

**Понятие об обмене  
веществ,  
Биосинтез белка.  
Фотосинтез.  
Энергетический обмен**

**«Жизнь есть способ существования белковых тел, существенным моментом которого является постоянный обмен веществ с окружающей их внешней природой, причем с прекращением этого обмена веществ прекращается и жизнь, что приводит к разложению белка».**

# 1. Пластический и энергетический обмены



Для нормального протекания химических процессов необходим постоянный обмен веществами между клеткой и окружающей средой, а также постоянное превращение энергии в клетке.

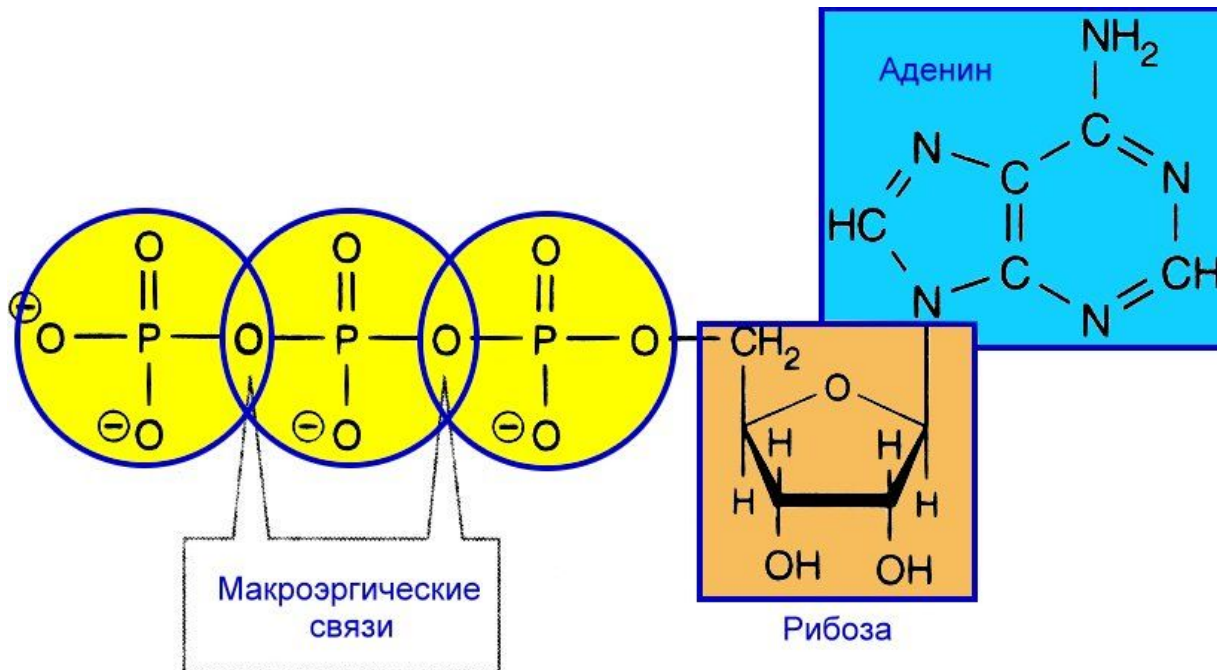
Часть получаемых извне белков, жиров, углеводов, витаминов, микроэлементов – *строительный материал*, они расходуются клетками на синтез необходимых им соединений, построение клеточных структур.

Но большая часть органических веществ пищи является *энергетическим материалом*, разрушаясь до конечных продуктов, они обеспечивают организм энергией.

# Аденозинтрифосфат (АТФ)

АТФ – *нуклеотид*, состоящий из *азотистого основания аденина*, *углевода рибозы* и *трех остатков фосфорной кислоты*, содержится в цитоплазме, митохондриях, пластидах и ядрах.

В сутки у человека образуется количество АТФ, равное массе его тела. Но молекулы АТФ недолговечны, существуют около 1 минуты и разрушаются с выделением энергии.



# Аденозинтрифосфат (АТФ)

АТФ — неустойчивая структура. При отделении одного остатка фосфорной кислоты АТФ переходит в *аденозиндифосфат* (АДФ), если отделяется еще один остаток фосфорной кислоты (что бывает крайне редко), то АДФ переходит в *аденозинмонофосфат* (АМФ). При отделении каждого остатка фосфорной кислоты освобождается *40 кДж/моль* энергии.

## Превращение АТФ

Реакции, идущие с выделением энергии	Реакции, идущие с затратой энергии
$\text{АТФ} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{АДФ} + \text{H}_3\text{PO}_4 + 40 \text{ кДж}$	$\text{АДФ} + \text{H}_3\text{PO}_4 + 40 \text{ кДж} \rightarrow \text{АТФ} + \text{H}_2\text{O}$
$\text{АДФ} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{АМФ} + \text{H}_3\text{PO}_4 + 40 \text{ кДж}$	$\text{АМФ} + \text{H}_3\text{PO}_4 + 40 \text{ кДж} \rightarrow \text{АДФ} + \text{H}_2\text{O}$

Из поступающих в клетку компонентов пищи под действием биологических катализаторов — ферментов синтезируются новые молекулы для замены израсходованных веществ, для построения органоидов. *Весь набор реакций биологического синтеза веществ в клетке (биосинтеза) получил название ассимиляции или пластического обмена.*

## Пластический обмен

Совокупность синтеза органических веществ с поглощением энергии.

Из простых синтезируются более сложные вещества.



Энергия поглощается, АТФ расходуется.

Задача – обеспечение клетки строительным материалом.

## Энергетический обмен

Совокупность реакций расщепления и окисления органических веществ с выделением энергии.

Сложные вещества распадаются до более простых.



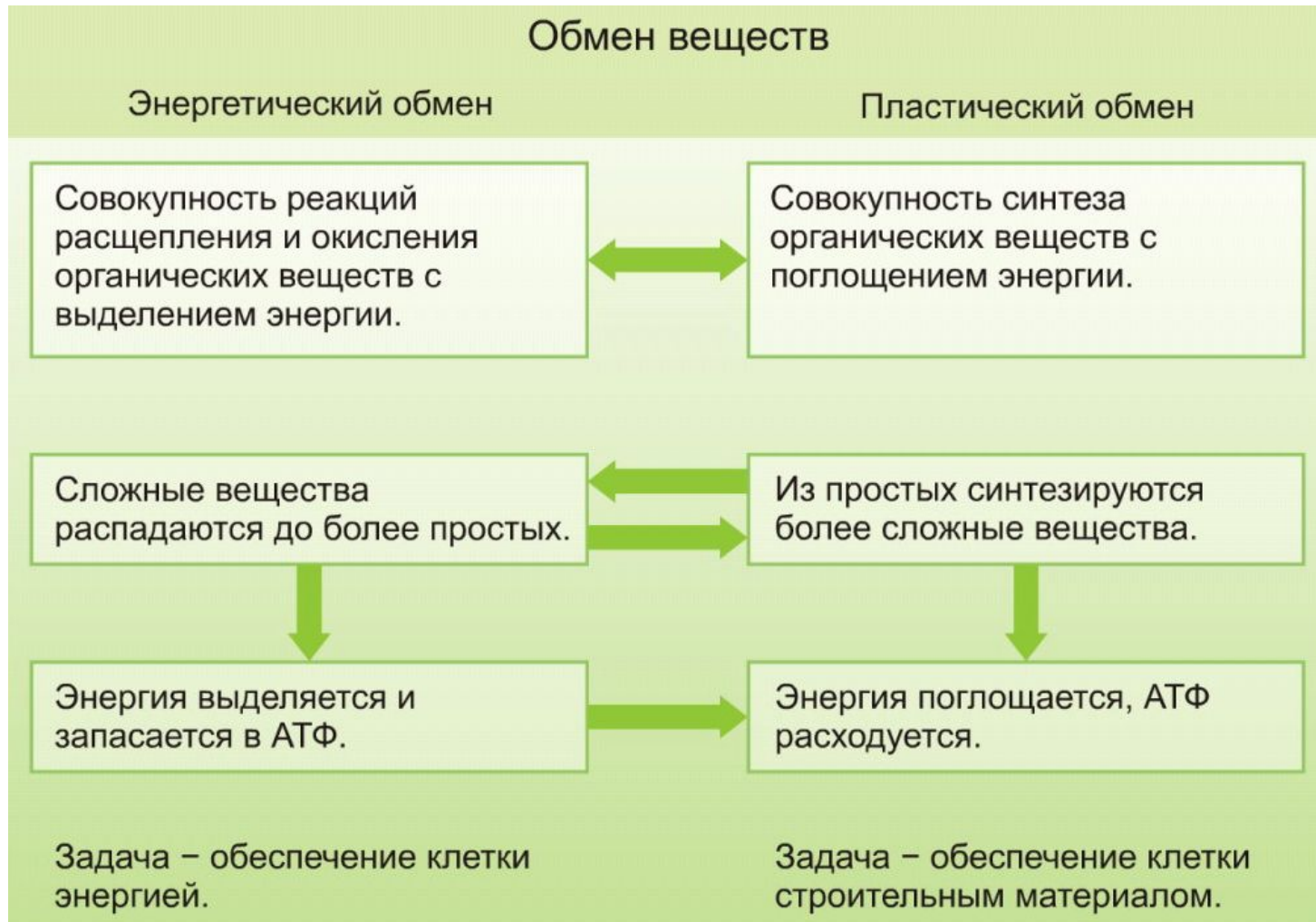
Энергия выделяется и запасается в АТФ.

Задача – обеспечение клетки энергией.

Наряду с процессами синтеза новых веществ в клетках происходит постоянный распад сложных органических веществ до более простых, при этом высвобождается энергия. Чаще всего эта энергия запасается в виде аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ). Далее энергия АТФ используется для различных нужд клетки, в том числе и для реакций биосинтеза.

*Совокупность реакций распада веществ клетки, сопровождающихся выделением энергии, получила название диссимиляции.*





Ассимиляция и диссимиляция — противоположные процессы обмена веществ и энергии, получившего название **метаболизма** (от греч. metabole — превращение): в первом случае вещества образуются, во втором — разрушаются. Но они тесно взаимосвязаны и друг без друга невозможны.



## Энергетический обмен

Энергетический обмен в клетке подразделяют на три этапа.

Первый этап — подготовительный. Во время него крупные пищевые полимерные молекулы распадаются на более мелкие фрагменты.

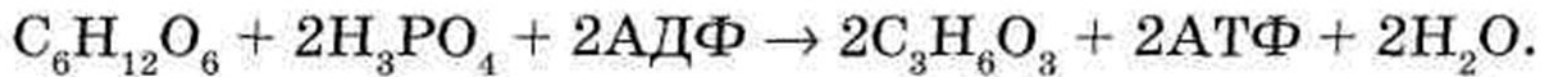
Полисахариды распадаются на ди- и моносахариды, белки — до аминокислот, жиры — до глицерина и жирных кислот. В ходе этих превращений энергии выделяется мало, она рассеивается в виде тепла, и АТФ не образуется.

	I подготовительный этап	II бескислородный этап	III кислородный этап
Где происходит расщепление?	В органах пищеварения. В лизосоме в клетке.	Внутри клетки.	В митохондриях.
Чем активизируется расщепление?	Ферментами пищеварительных соков.	Ферментами мембран клеток.	Ферментами митохондрий.
До каких веществ расщепляются соединения клетки?	Белки → аминокислоты. Жиры → глицерин + жирные кислоты. Углеводы → глюкоза.	Глюкоза → 2 молекулы молочной кислоты + энергия.	Пировиноградная кислота до $\text{CO}_2$ и $\text{H}_2\text{O}$
Сколько выделяется энергии?	Мало, рассеивается в виде тепла.	За счет 40% - синтезируется АТФ, 60% - рассеивается в виде тепла.	Более 55% энергии запасается в виде АТФ.
Сколько синтезируется энергии в виде АТФ?	_____	2 молекулы АТФ.	36 молекул АТФ.

## *Энергетический обмен*

Второй этап — неполное бескислородное расщепление веществ. На этом этапе вещества, образовавшиеся во время подготовительного этапа, разлагаются при помощи ферментов в отсутствие кислорода.

Разберем этот этап на примере гликолиза — ферментативного расщепления глюкозы. Суммарно этот процесс можно представить в виде следующего уравнения

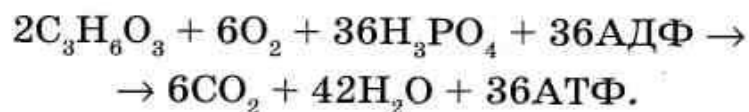


	I подготовительный этап	II бескислородный этап	III кислородный этап
<b>Где происходит расщепление?</b>	В органах пищеварения. В лизосоме в клетке.	Внутри клетки.	В митохондриях.
<b>Чем активизируется расщепление?</b>	Ферментами пищеварительных соков.	Ферментами мембран клеток.	Ферментами митохондрий.
<b>До каких веществ расщепляются соединения клетки?</b>	Белки → аминокислоты. Жиры → глицерин + жирные кислоты. Углеводы → глюкоза.	Глюкоза → 2 молекулы молочной кислоты + энергия.	Пировиноградная кислота до CO <sub>2</sub> и H <sub>2</sub> O
<b>Сколько выделяется энергии?</b>	Мало, рассеивается в виде тепла.	За счет 40% - синтезируется АТФ, 60% - рассеивается в виде тепла.	Более 55% энергии запасается в виде АТФ.
<b>Сколько синтезируется энергии в виде АТФ?</b>	_____	2 молекулы АТФ.	36 молекул АТФ.

## Энергетический обмен

	III кислородный этап
Где происходит расщепление?	В митохондриях.
Чем активизируется расщепление?	Ферментами митохондрий.
До каких веществ расщепляются соединения клетки?	Пировиноградная кислота до $\text{CO}_2$ и $\text{H}_2\text{O}$
Сколько выделяется энергии?	Более 55% энергии запасается в виде АТФ.
Сколько синтезируется энергии в виде АТФ?	36 молекул АТФ.

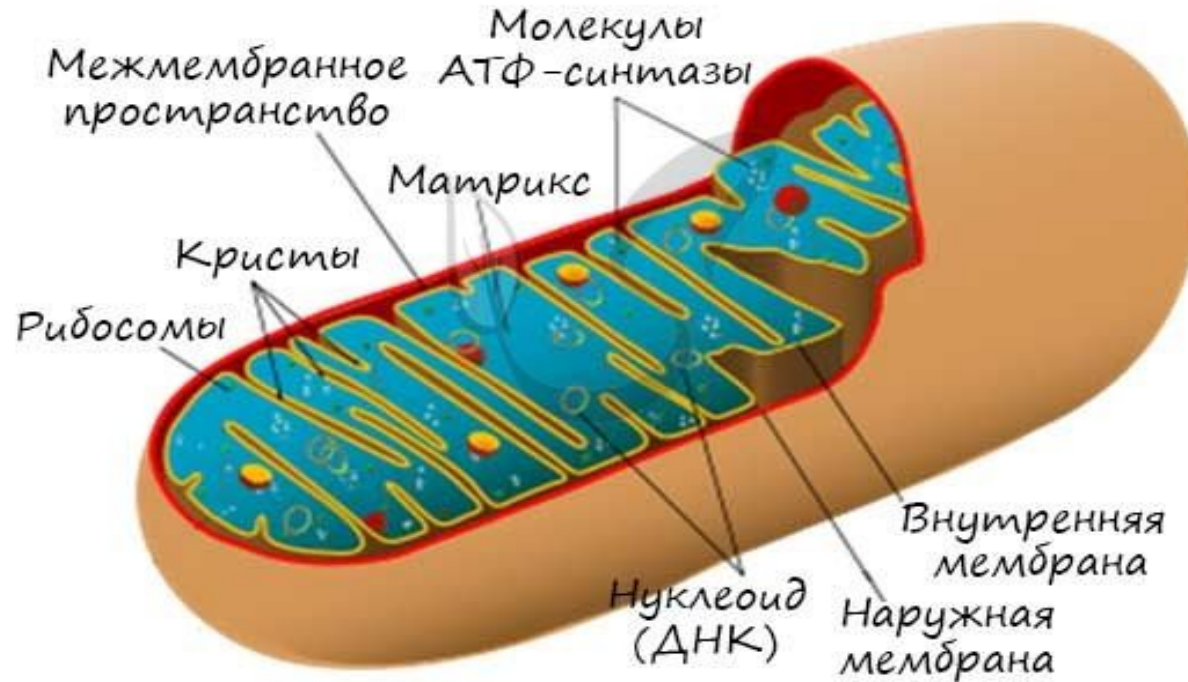
Третий этап энергетического обмена — *полное кислородное расщепление, или клеточное дыхание*. При этом вещества, образовавшиеся на втором этапе, разрушаются до конечных продуктов —  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . Этот этап можно представить себе в следующем виде:



Таким образом, окисление двух молекул трехуглеродной кислоты, образовавшихся при ферментативном расщеплении глюкозы, до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  приводит к выделению большого количества энергии, достаточного для образования 36 молекул АТФ.



