

**Обмен веществ** - совокупность протекающих в живых организмах химических превращений, обеспечивающих их рост, развитие, процессы жизнедеятельности, воспроизведение потомства, активное взаимодействие с окружающей средой.



**Обмен веществ (метаболизм)** – совокупность химических процессов, происходящих в клетках и тканях живого организма и обеспечивающих его жизнеспособность.

**Обмен веществ**

```
graph TD; A[Обмен веществ] --> B[Ассимиляция (анаболизм)]; A --> C[Диссимиляция (катаболизм)];
```

**Ассимиляция  
(анаболизм)**

Анаболизм – это биосинтез сложных веществ из более простых молекул-предшественников

**Диссимиляция  
(катаболизм)**

Катаболизм – это расщепление крупных органических молекул до простых соединений с одновременным выделением энергии, запасаемым, главным образом, в форме АТФ



-стресс  
-физическая нагрузка  
-голодание

-диета  
-сон  
-аминокислоты и  
добавки

## Понятие о катаболизме и анаболизме.

Метаболизм (metabole — греч. изменение, превращение) — это совокупность процессов превращения веществ и энергии в организме, происходящих с участием ферментов. В наиболее употребительном значении термин «метаболизм» равнозначен «обмену веществ». В точном смысле «метаболизм» означает промежуточный обмен, т. е. превращение веществ внутри клеток с момента их поступления до образования конечных продуктов. Вещества, участвующие в метаболизме, называются метаболитами



# обмен веществ и энергии

## Внешний обмен

(поглощение и выделение веществ клеткой)

## Внутренний обмен

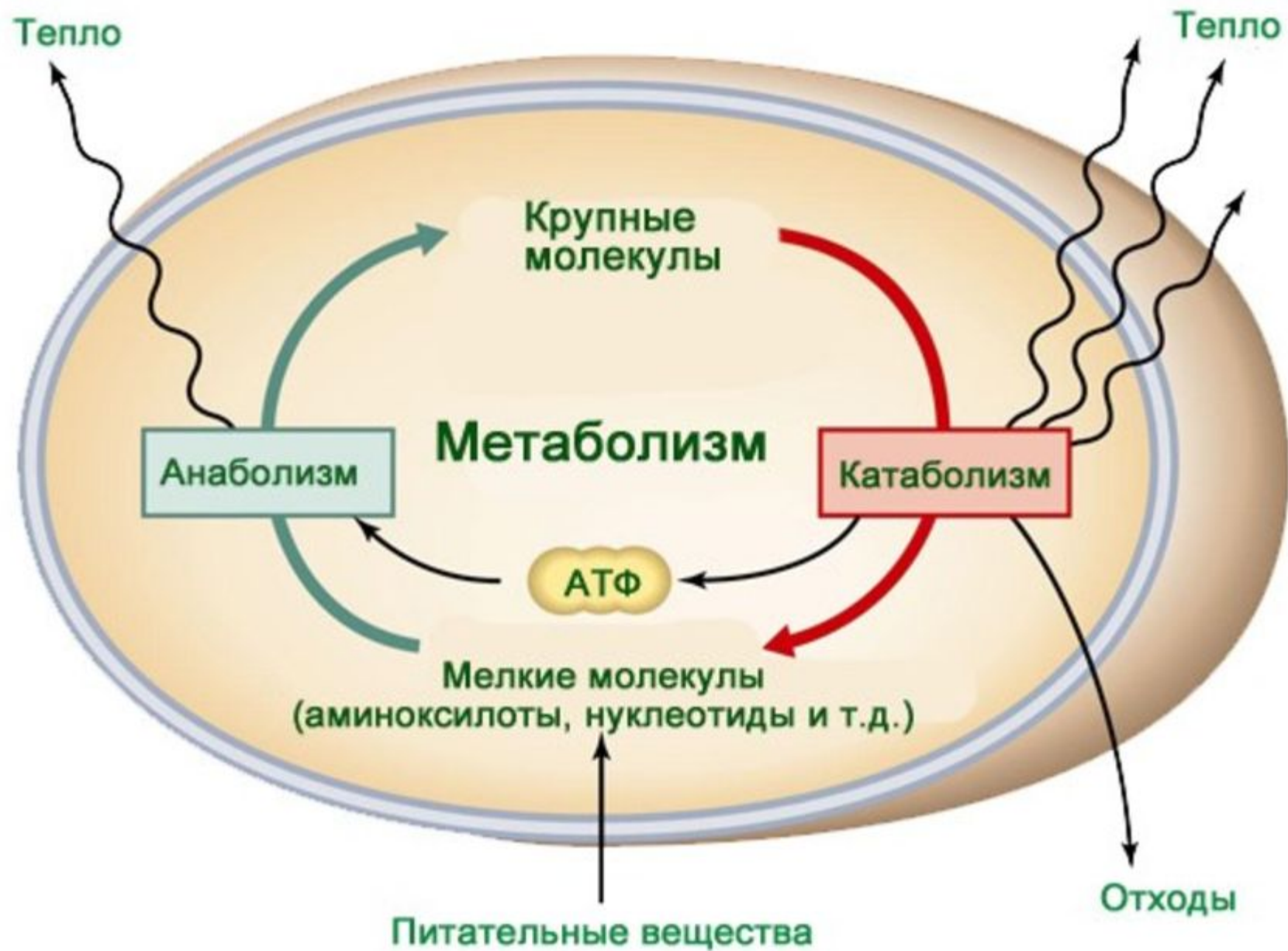
(химические превращения веществ в клетке)

