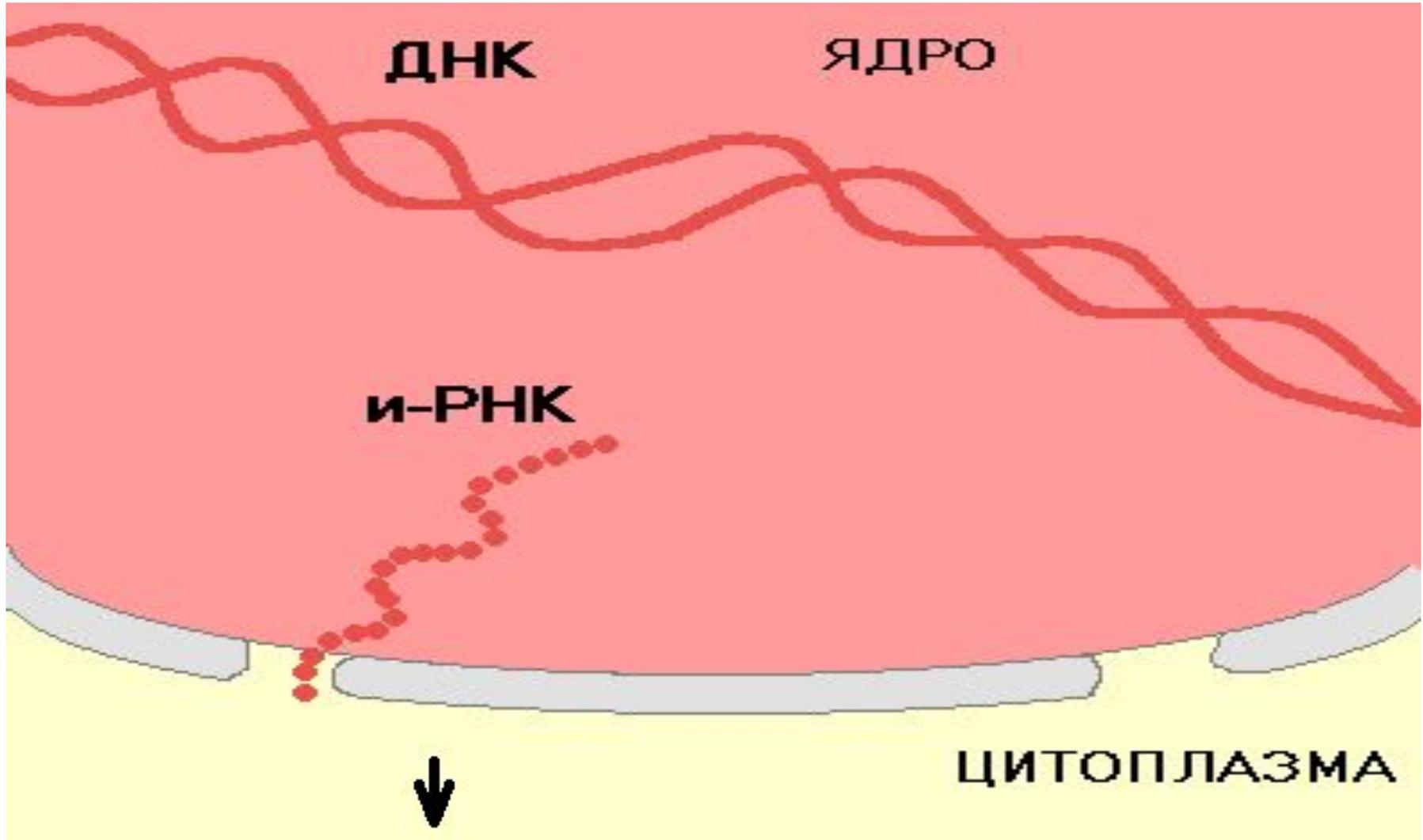


Трансляция

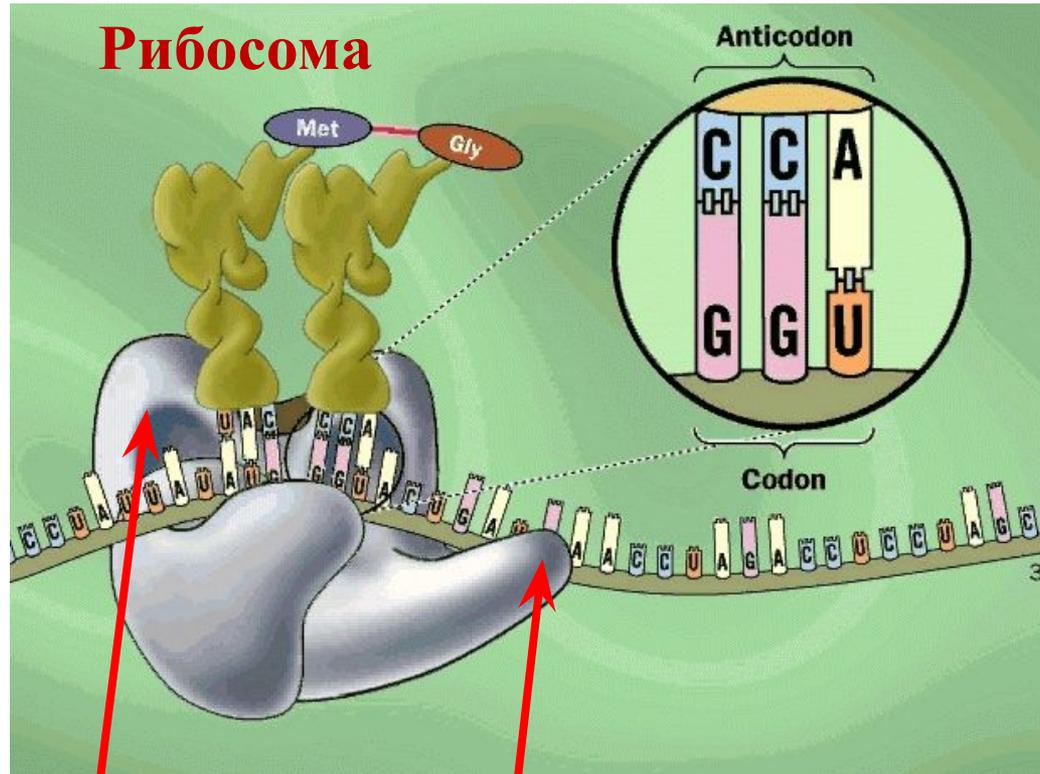
**Трансляция**—(передача)-перевод последовательности иРНК в последовательность аминокислот молекулы белка.  
«Знаки препинания»: начало АУГ (метионин), стоп-кодона УАА, УАГ, УГА

Белок

**1. Транскрипция**– биосинтез молекул иРНК на соответствующих участках ДНК. Протекает в ядре, митохондриях, пластидах с участием фермента РНК-полимераза.



# Рибосома



Малая  
субъединица

Большая  
субъединица

**2. Трансляция** – биосинтез полипептидной цепи на молекуле и-РНК.

Протекает в цитоплазме, на шероховатой ЭПС при наличии рибосом, аминокислот, активной тРНК и ферментов.

- Уникальный «сборочный аппарат»;
- Выстраивает определенные аминокислоты в длинную полимерную цепь белка в соответствии с принципом комплементарности.



# Передача наследственной информации от ДНК к иРНК и к белку



## **ПОДВЕДЁМ ИТОГИ:**

- 1.** Важнейшим процессом, происходящим во всех клетках (за исключением клеток, потерявших ДНК в процессе своего развития), является синтез **белка**.
- 2.** Информация о последовательности аминокислот, составляющих первичную структуру белка, заключена в последовательности триплетных сочетаний нуклеотидов **ДНК**
- 3.** **Ген** – участок ДНК, в котором заключена информация о структуре одного белка.
- 4.** **Транскрипция** – процесс синтеза иРНК, кодирующей последовательность аминокислот белка.
- 5.** иРНК выходит из ядра (у эукариот) в цитоплазму, где в рибосомах происходит формирование аминокислотной цепочки белка. Этот процесс называется **трансляцией**.