# Строение митохондрии



Если в цитоплазме происходит анаэробный этап дыхания (бескислородный), то в митохондрии идет более совершенный - аэробный этап (кислородный). В результате кислородного этапа (цикла Кребса) из двух молекул пировиноградной кислоты (образовавшихся из 1 глюкозы) получаются 36 молекул АТФ.

Митохондрия окружена двумя мембранами. Внутренняя ее мембрана образует выпячивания внутрь - кристы, на которых имеется большое скопление окислительных ферментов, участвующих в кислородном этапе дыхания. Внутри митохондрия заполнена матриксом.

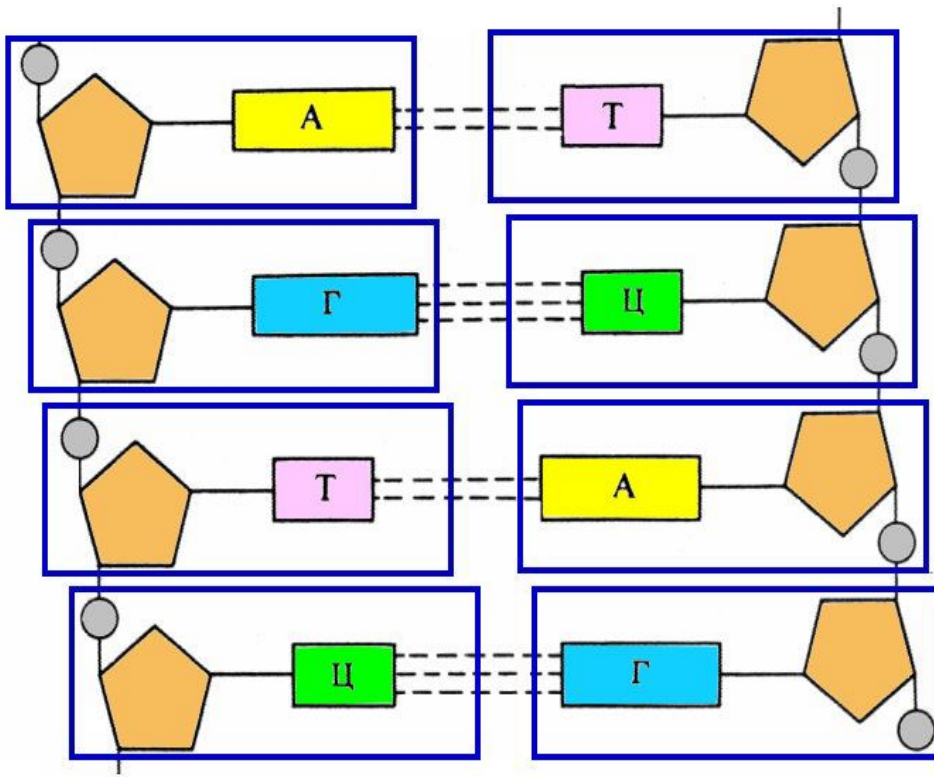
## Энергетический обмен

	I подготовительный этап	II бескислородный этап	III кислородный этап
<b>Где происходит расщепление?</b>	В органах пищеварения. В лизосоме в клетке.	Внутри клетки.	В митохондриях.
<b>Чем активизируется расщепление?</b>	Ферментами пищеварительных соков.	Ферментами мембран клеток.	Ферментами митохондрий.
<b>До каких веществ расщепляются соединения клетки?</b>	Белки → аминокислоты. Жиры → глицерин + жирные кислоты. Углеводы → глюкоза.	Глюкоза → 2 молекулы молочной кислоты + энергия.	Пировиноградная кислота до $\text{CO}_2$ и $\text{H}_2\text{O}$
<b>Сколько выделяется энергии?</b>	Мало, рассеивается в виде тепла.	За счет 40% - синтезируется АТФ, 60% - рассеивается в виде тепла.	Более 55% энергии запасается в виде АТФ.
<b>Сколько синтезируется энергии в виде АТФ?</b>	—————	2 молекулы АТФ.	36 молекул АТФ.

Этапы энергетического обмена веществ.

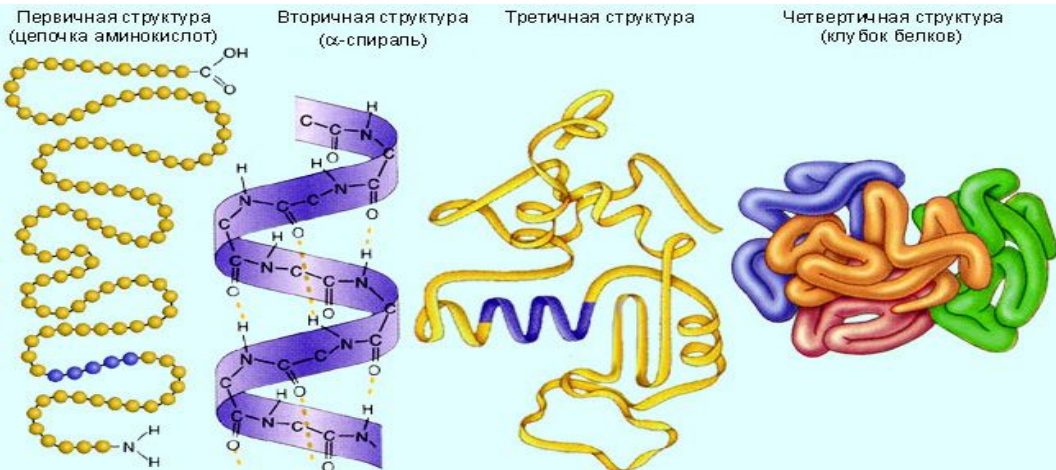
Клеточное дыхание происходит на кристах митохондрий. Коэффициент полезного действия этого процесса выше, чем у гликолиза, и составляет приблизительно 55%. В результате полного расщепления одной молекулы глюкозы образуется 38 молекул АТФ.

*Тема: «Пластический обмен.  
Синтез белка. Код ДНК,  
транскрипция, трансляция»*



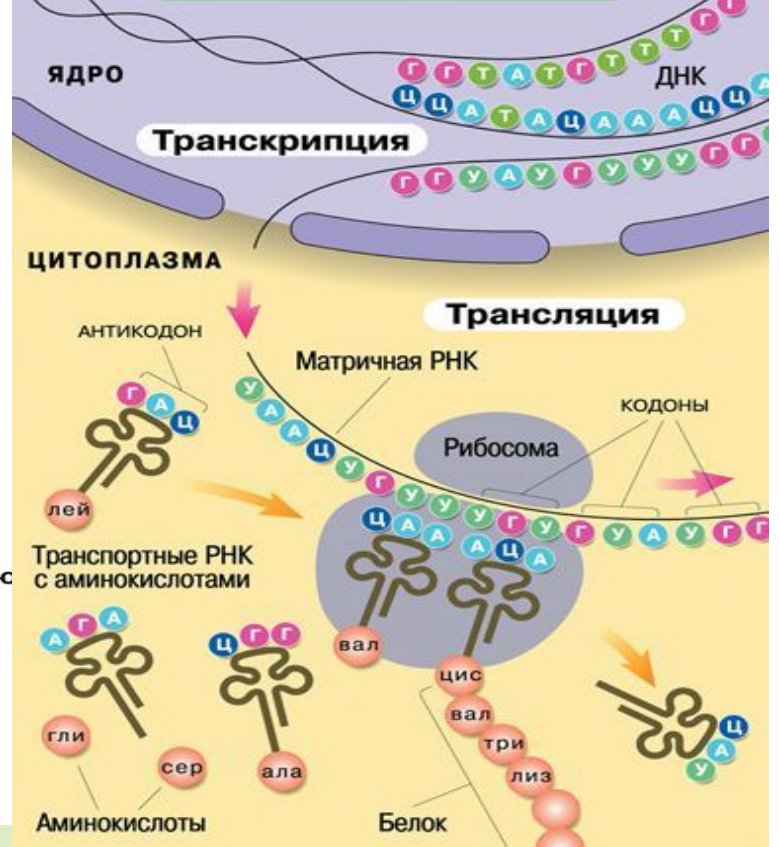
Каждая клетка содержит тысячи белков, в том числе и присущих только данному виду клеток. Так как в процессе жизнедеятельности все белки рано или поздно разрушаются, клетка должна непрерывно синтезировать белки для восстановления своих мембран, органоидов и т. п.

Многообразие функций белков определяется их первичной структурой, т.е. последовательностью аминокислот в их молекуле. В свою очередь наследственная информация о первичной структуре белка заключена в последовательности нуклеотидов в молекуле ДНК. Участок ДНК, в котором содержится информация о первичной структуре одного белка, называется геном. В одной хромосоме находится информация о структуре многих сотен белков.





# Центральная догма молекулярной биологии



ДНК



иРНК



Аминокислоты

Асн Тре Про Вал Лиз Гли Гли

## Транскрипция и трансляция – этапы синтеза белка



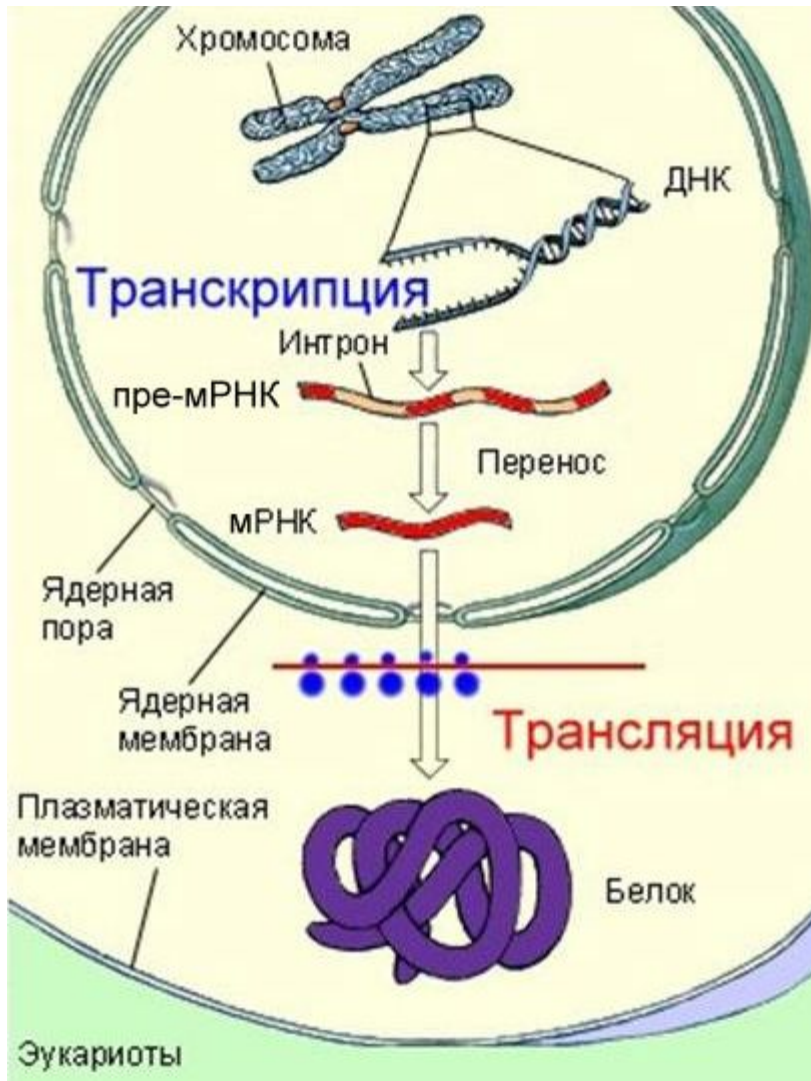
Информация о последовательности аминокислот в белке в процессе транскрипции «переписывается» с ДНК на иРНК, комплементарную одной из цепей ДНК, затем эта иРНК взаимодействует с рибосомами и направляет синтез нужного белка.

Из ядра в цитоплазму информация о структуре белка поступает в виде информационной РНК (иРНК). Для того чтобы синтезировать иРНК, участок ДНК «разматывается», деспирализуется, а затем по принципу комплементарности на одной из цепочек ДНК с помощью ферментов синтезируются молекулы РНК.





# Транскрипция

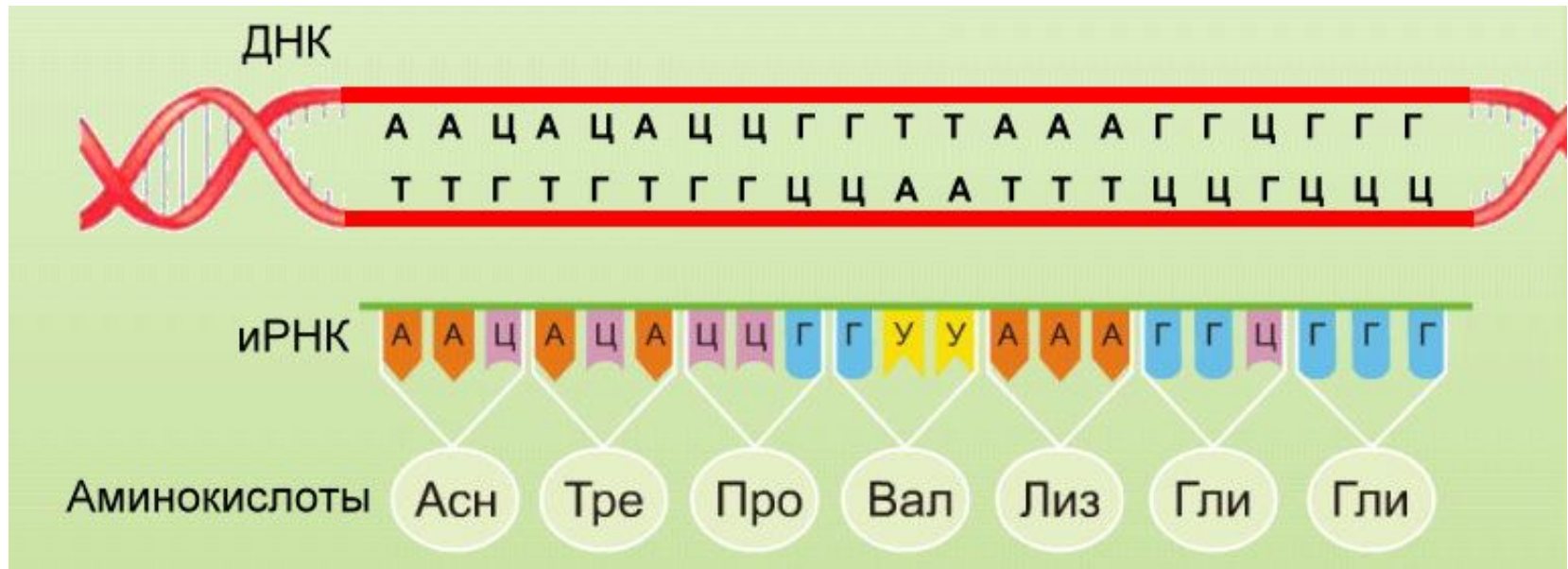


Носителем всей генетической информации является ДНК, расположенная в ядре клетки. Сам же синтез белка происходит в цитоплазме клетки, на рибосомах.