### Пластический обмен

(ассимиляция или анаболизм)

### Энергетический обмен

(диссимиляция или катаболизм)



# Схема обмена веществ



# Схема обмена веществ





# **Понятие о катаболизме и анаболизме.**

## **Функции метаболизма**

- 1. Обеспечение организма энергией, полученной при расщеплении богатых энергией пищевых веществ или путем преобразования энергии солнца.**
- 2. Превращение пищевых молекул в предшественники, которые используются в клетке для биосинтеза собственных макромолекул.**
- 3. Сборка макромолекулярных (биополимеры) и надмолекулярных структур живого организма, т. е. пластическое и энергетическое поддержание его структуры.**
- 4. Синтез и разрушение биомолекул, выполняющих специфические функции в организме (мембранные липиды, внутриклеточные посредники и пигменты).**

# Понятие о катаболизме и анаболизме.

## Фазы метаболизма

Метаболизм складывается из двух фаз — **катаболизма и анаболизма**. **Катаболизм** — это ферментативное расщепление крупных пищевых или депонированных молекул (углеводов, липидов, белков) до более простых (лактат,  $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $NH_3$ ) с выделением энергии и запасанием ее в виде АТФ или восстановительных эквивалентов (НАДН, НАДФН, ФАДН<sub>2</sub>).

# Понятие о катаболизме и анаболизме.

Катаболизм включает 3 стадии.

**1 стадия** — превращение полимеров в мономеры (крахмал и гликоген — в глюкозу, белки — в аминокислоты, триацилглицеролы — в жирные кислоты и глицерол, нуклеиновые кислоты — в нуклеотиды и т.д.), Первая стадия превращения пищевых молекул протекает в желудочно-кишечном тракте и **называется перевариванием**.

**2 стадия (специфические пути катаболизма)** — мономеры превращаются в общие промежуточные продукты — пируват и ацетил-КоА.

**3 стадия (общий путь катаболизма)** — окисление ацетильной группы ацетил-КоА до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .

3 стадия катаболизма включает:

- а) цикл трикарбоновых кислот
- б) цепи переноса электронов
- в) окислительное фосфорилирование.

# Понятие о катаболизме и анаболизме.

Анаболизм — ферментативный синтез крупных полимерных молекул из простых предшественников с затратой АТФ или восстановительных эквивалентов НАДН, НАДФН и ФАДН<sub>2</sub>.