Из ядра в цитоплазму информация о структуре белка поступает в виде информационной РНК (иРНК). Для того чтобы синтезировать иРНК, участок ДНК «разматывается», деспирализуется, а затем по принципу комплементарности на одной из цепочек ДНК с помощью ферментов синтезируются молекулы РНК.

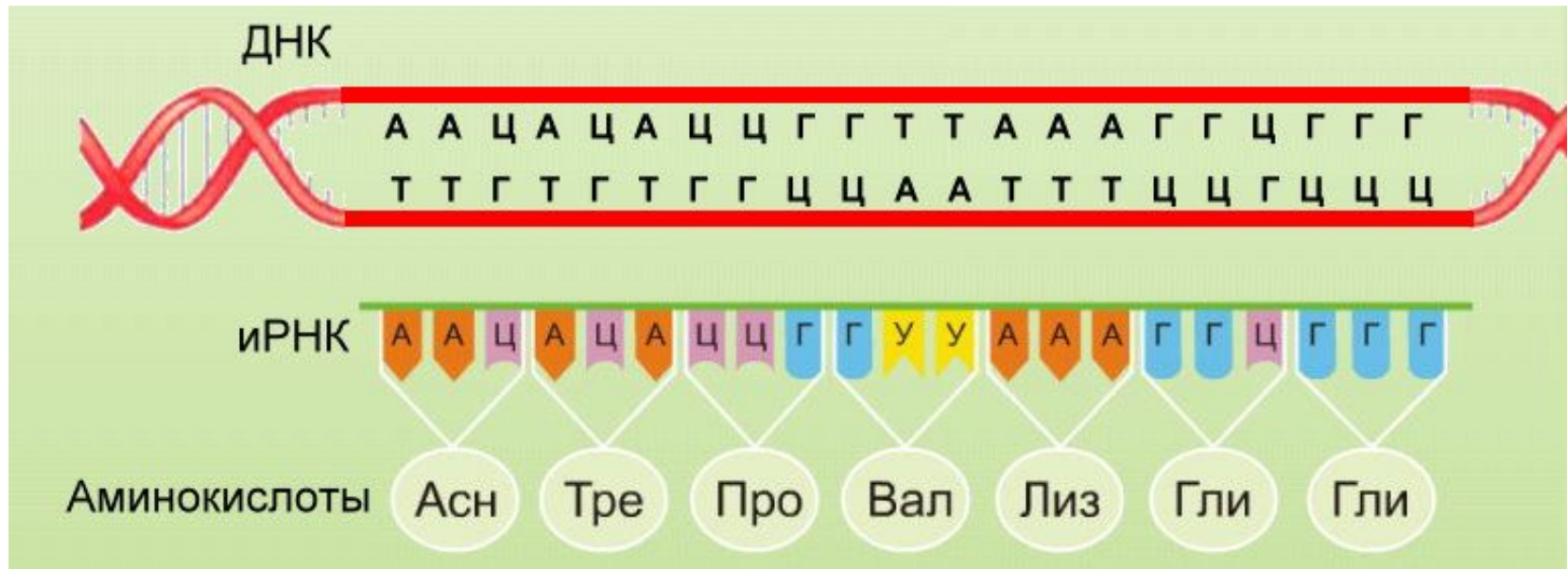
# Транскрипция

Синтез иРНК происходит *по принципам комплементарности*: против, например, гуанина молекулы ДНК становится цитозин молекулы РНК, против аденина молекулы ДНК — урацил РНК (вспомните, что в РНК в нуклеотиды вместо тимина включен урацил), напротив тимина ДНК — аденин РНК и напротив цитозина ДНК — гуанин РНК.

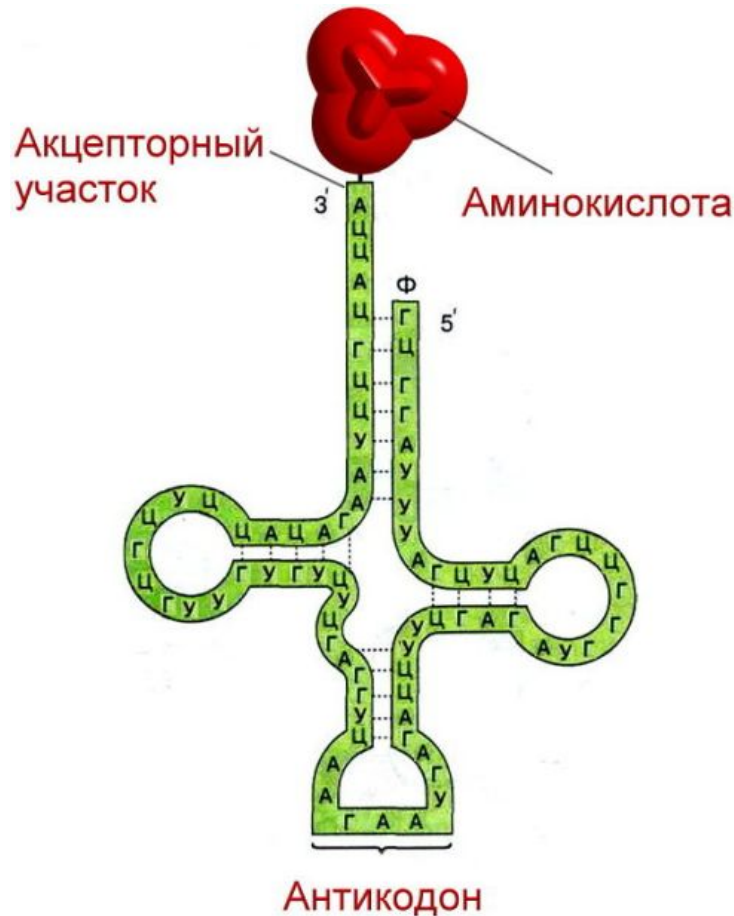


# Транскрипция

Таким образом, формируется цепочка иРНК, представляющая собой точную копию второй цепи ДНК (только тимин заменен на урацил). Таким образом, информация о последовательности нуклеотидов какого-либо гена ДНК «переписывается» в последовательность нуклеотидов иРНК. Этот процесс получил название *транскрипции*.



## Транспортные РНК, тРНК

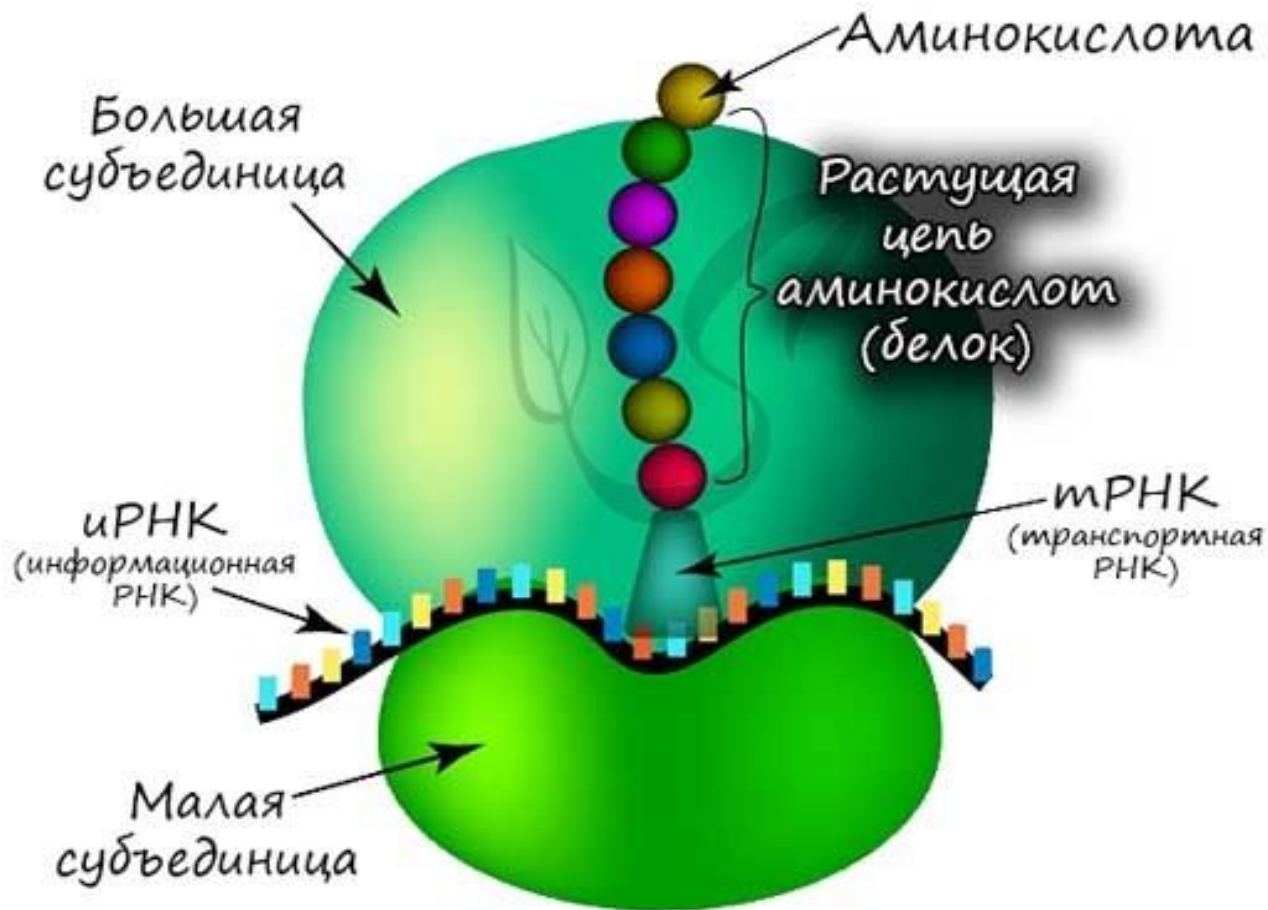


В цитоплазме обязательно должен быть набор аминокислот, необходимых для синтеза белка. Эти аминокислоты образуются в результате расщепления пищевых белков.

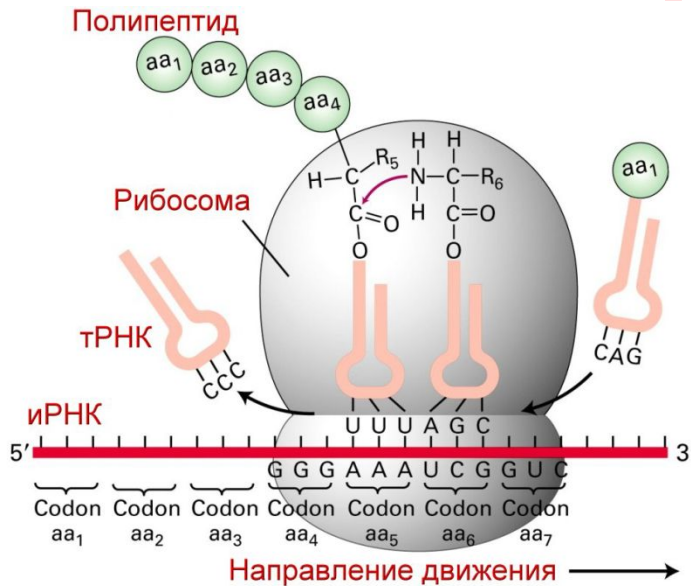
Кроме того, та или иная аминокислота может попасть к месту непосредственного синтеза белка, т. е. в *рибосому*, только прикрепившись к специальной транспортной РНК (тРНК). Для переноса каждого вида аминокислот в рибосомы нужен отдельный вид тРНК. Так как в состав белков входят около 20 аминокислот, существует столько же видов тРНК.



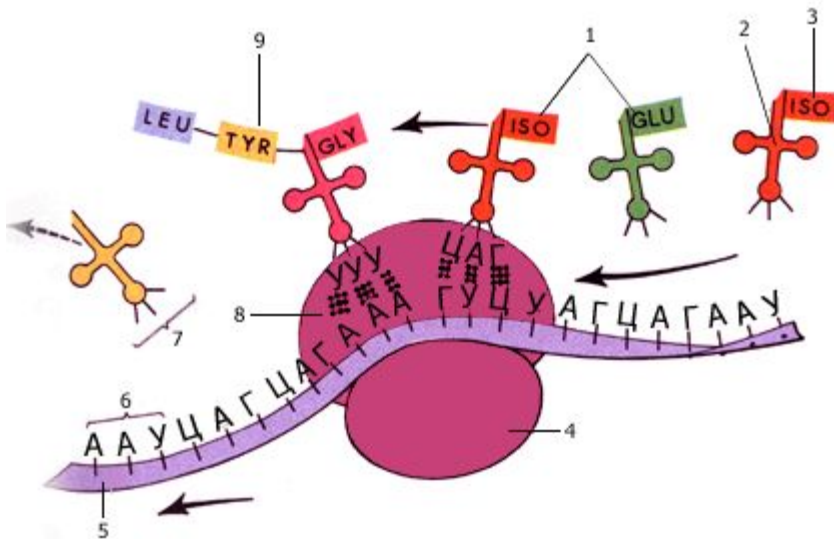
# Рибосома - фабрика белка



# Трансляция

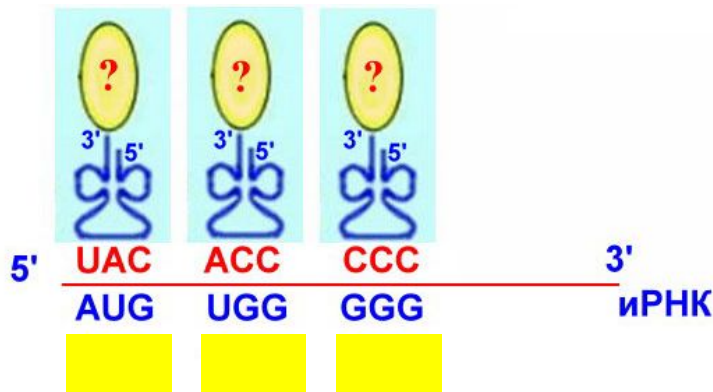


В цитоплазме происходит последний этап синтеза белка — *трансляция*. На тот конец иРНК, с которого нужно начать синтез белка, нанизывается рибосома. Рибосома перемещается по молекуле иРНК прерывисто, «скачками», задерживаясь на каждом триплете приблизительно 0,2 с. За это мгновение одна тРНК из многих способна «опознать» своим антикодоном триплет, на котором находится рибосома. И если антикодон комплементарен этому триплету иРНК, аминокислота отсоединяется от «черешка листа» и присоединяется пептидной связью к растущей белковой цепочке.