Стадии анаболизма:

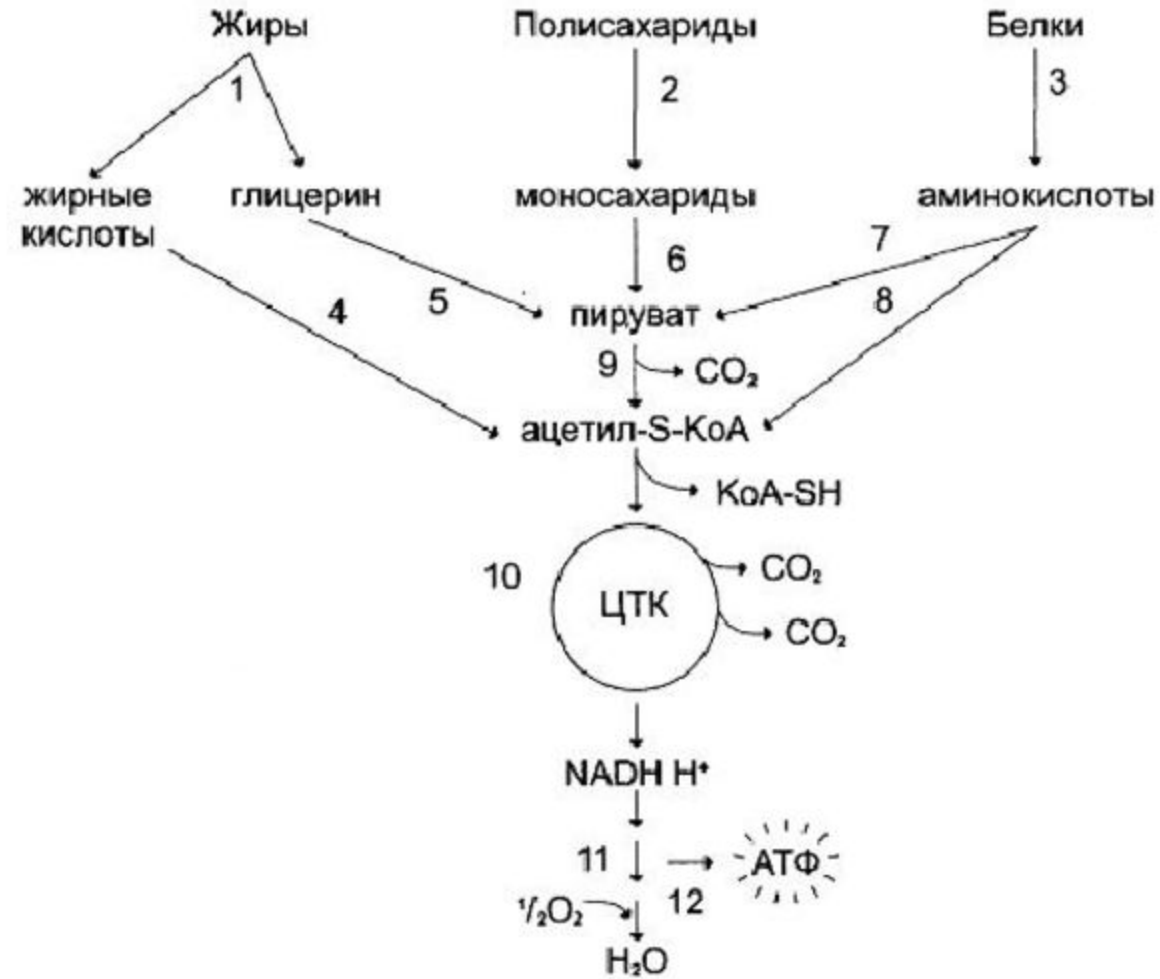
1 стадия — третья стадия катаболизма, т. е. цикл трикарбоновых кислот;

2 стадия — образование мономеров по реакциям, обратным реакциям катаболизма;

3 стадия — синтез полимеров из мономеров.

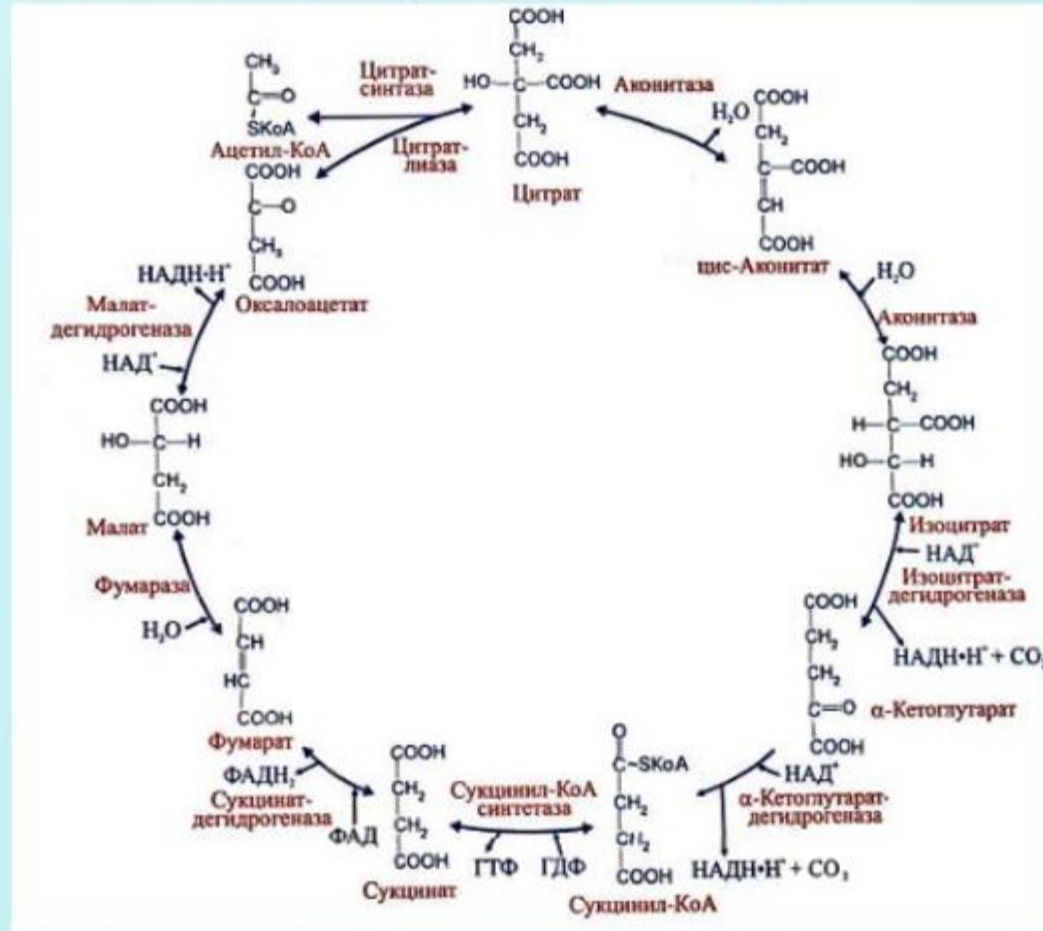
Амфиболические пути расположены в точках переключения метаболизма и связывают анаболизм и катаболизм.