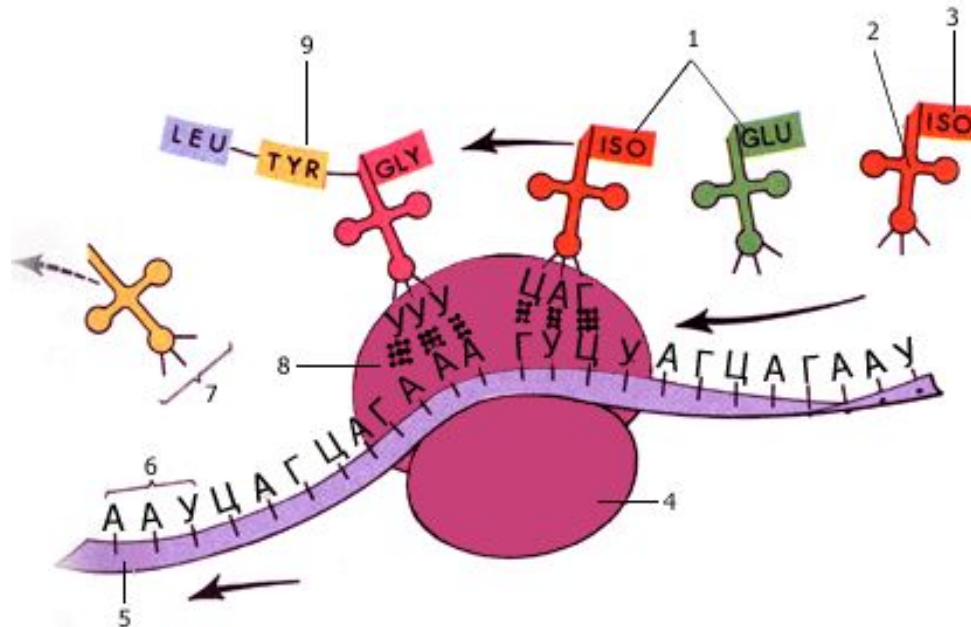
# Транспортные РНК, тРНК

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



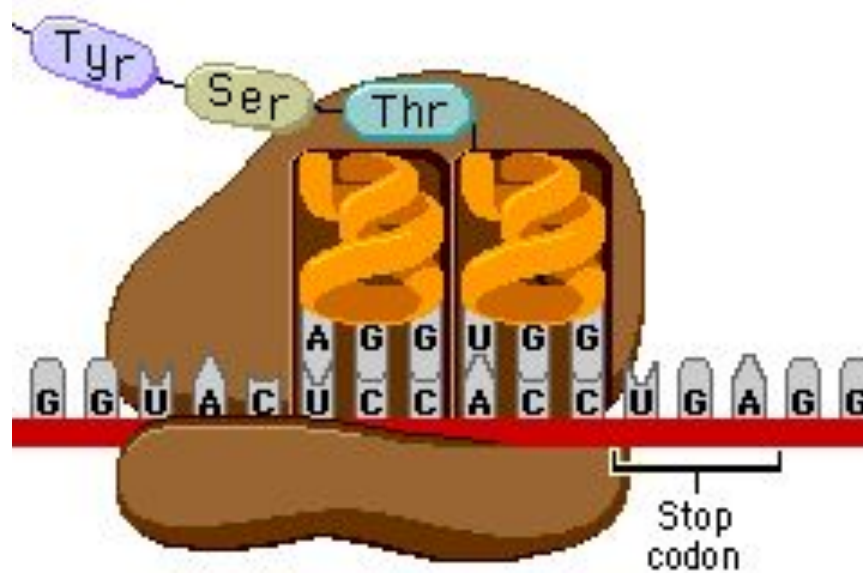
Строение всех тРНК сходно. Их молекулы образуют своеобразные структуры, напоминающие по форме лист клевера. Виды тРНК обязательно различаются по триплету нуклеотидов, расположенному «на верхушке». Этот триплет, получивший название *антикодон*, по генетическому коду соответствует той аминокислоте, которую предстоит переносить этой тРНК. К «черешку листа» специальный фермент прикрепляет обязательно ту аминокислоту, которая кодируется триплетом, комплементарным антикодону.

# Трансляция



В этот момент рибосома сдвигается по иРНК на следующий триплет, кодирующий очередную аминокислоту синтезируемого белка, а очередная тРНК «подносит» необходимую аминокислоту. Эта операция повторяется столько раз, сколько аминокислот должен содержать «строящийся» белок.

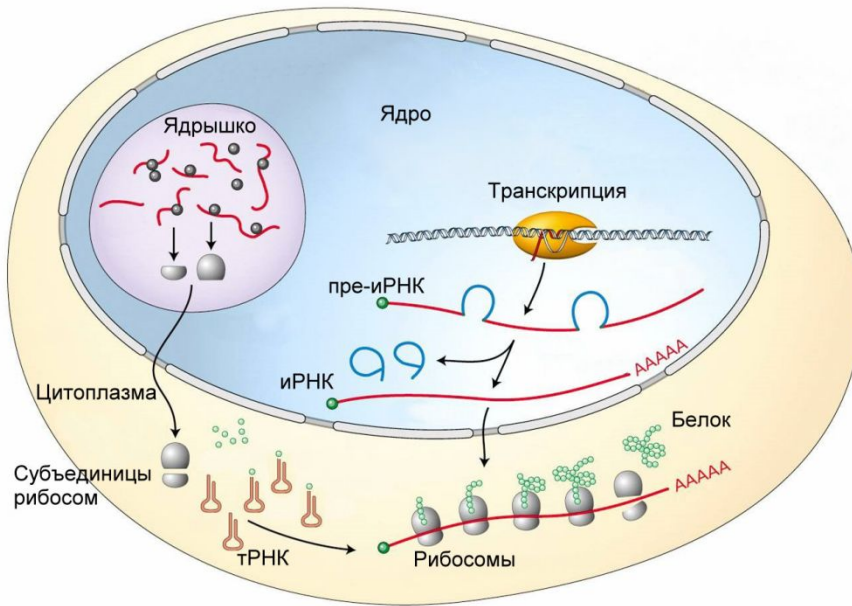
# Трансляция



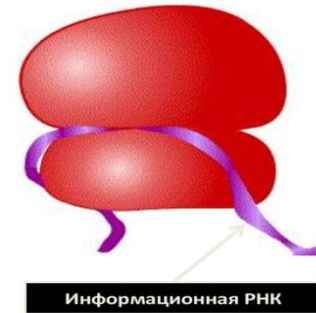
Когда же в рибосоме оказывается один из триплетов, являющийся «стоп-сигналом» между генами, то ни одна тРНК к такому триплету присоединиться не может, так как антикодонов к ним у тРНК не бывает. В этот момент синтез белка заканчивается. Все описываемые реакции происходят за очень маленькие промежутки времени. Подсчитано, что на синтез довольно крупной молекулы белка уходит всего около двух минут.



## 2. Трансляция



### Рибосомы



#### Строение:

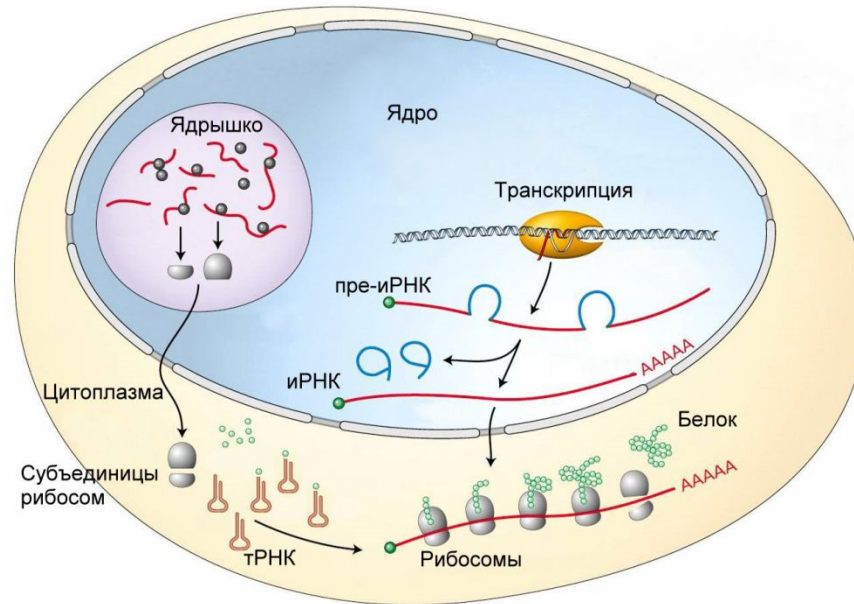
Малая  
субъединица  
+  
Большая  
субъединица

#### Состав:

рРНК + белки

Клетке необходима не одна, а много молекул каждого белка. Поэтому как только рибосома, первой начавшая синтез белка на иРНК, продвинется вперед, за ней на ту же иРНК нанизывается вторая рибосома, синтезирующая тот же белок. Затем на иРНК последовательно нанизываются третья, четвертая рибосомы и т. д. Все рибосомы, синтезирующие один и тот же белок, закодированный в данной иРНК, называются *полисомой*. Когда синтез белка окончен, рибосома может найти другую иРНК и начать синтезировать тот белок, структура которого закодирована в новой иРНК.

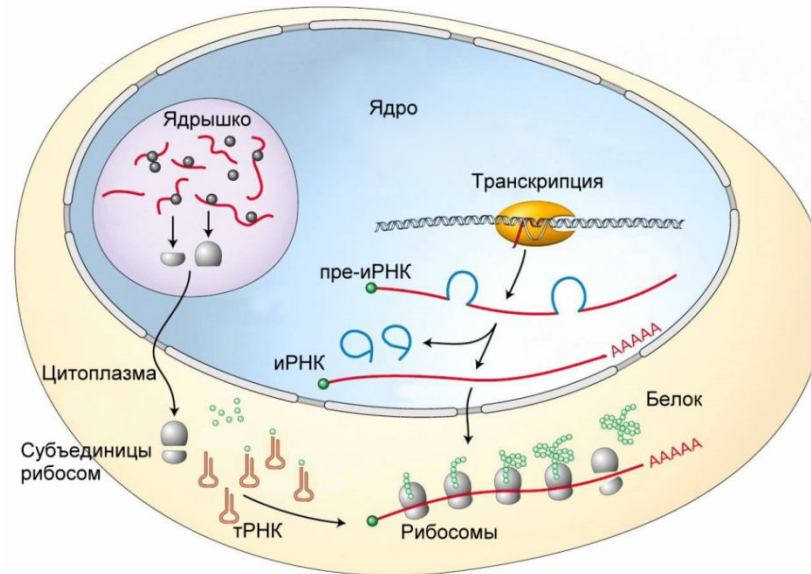
# Трансляция



Таким образом, **трансляция — это перевод последовательности нуклеотидов молекулы иРНК в последовательность аминокислот синтезируемого белка.** Подсчитано, что все белки организма млекопитающего могут быть закодированы всего двумя процентами ДНК, содержащимися в его клетках. А для чего же нужны остальные 98% ДНК? Оказывается, каждый ген устроен гораздо сложнее, чем считали раньше, и содержит не только тот участок, в котором закодирована структура какого-либо белка, но и специальные участки, способные «включать» или «выключать» работу каждого гена.



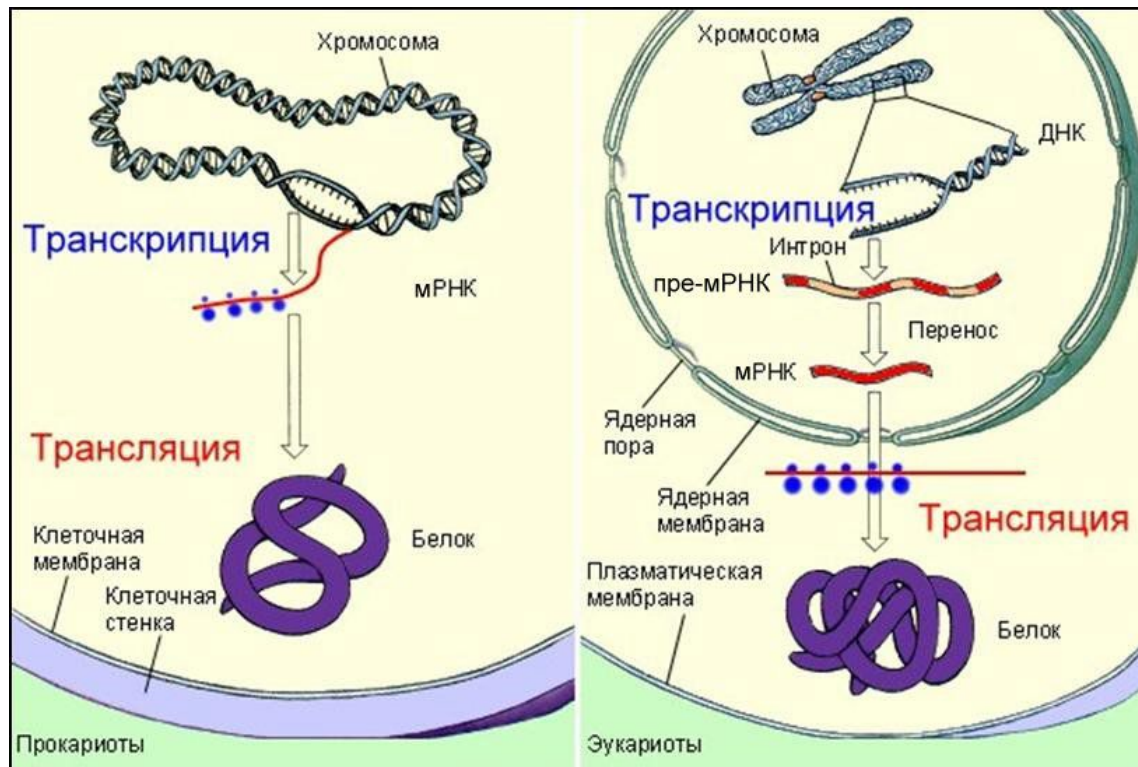
# Трансляция



Все клетки, например человеческого организма, имеющие одинаковый набор хромосом, способны синтезировать различные белки: в одних клетках синтез белков идет с помощью одних генов, а в других — задействованы совсем иные гены.

*Итак, в каждой клетке реализуется только часть генетической информации, содержащейся в ее генах.*

Синтез белка требует участия большого числа ферментов и энергию АТФ. И для каждой отдельной реакции белкового синтеза требуются специализированные ферменты.

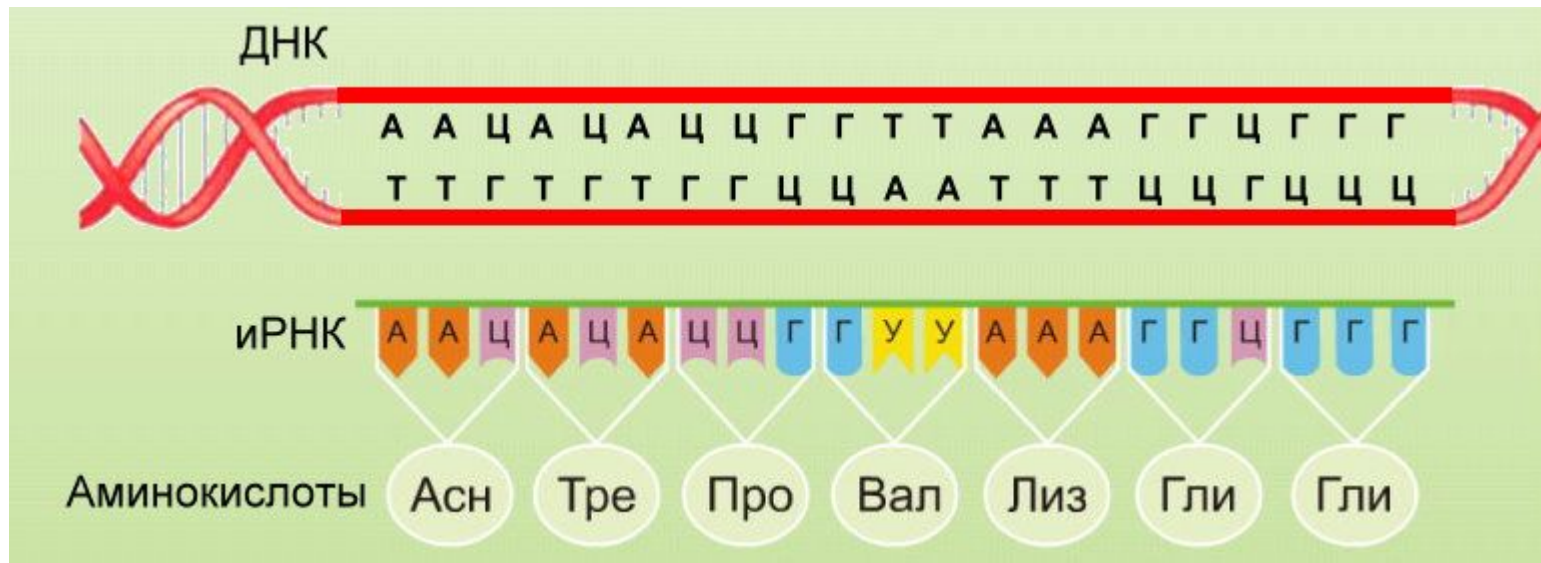


У прокариот синтезированные молекулы иРНК сразу же могут взаимодействовать с *рибосомами*, и начинается синтез белка. У эукариот иРНК взаимодействует в ядре со специальными белками и переносится через ядерную оболочку в цитоплазму.