# Понятие о катаболизме и анаболизме.



# Понятие о катаболизме и анаболизме.

Амфиболическим путем метаболизма является цикл трикарбоновых кислот



## **Понятие о катаболизме и анаболизме.**

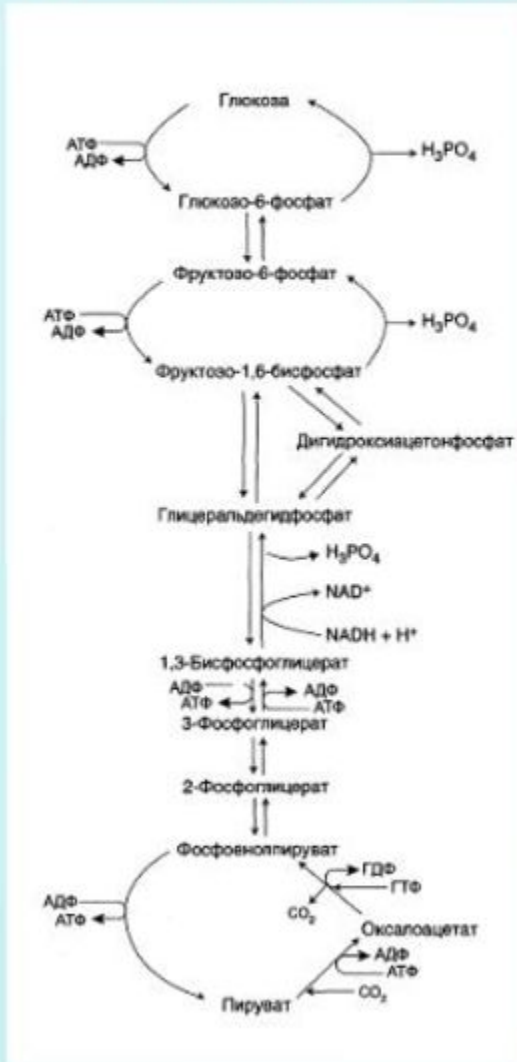
**Анаболизм и катаболизм не являются простым обращением реакций.**

**Катаболические и анаболические пути должны отличаться хотя бы одной из ферментативных реакций, чтобы регулироваться независимо.**

**Углеводы, жирные кислоты и большинство аминокислот окисляются в конечном счёте через цикл лимонной кислоты до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . Прежде, чем эти вещества вовлекаются в заключительный этап катаболизма, их углеродный скелет превращается в двухуглеродный фрагмент в форме ацетил-КоА. Именно в этой форме большая часть «топливных» молекул включается в цикл лимонной кислоты.**

**Ацетил-КоА образуется в специфических реакциях катаболизма жирных кислот и некоторых аминокислот. Однако главным источником ацетил-КоА служит пировиноградная кислота, образующаяся в реакциях катаболизма глюкозы и некоторых аминокислот**

# Понятие о катаболизме и анаболизме.



Например, специфический путь распада глюкозы до лактата (анаэробный гликолиз) включает 11 реакций; обратный процесс — синтез глюкозы из лактата (глюконеогенез) включает 8 обратимых реакций и 3 дополнительные реакции с новыми наборами ферментов. Именно на этих стадиях за счет направленного изменения активности ферментов регулируются суммарные скорости распада и синтеза глюкозы.



## Понятие о катаболизме и анаболизме.

Несмотря на то, что обе стороны метаболизма сопряжены между собой во времени и пространстве, они строго локализованы в отдельных органеллах клетки и образуют самостоятельные метаболические пути. Локализация основных путей метаболизма в органеллах клетки отражена в следующей таблице:

Органелла клетки	Метаболический путь
Ядро	Синтез РНК
Митохондрии	Цепи биохимического окисления и окислительного фосфорилирования
Лизосомы	Гидролитические процессы
Рибосомы	Синтез белка
Эндоплазматическая сеть	Синтез биолипидов
Мембраны	Транспорт различных молекул, ионов

Если бы эти пути совпадали или отличались лишь направлением процесса, то в обмене возникали бы бесполезные, так называемые фитильные циклы. Образование таких циклов является причиной ряда заболеваний, при которых происходит бесполезный круговорот метаболитов вследствие реакций, протекающих в патологическом режиме.

Важнейшая черта биохимической формы движения материи заключается в саморегуляции совокупности биохимических превращений, образующих механизм, который обладает свойством обратной связи (положительной или отрицательной). Необходимо отметить, что каждая из биохимических реакций данного механизма в отдельности не обладает способностью к саморегулированию.

# Взаимосвязь катаболизма и анаболизма:



# Механизмы поступления веществ в клетку.

- **Простая диффузия** – простое вещество перемещается через мембрану по градиенту концентрации.
- **Пассивный транспорт**, или облегченная диффузия. Перенос осуществляется по градиенту концентрации с помощью молекул переносчиков или через формируемые молекулами белков особые каналы.
- **Активный транспорт.** Этот механизм сопряжен с затратами энергии и служит для переноса молекул против градиента концентрации
- **Эндоцитоз**- поглощение веществ путем окружения их выростами мембраны: фагоцитоз и пиноцитоз.
- **Экзоцитоз** – это удаление веществ из клетки через мембрану

# Типы обмена веществ

- *Источник энергии*

**Фототрофы**

**Хемотрофы**

- *Источник углерода*

**Автотрофы**

**Гетеротрофы**

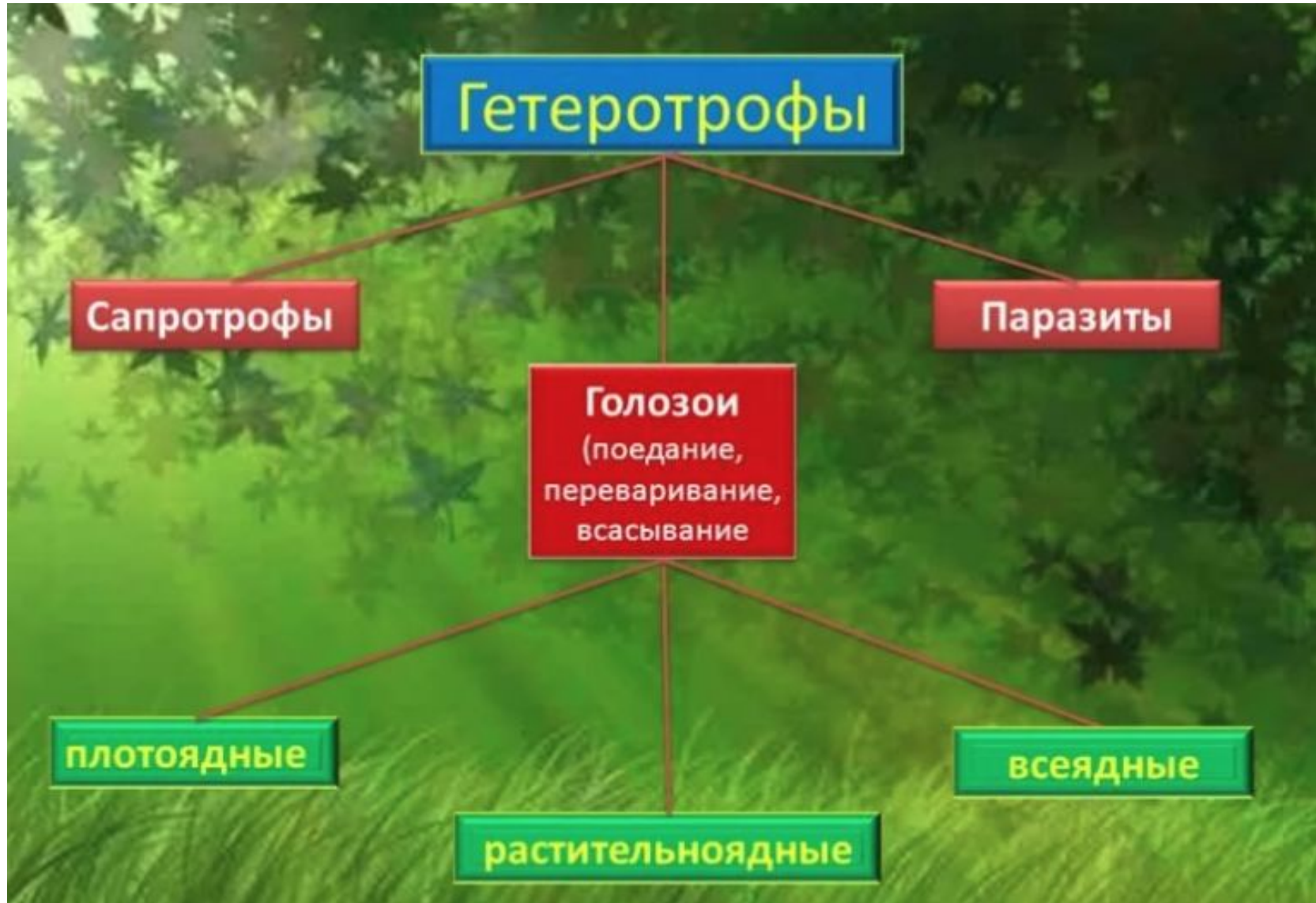
- Фотоавтотрофы
  - Растения
  - Цианеи

- Хемоавтотрофы
  - Некот. бактерии
  - грибы
  - некот. бактерии

- \* Фотогетеротрофы
  - бактерии зеленые
  - бактерии пурпурные

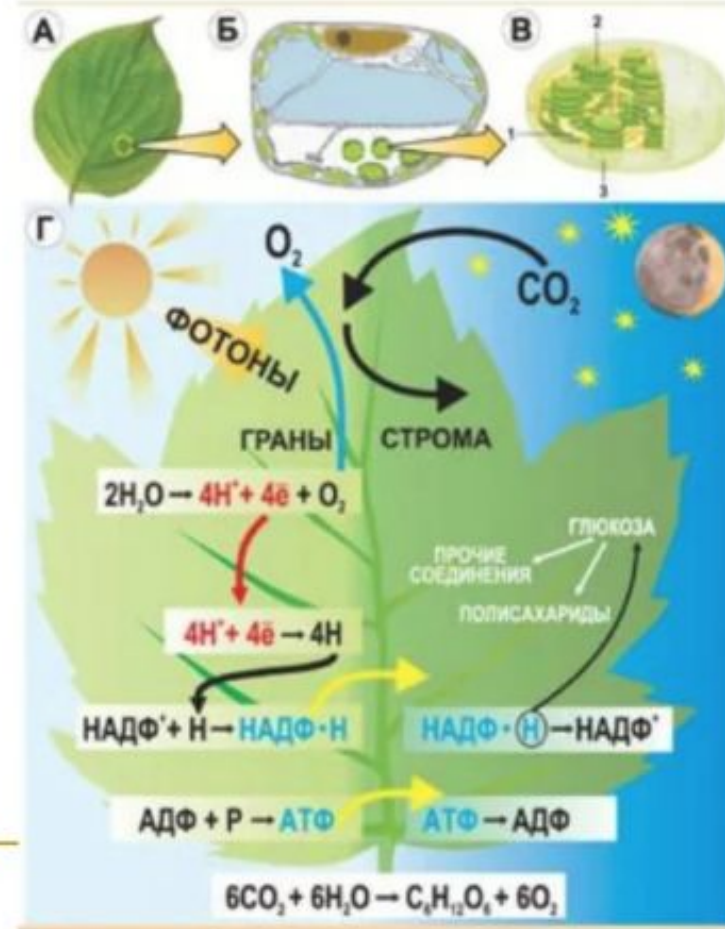
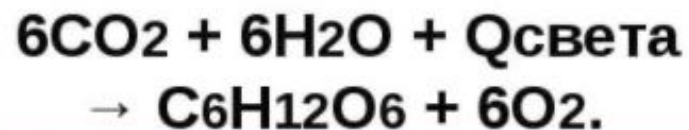
- \* Хемогетеротрофы
  - животные