## Генетический код и его свойства

Соответствие между последовательностью аминокислот в белке и последовательностью нуклеотидов в кодирующей его ДНК и иРНК определяется универсальным правилом — генетическим кодом.

**Триплетность.** Каждой аминокислоте белка в ДНК соответствует последовательность из трех расположенных друг за другом нуклеотидов — *триплет*. К настоящему времени составлена карта *генетического кода*, т. е. известно, какие триплетные сочетания нуклеотидов ДНК соответствуют той или иной из 20 аминокислот, входящих в состав белков



# 1. Генетический код и его свойства

**Избыточность.** Как известно, в состав ДНК могут входить четыре азотистых основания: аденин (А), гуанин (Г), тимин (Т) и цитозин (Ц). Число сочетаний из 4 по 3 составляет:  $4^3 = 64$ , т. е. можно закодировать 64 различные аминокислоты, тогда как кодируется только 20 аминокислот. Оказалось, что многим аминокислотам соответствует не один, а несколько различных триплетов — **кодонав**.

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

# 1. Генетический код и его свойства

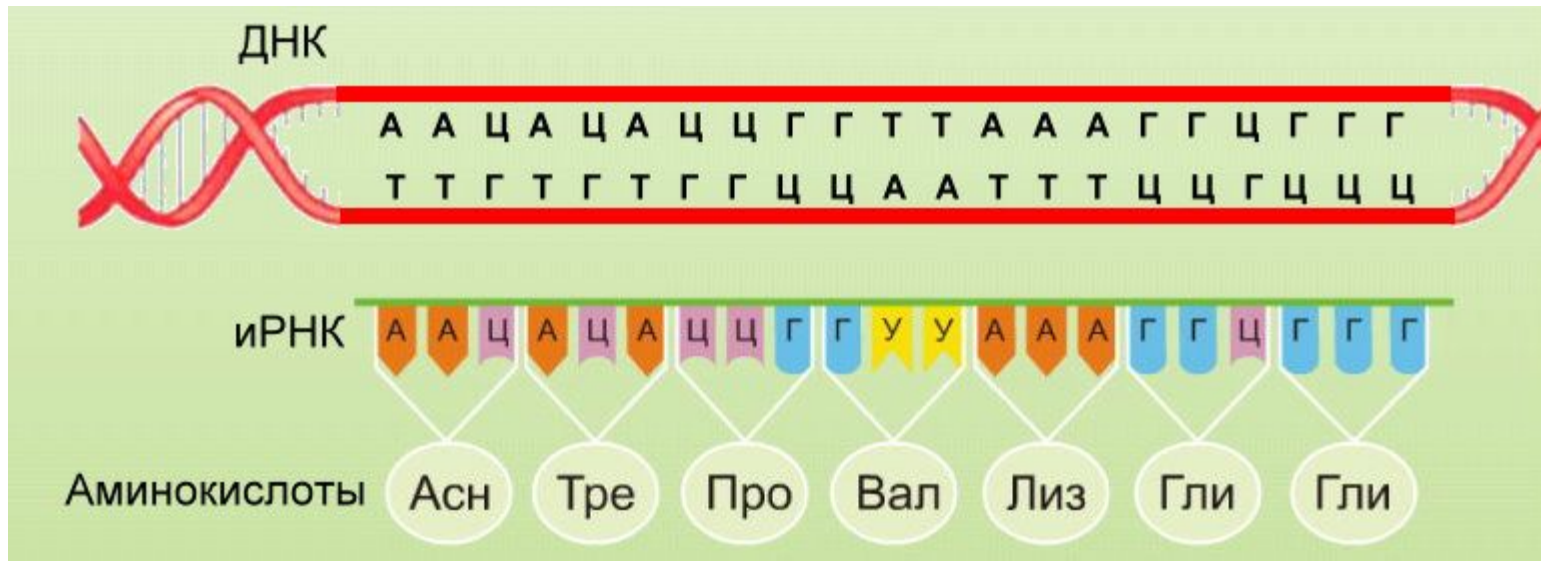
**Специфичность.** Очень важное свойство генетического кода — специфичность, т. е. один триплет всегда обозначает только одну-единственную аминокислоту. Например, триплет УУУ – фенилаланин, ГГГ – глицин.

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



## Генетический код и его свойства

**Неперекрываемость.** Считывание информации происходит триплетами, кодонами и нуклеотид не может входить в состав двух кодонов. Например, в предложении «жил был кот тих был сер» шесть слов по три буквы и одна буква не может входить одновременно в два слова.



## Генетический код и его свойства

**Универсальность.** Генетический код универсален – **одинаков** для всех живых организмов от бактерий до человека.

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

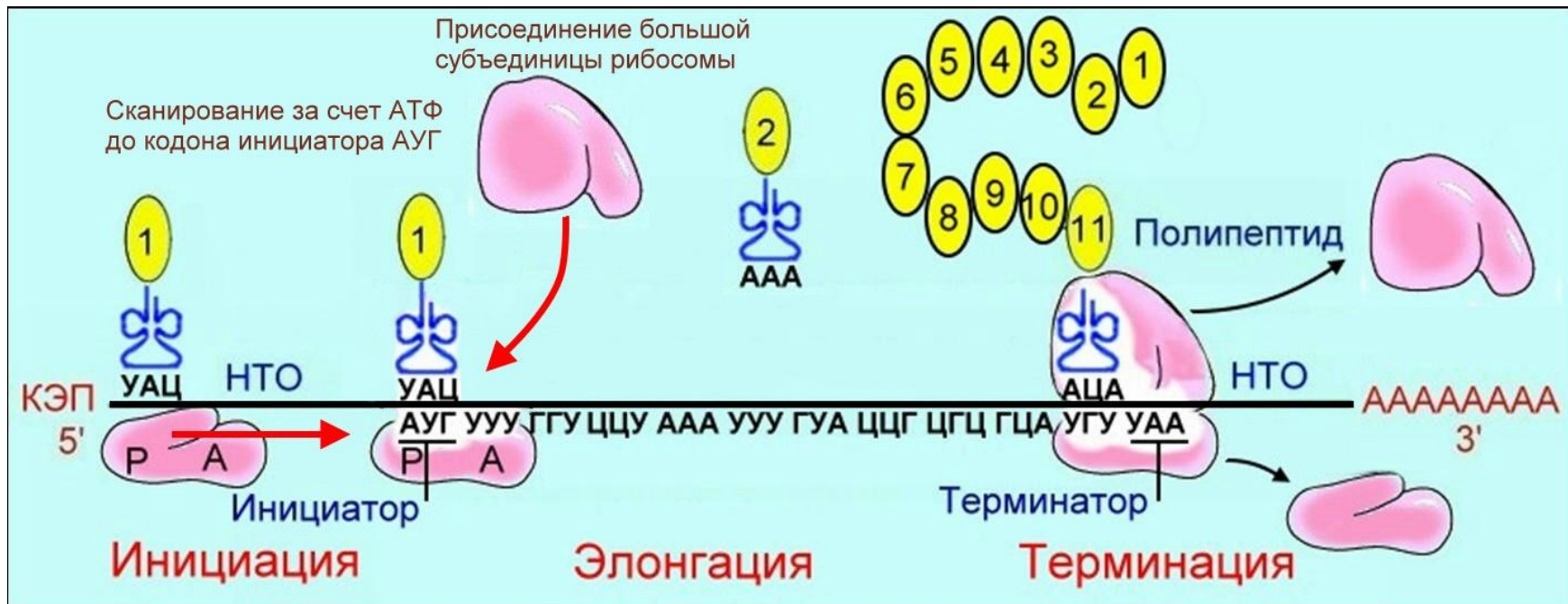


# 1. Генетический код и его свойства

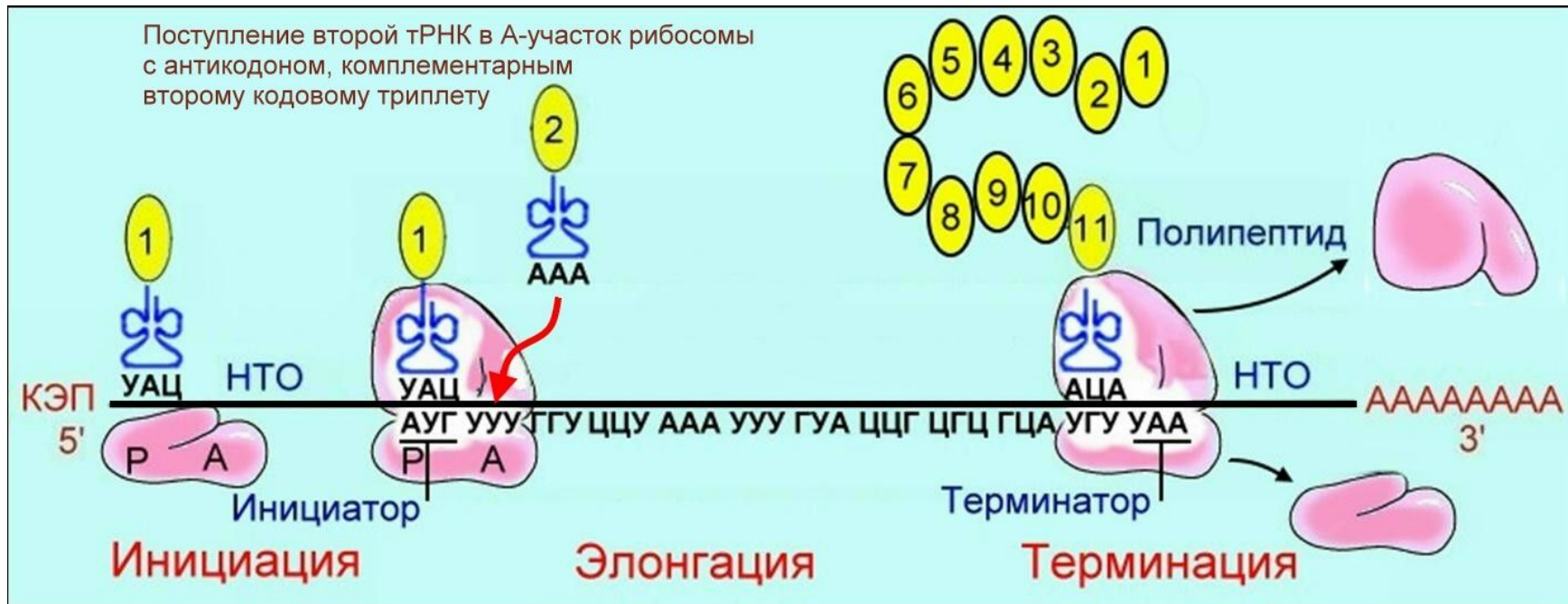
**Знаки препинания.** Так как в молекуле ДНК содержатся сотни генов, то в ее состав обязательно входят триплеты, являющиеся «знаками препинания» и обозначающие начало и конец того или иного гена. Начинается синтез белка с кодона АУГ (старт-кодона), заканчивается – одним из трех кодонов, которые не несут информации об аминокислотах – УАА, УАГ, УГА (стоп-кодоном).

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

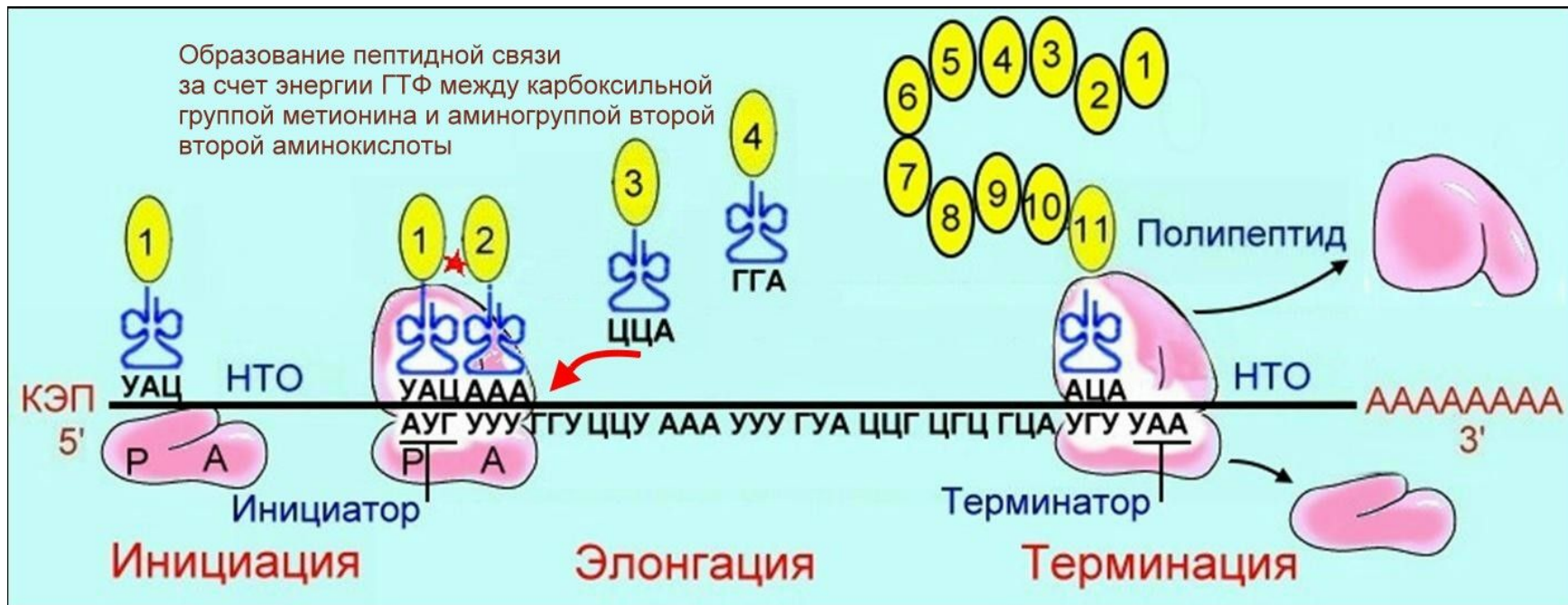
## 2. Трансляция



## 2. Трансляция

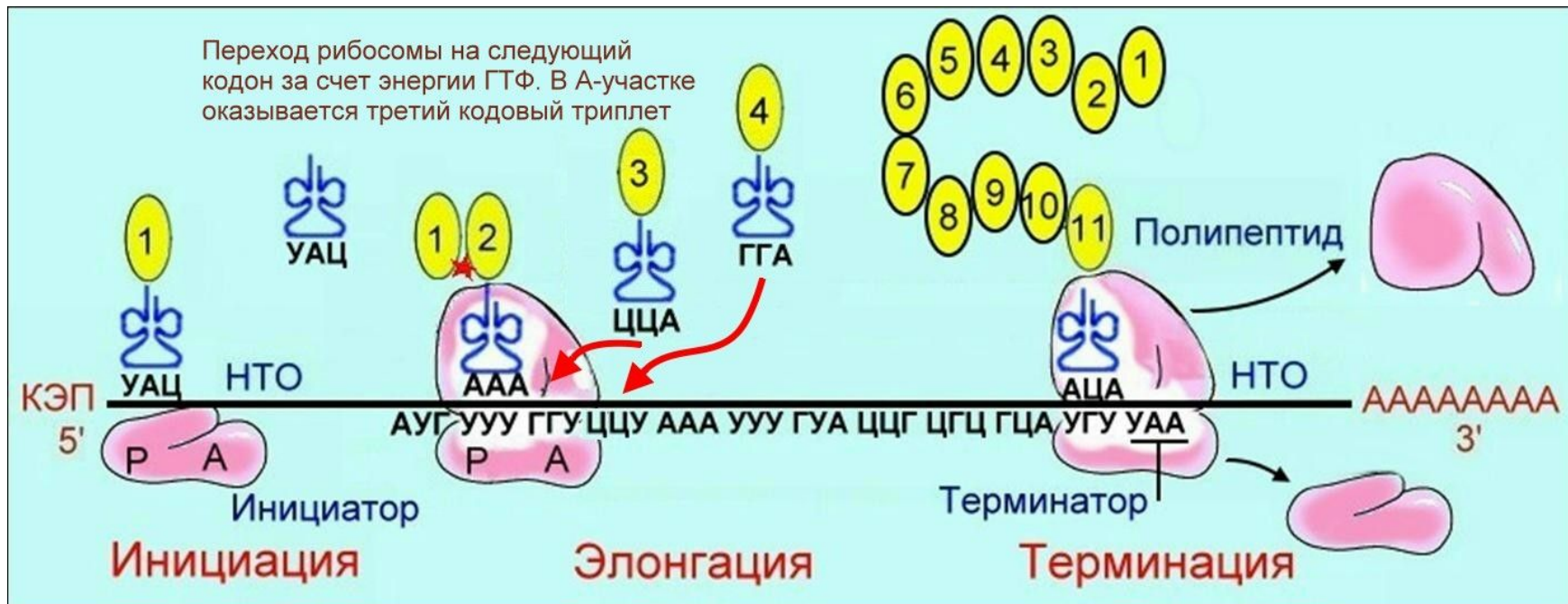


## 2. Трансляция





## 2. Трансляция





## Подведем итоги:

Ген:

Триплетность:

Избыточность, вырожденность:

Однозначность, специфичность:

Неперекрываемость:

Универсальность:

Знаки препинания:

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

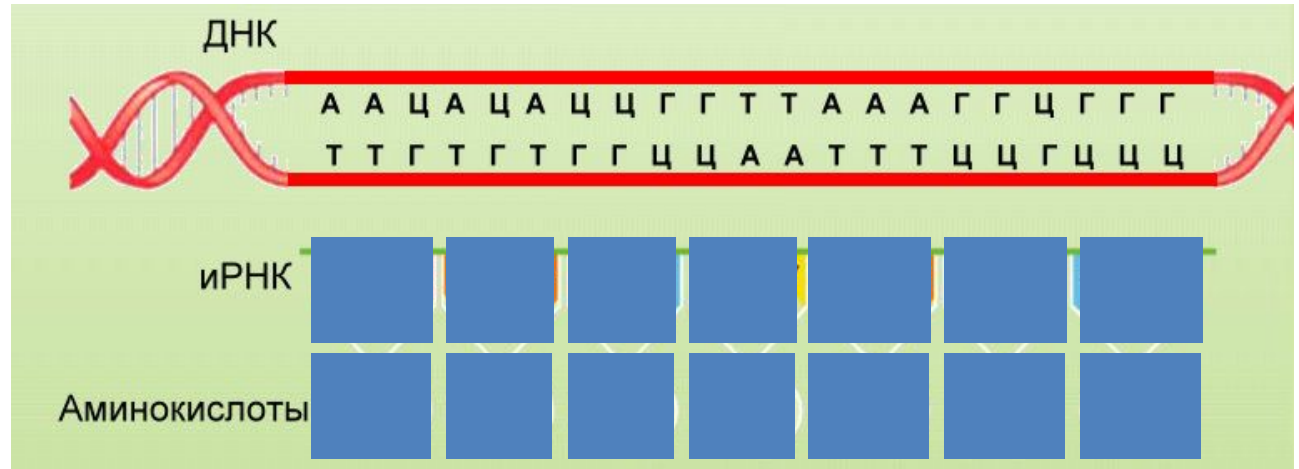
## Подведем итоги:

Транскрипция:

Функции иРНК:



Определите кодоны иРНК и аминокислоты, закодированные на ДНК

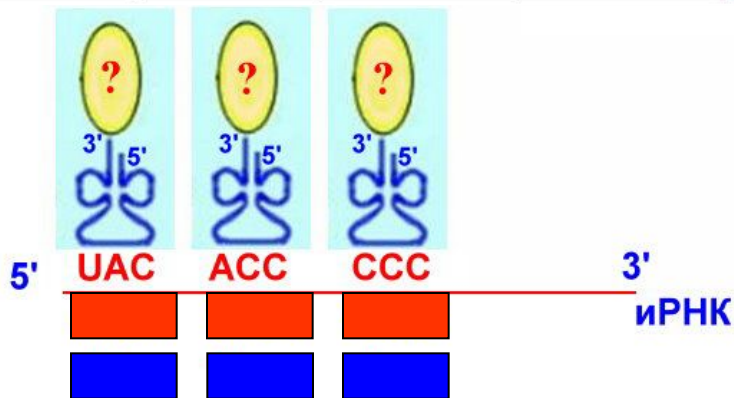


Второй нуклеотид

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

## Подведем итоги:

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



Какие триплеты иРНК  
комплементарны  
антикодонам UAC, ACC и  
CCC на тРНК?

Какие аминокислоты  
транспортируют данные  
тРНК?



Антикодон тРНК ААУ. Определите аминокислоту, которую транспортирует данная тРНК. Какими кодовыми триплетами на иРНК и матричной ДНК закодирована данная аминокислота?

Антикодон тРНК **ААУ**

Кодон иРНК **УУА** аминокислота — **Фенилаланин**, на ДНК — **ААТ**

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

*Тема: «Фотосинтез.  
Хемосинтез»*

Задачи:

Дать характеристику реакциям  
фото- и хемосинтеза.

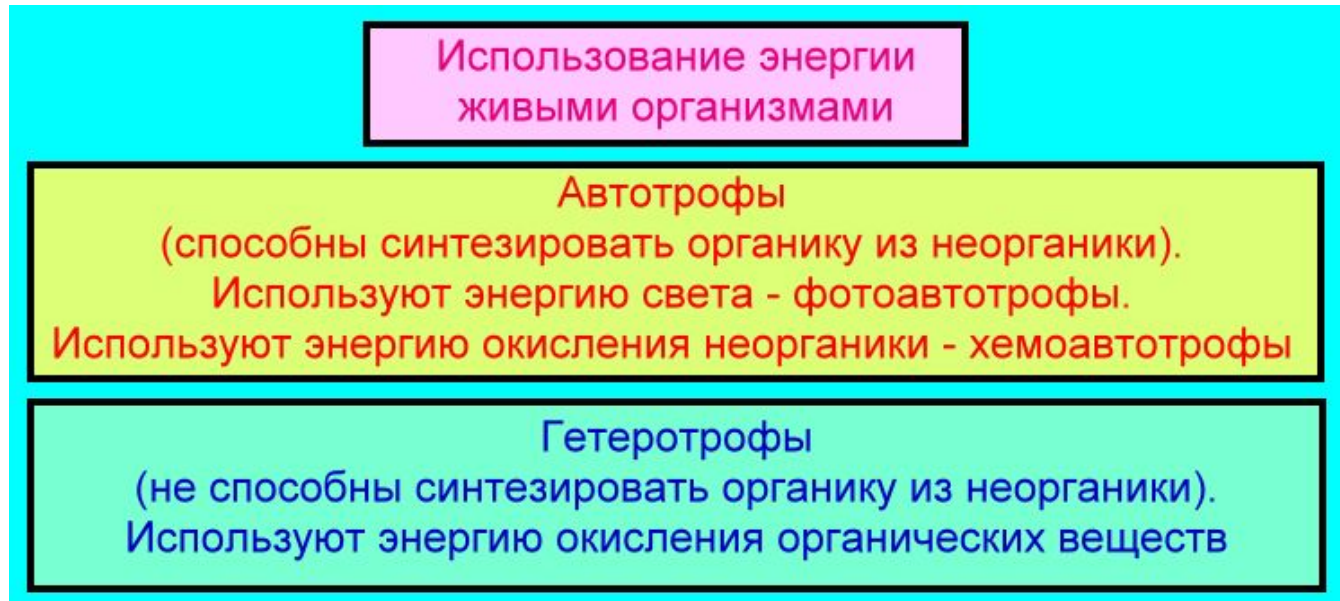
# 1. Использование энергии живыми организмами



Все живые организмы, обитающие на Земле, можно подразделить на две группы в зависимости от того, каким образом они получают необходимые им органические вещества.

Первая группа — *автотрофы*, что в переводе с греческого языка означает «самопитающиеся». Они способны самостоятельно создавать все необходимые им для построения клеток и процессов жизнедеятельности органические вещества из неорганических — воды, углекислого газа и других.

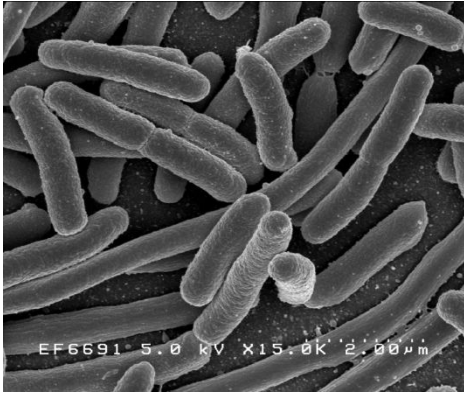
# 1. Использование энергии живыми организмами



Энергию для таких сложных превращений они получают либо за счет солнечного света и называются *фотоавтотрофами*, либо за счет энергии химических превращений минеральных соединений и в этом случае называются *хемоавтотрофами*. Но и фотоавтотрофные, и хемоавтотрофные организмы не нуждаются в поступлении извне органических веществ. К автотрофам относятся все зеленые растения и многие бактерии.



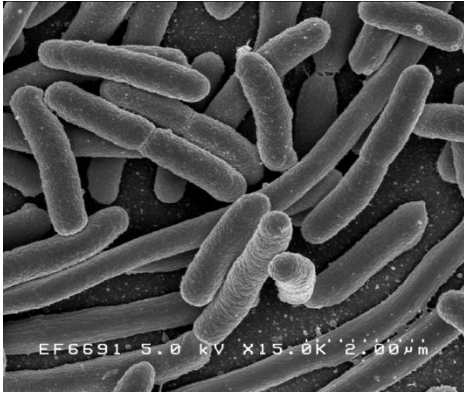
# 1. Использование энергии живыми организмами



**Гетеротрофы** не могут самостоятельно синтезировать такие вещества из неорганических соединений и нуждаются в постоянном поглощении готовых органических веществ извне.

В зависимости от того, откуда гетеротрофные организмы получают питательные вещества, их делят на группы. **Сапротрофы** питаются мертвыми органическими остатками. Таков тип питания у бактерий гниения, многих грибов. **Паразиты** существуют только на живых организмах, нанося им вред. Третья группа гетеротрофов — **голозои**. Голозойное питание включает три этапа: поедание, переваривание и всасывание переваренных веществ.

# 1. Использование энергии живыми организмами



Голозойное питание чаще наблюдается у многоклеточных животных, имеющих пищеварительную систему. Голозойно питающихся животных можно подразделить на *плотоядных, растительноядных и всеядных*.

К гетеротрофам относятся грибы, животные и многие бактерии. Некоторые клетки зеленого растения также гетеротрофны: клетки камбия, корня. Дело в том, что клетки этих частей растения не способны к фотосинтезу и питаются за счет органических веществ, синтезированных зелеными частями растения.

## ***Подведем итоги:***

Автотрофы:

Гетеротрофы:

Фотоавтотрофы:

Хемоавтотрофы:

Гетеротрофы:

На какие группы делятся гетеротрофы:

Голозойно питающихся животных можно подразделить на группы:

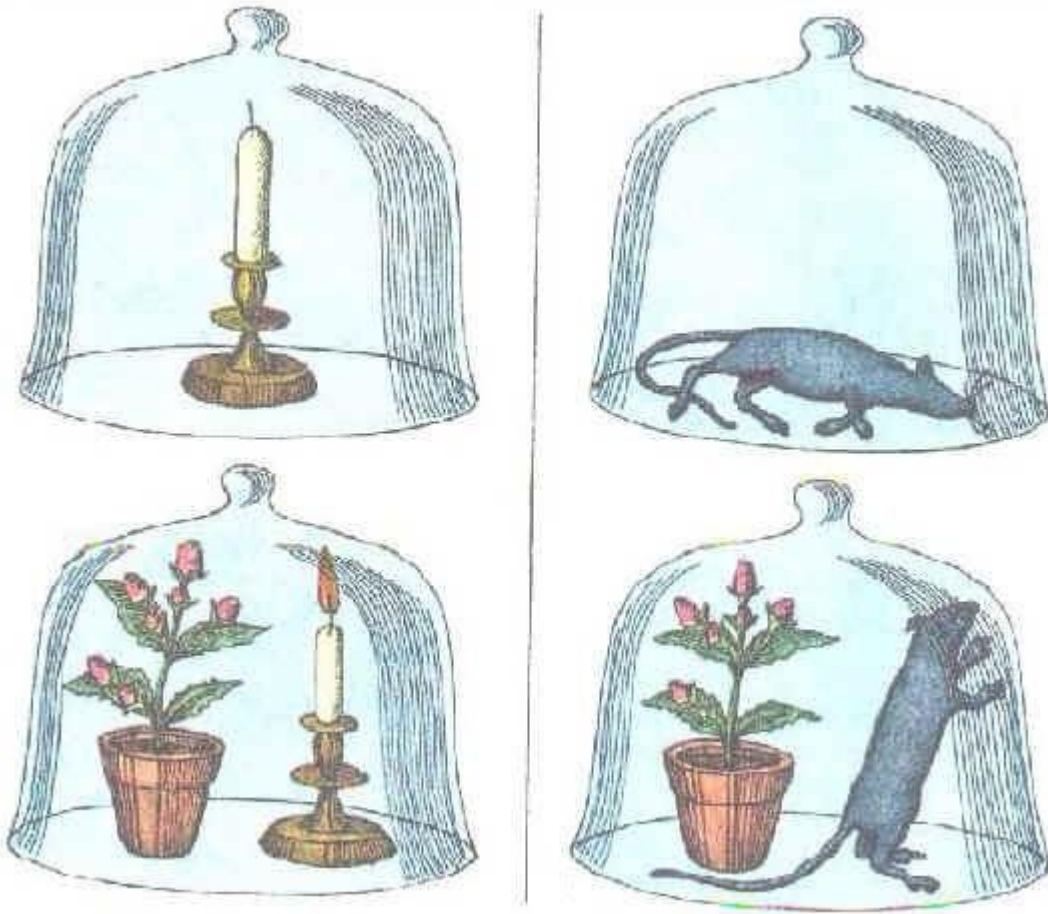
## *Фотосинтез*

Фотосинтез — процесс синтеза органических веществ из неорганических (воды и углекислого газа) с использованием энергии солнечного света.





## Опыт Пристли. Фотосинтез

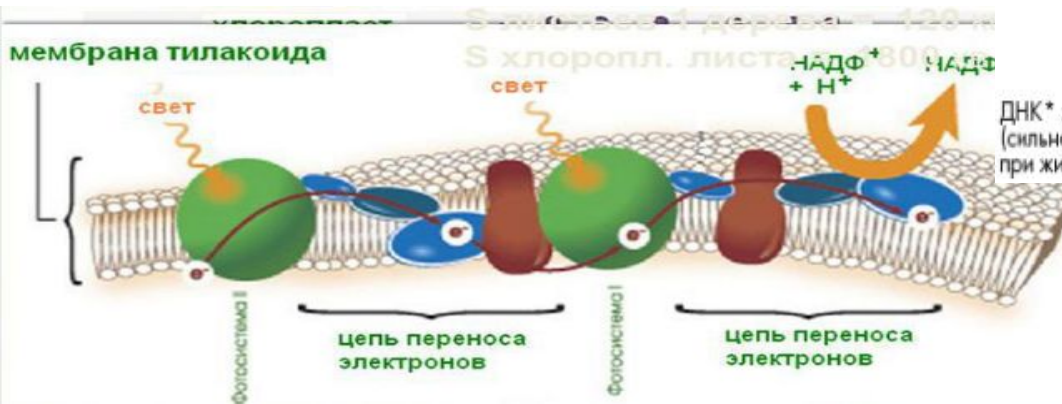
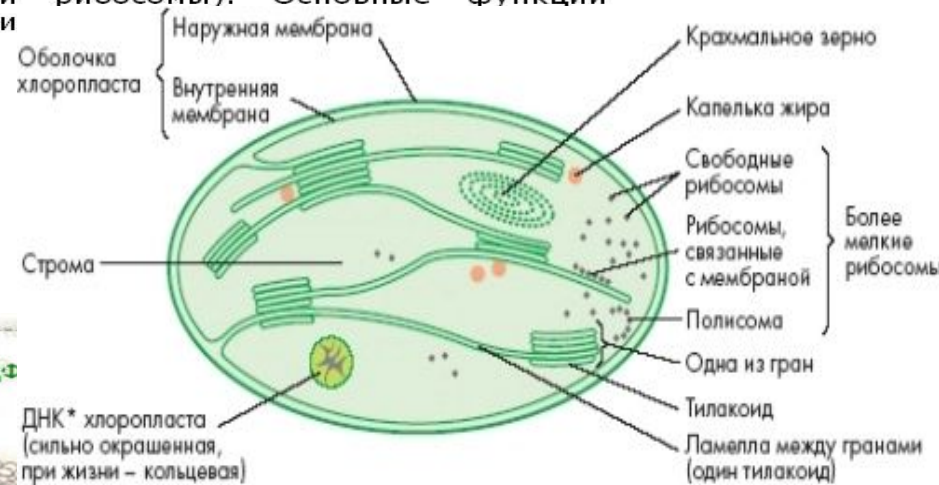


Первые опыты по фотосинтезу были проведены Джозефом Пристли в XVIII в., когда он обратил внимание на «порчу» воздуха в герметичном сосуде горящей свечой (воздух переставал быть способен поддерживать горение, помещенные в него животные задыхались) и «исправление» его растениями. Пристли сделал вывод, что растения выделяют кислород, который необходим для дыхания и горения.

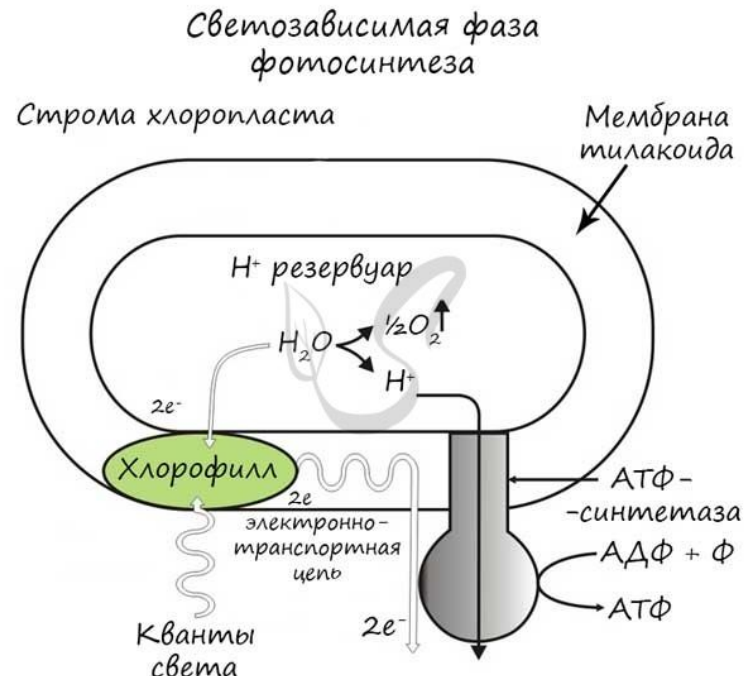
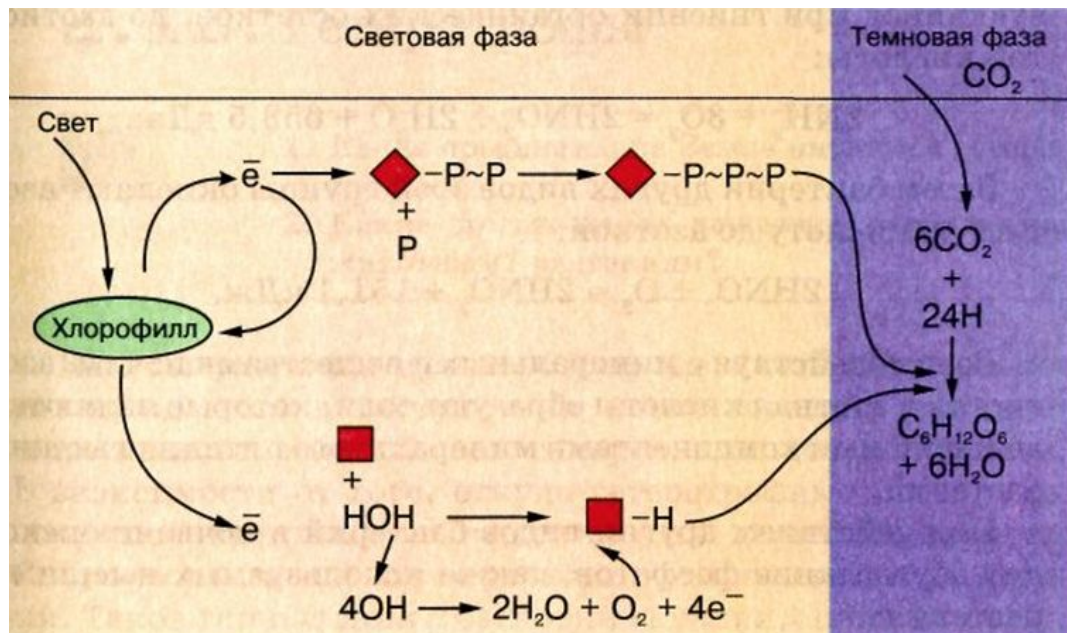
# ХЛОРОПЛАСТЫ



Хлоропласты содержат зелёный пигмент хлорофилл. Они имеются в листьях, молодых побегах, незрелых плодах. Стенка хлоропласта образована двумя мембранами, под которыми находится бесструктурное содержимое – *stroma*. Строма пронизана системой параллельно расположенных элементарных мембран, являющихся продолжением внутренней мембраны. Их называют *тилакоидами*. В некоторых местах парные мембраны тилакоидов диаметром около 0,3 мкм плотно прилегают друг к другу, образуя стопки, содержащие хлорофилл, – *граны*. В гранях протекает световая фаза фотосинтеза, а в тилакоидах стромы – темновая. В строме хлоропластов имеется автономная система синтеза белков (ДНК и рибосомы). Основные функции хлоропластов – фотосинтез и синтез специфически



# Фотосинтез

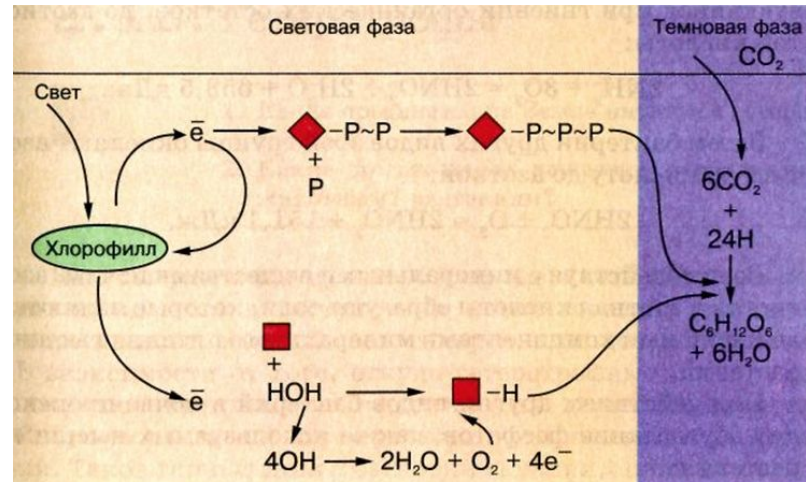


Процесс фотосинтеза включает в себя две последовательные фазы: световую и темновую.

**Световая фаза фотосинтеза.** Квант света, падающий на лист, поглощается молекулой хлорофилла. В результате этого молекула на очень короткое время переходит в возбужденное состояние: один из электронов молекулы хлорофилла ( $e^-$ ) получает избыток энергии. *Возбужденный электрон перемещается по цепи сложных органических соединений, теряя энергию, которая расходуется на синтез АТФ из АДФ и фосфата.*



## 2. Фотосинтез

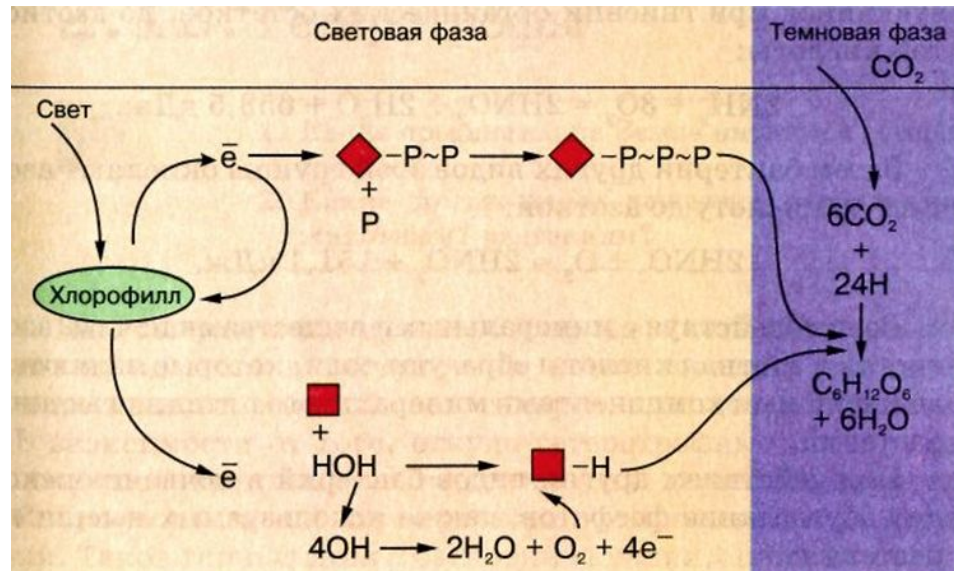


Этот процесс очень эффективен, и в хлоропласте образуется АТФ приблизительно в 30 раз больше, чем в митохондриях тех же растений. Потеряв избыток энергии, электрон возвращается к молекуле хлорофилла, которая теперь способна захватить новый квант света.

Так как описываемые реакции происходят в водных растворах, то *значительная часть возбужденных электронов захватывается продуктами диссоциации  $H_2O$  – ионами  $H^+$ . Ион водорода получает избыток энергии и связывается со специальными молекулами-переносчиками.* Освободившиеся ионы гидроксила  $OH$  взаимодействуют друг с другом, в результате чего образуются вода и молекулярный кислород:



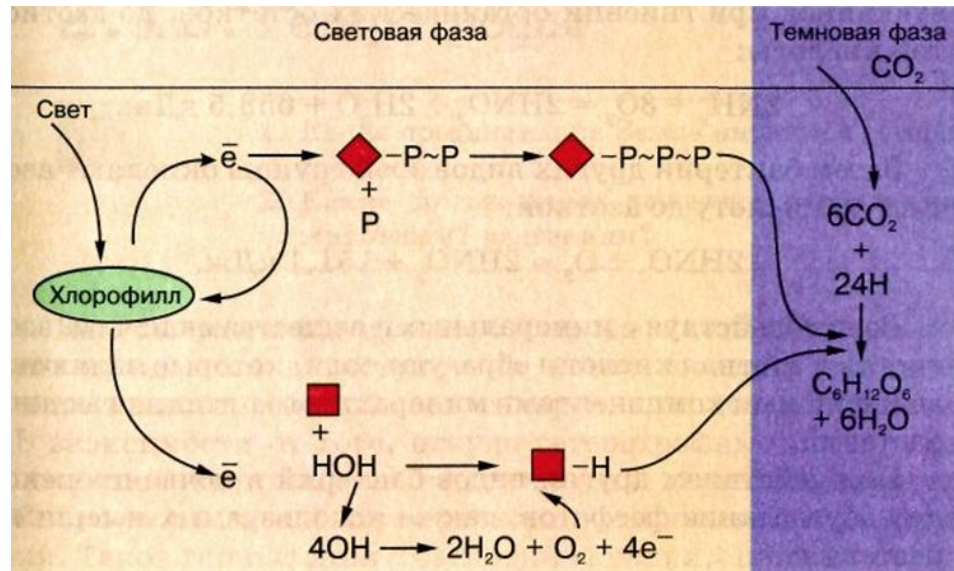
## 2. Фотосинтез



В этом случае к молекуле хлорофилла возвращаются электроны гидроксила. Процесс разложения воды под действием энергии солнечного света получил название *фотолиза*. Таким образом, кислород, который выделяется в процессе фотосинтеза в атмосферу, образуется в результате фотолиза воды.

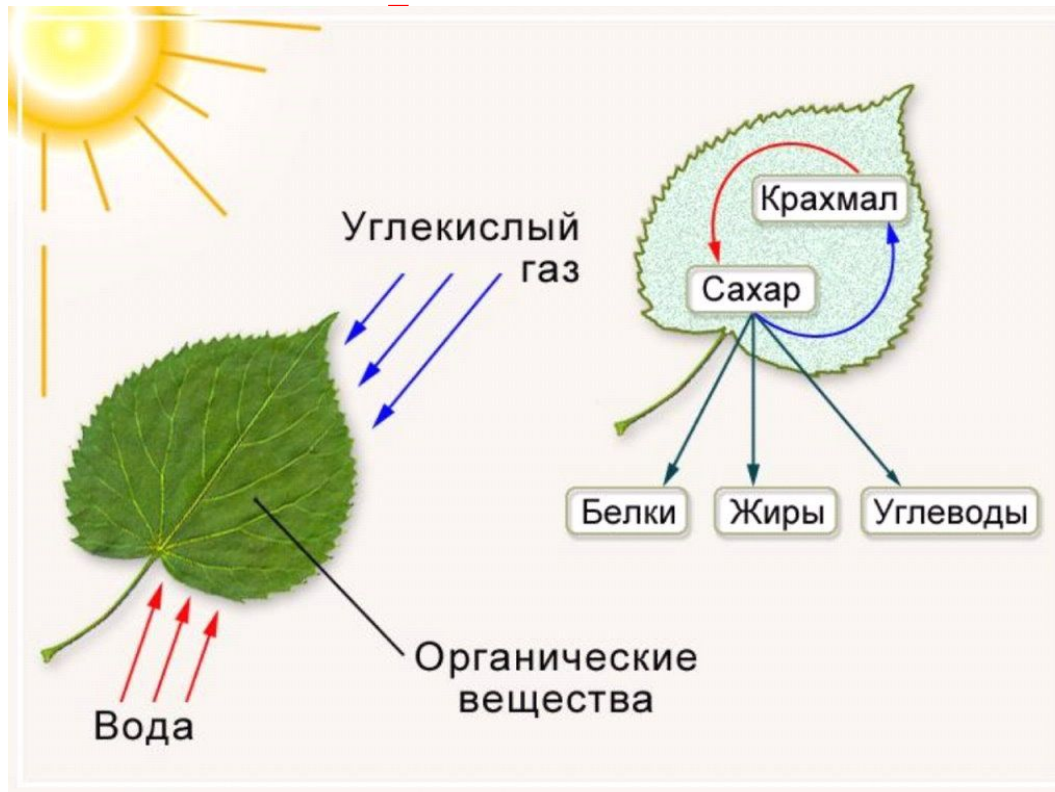
На этом световая фаза заканчивается, и дальнейшие процессы фотосинтеза могут идти и без солнечного освещения. Во время световой фазы образуются богатые энергией молекулы и ионы водорода, необходимые для темновой фазы фотосинтеза.

## 2. Фотосинтез



**Темновая фаза** также протекает в пластидах. В процессе реакций этой фазы происходит захват специальным веществом молекул углекислого газа ( $CO_2$ ) из внешней среды. Путем целого ряда последовательных биохимических превращений из углекислого газа и водорода образуется шестиуглеродный сахар — глюкоза и воспроизводится вещество, способное снова захватывать  $CO_2$ .

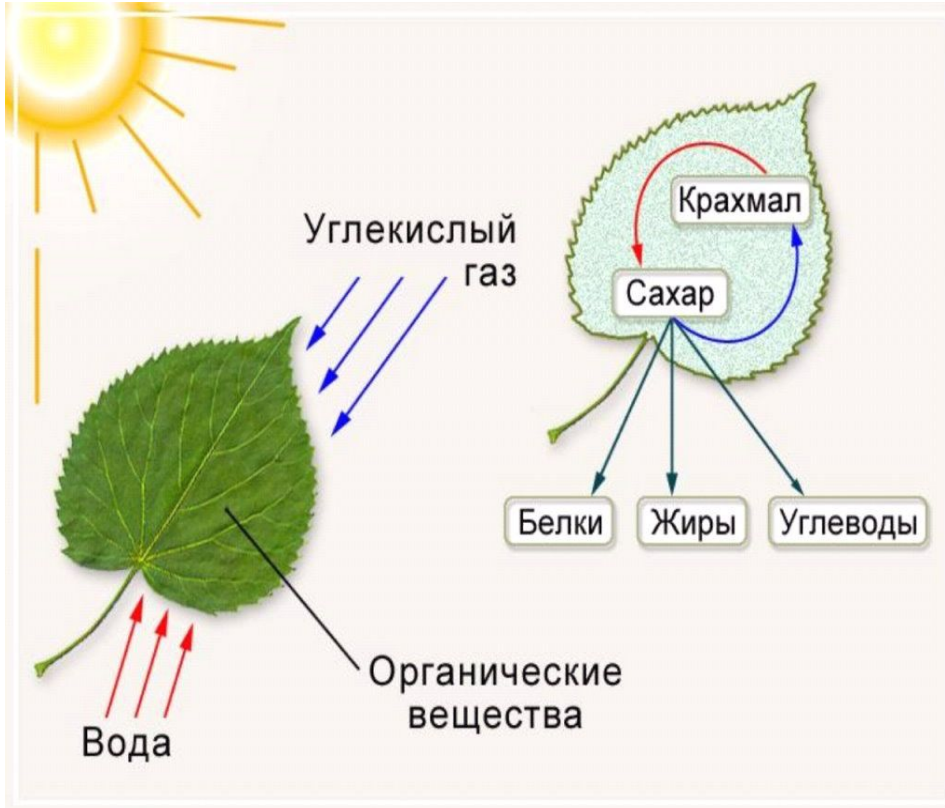
В процессе темновой фазы поглощается углекислый газ и синтезируется глюкоза. Реакции темновой фазы обеспечиваются энергией, запасенной во время световой фазы.



Фотосинтез – образование органических веществ из неорганических с использованием энергии солнечного света.

Фотосинтез очень продуктивен, но хлоропласты листа захватывают для участия в этом процессе всего 1 квант света из 10 000. Тем не менее этого достаточно для того, чтобы зеленое растение могло синтезировать 1 г глюкозы в час с поверхности листьев площадью 1 м<sup>2</sup>.

# Фотосинтез



Фотосинтез – образование органических веществ из неорганических с использованием энергии солнечного света.

АТФ в растительных клетках образуется непосредственно в процессе фотосинтеза, а другие клетки накапливают АТФ, расщепляя продукт того же фотосинтеза — сахараиды.

С точки зрения продуктивности нет ничего, что бы могло сравниться с фотосинтезом. Если все сталелитейные заводы мира выпускают в год около 350 млн т стали, а все цементные заводы — 300 млн т цемента, то растения Земли все вместе ежегодно производят 130 000 млн т сахаров!



### 3. Хемосинтез



Пурпурная серобактерия  
*Chromatium*

Сернистый источник

$$2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{S} + \text{ЭНЕРГИЯ}$$
$$2\text{S} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{ЭНЕРГИЯ}$$

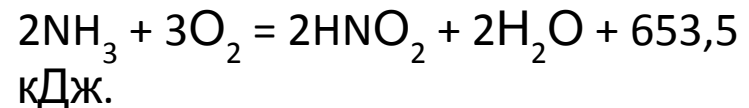
Многие виды бактерий, способные синтезировать необходимые им органические соединения из неорганических за счет энергии химических реакций окисления, происходящих в клетке, относятся к хемоавтотрофам. Захватываемые бактерией вещества окисляются, а образующаяся энергия используется на синтез сложных органических молекул из  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . Этот процесс носит название *хемосинтеза*.

### 3. Хемосинтез



Важнейшую группу хемосинтезирующих организмов представляют собой **нитрифицирующие бактерии.**

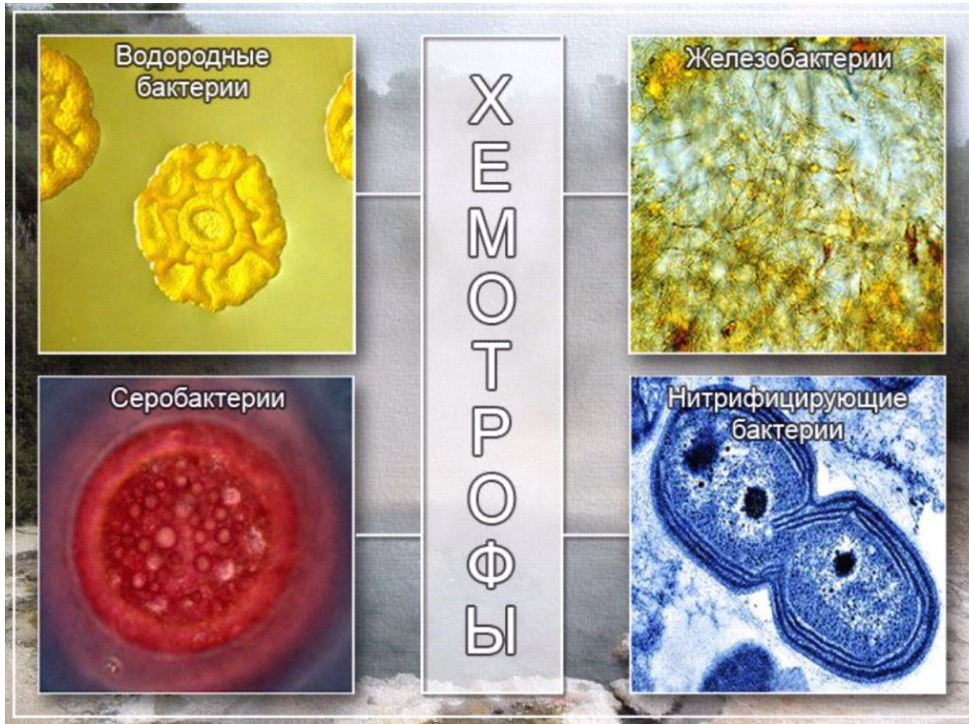
Исследуя их, С. Н. Виноградский в 1887 г. открыл процесс хемосинтеза. Эти бактерии, обитая в почве, окисляют аммиак, образующийся при гниении органических остатков, до азотистой кислоты:



Затем бактерии других видов этой группы окисляют азотистую кислоту до азотной:



### 3. Хемосинтез



Хемосинтезирующие бактерии.

Под действием других видов бактерий в почве происходит образование фосфатов, также используемых высшими растениями.

Итак, хемотробы, как и все автотрофные организмы, самостоятельно синтезируют необходимые органические вещества. От фототрофных зеленых растений их отличает полная независимость от солнечного света как источника энергии.

## *Подведем итоги:*

1. Сколько кодонов кодирует 20 видов аминокислот?
2. Какие функции выполняют тРНК?
3. Что известно о строении тРНК?
4. Как аминокислота присоединяется к своей тРНК?
5. Сколько различных антикодонов может быть у тРНК?
6. Каково значение антикодона?

## ***Подведем итоги:***

Как используются вещества пищи клетками организма?

Пластический обмен:

Энергетический обмен:

Метаболизм:

Задачи пластического и энергетического обменов?



## **Вопросы к зачету:**

1. Что такое ассимиляция, пластический обмен?
2. Что такое диссимиляция, энергетический обмен?
3. Что происходит на первом этапе энергетического обмена?
4. Что происходит на втором этапе энергетического обмена?
5. Запишите формулы гликолиза и спиртового брожения.
6. Какой процент энергии запасается в форме АТФ при гликолизе?  
При кислородном окислении?
7. Запишите формулу кислородного окисления двух молекул трехуглеродной кислоты.
8. Какие организмы называются фотоавтотрофами?  
Хемоавтотрофами?
9. Какие организмы называются гетеротрофами?
10. Как используется энергия квантов света при фотосинтезе?
11. Для каких двух процессов используется энергия возбужденных электронов?
12. Откуда появляется кислород, который выделяется при фотосинтезе?
13. Какие организмы относятся к хемоавтотрофам?

## **Вопросы к зачету:**

14. В чем заслуга С.Н.Виноградского?
15. Как получают энергию нитрифицирующие бактерии?
16. Чем представлена первичная структура белков?
17. Чем закодирована последовательность аминокислот на ДНК?
18. Что такое ген?
19. Триплетность. В чем проявляется это свойство кода?
20. Вырожденность, избыточность. В чем проявляется это свойство кода?
21. Однозначность. В чем проявляется это свойство кода?
22. Универсальность. В чем проявляется это свойство кода?
23. Что такое транскрипция?
24. Что необходимо для синтеза информационной РНК?
25. С помощью чего к кодону иРНК присоединяется строго определенная тРНК?
26. Какие функции выполняют рибосомы?
27. Что такое полисома?
28. Что такое трансляция?
29. Почему необходимо, как минимум, 20 видов тРНК?
30. Что необходимо для трансляции?

## Подведем итоги:

Энергия возбужденных электронов, которые возвращаются на молекулу хлорофилла, расходуется:

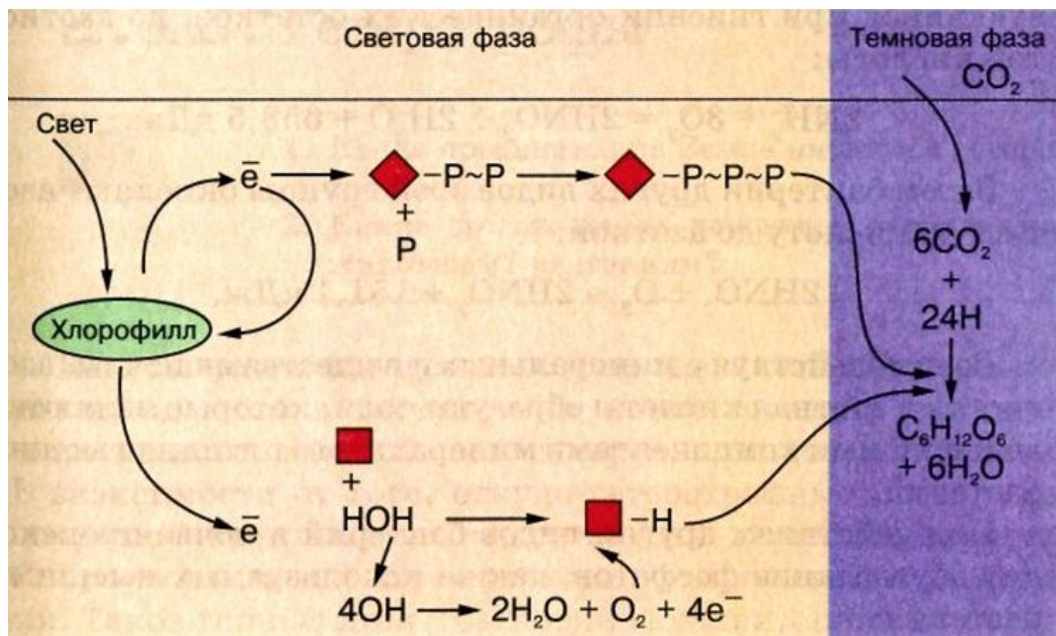
Энергия возбужденных электронов, которые захватываются протонами, расходуется :

Фотолиз воды:

Кислород, который выделяется при фотосинтезе, образуется:

Что происходит в темновую фазу фотосинтеза?

Откуда берется энергия для синтеза глюкозы в темновую фазу?

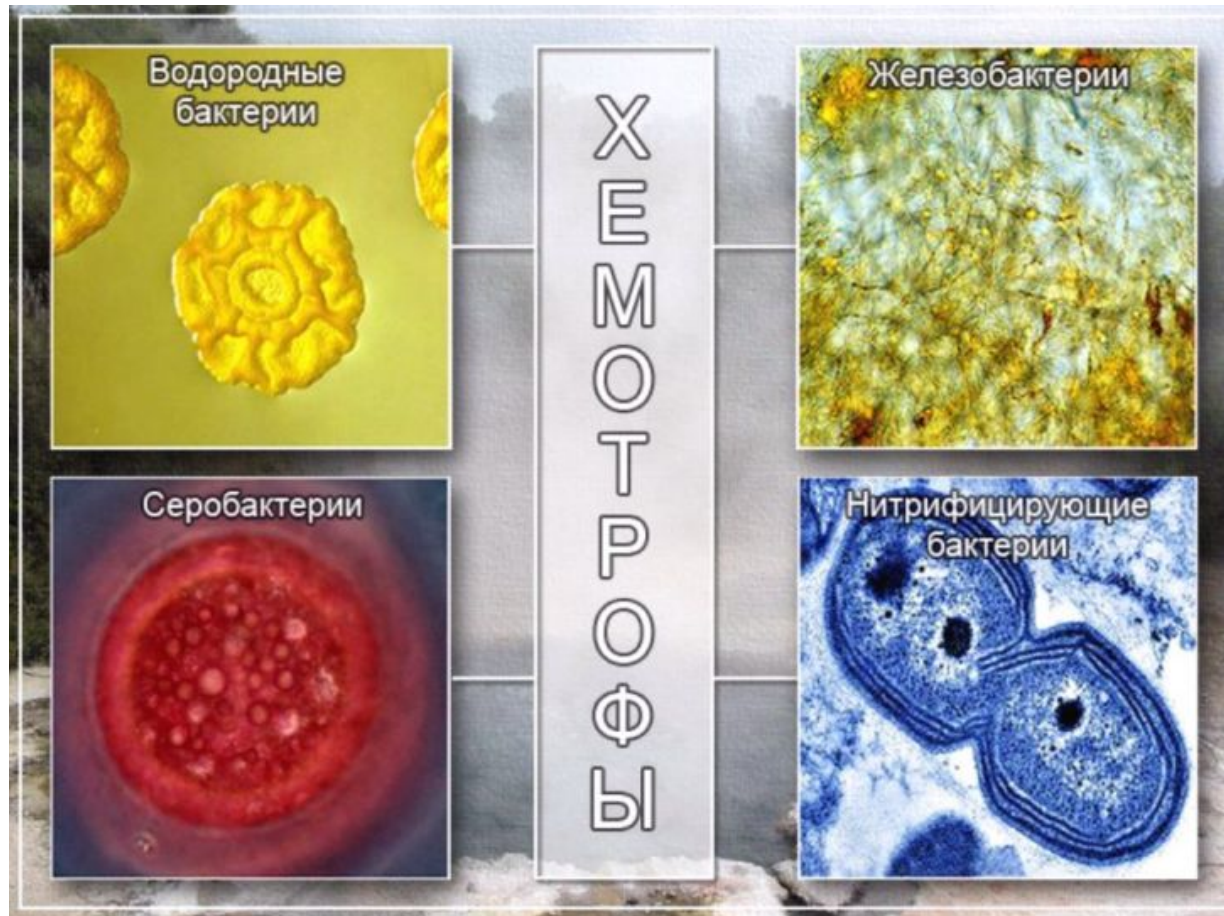


## ***Подведем итоги:***

Хемосинтез:

Процесс хемосинтеза открыт:

Нитрифицирующие бактерии при хемосинтезе используют энергию:



Хемосинтезирующие бактерии.

## ***Подведем итоги:***

Как используются вещества пищи клетками организма?

Пластический обмен:

Энергетический обмен:

Метаболизм:

Задачи пластического и энергетического обменов?