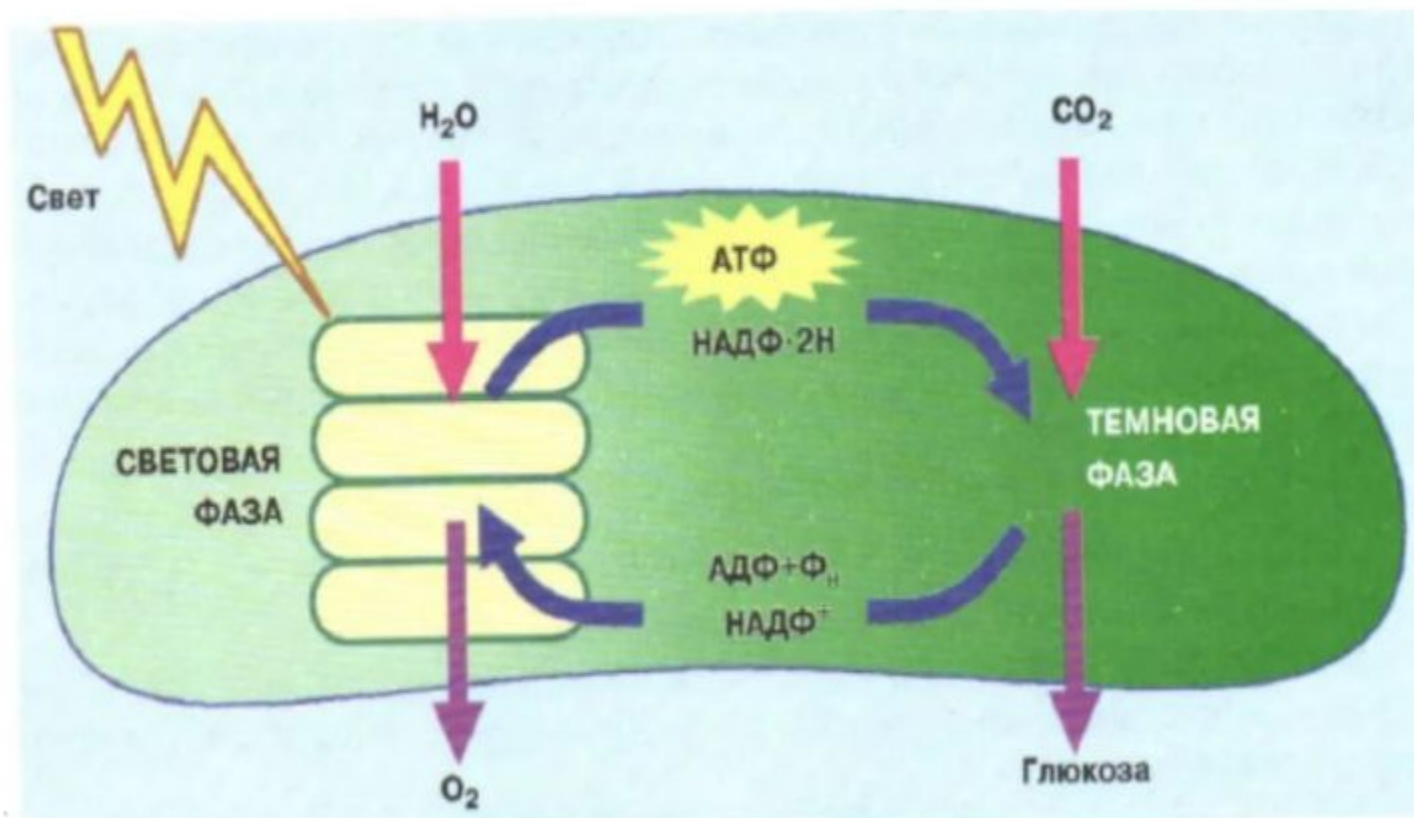


# Пластический обмен. Фотосинтез.

- **Фотосинтез** — синтез органических веществ из углекислого газа и воды с обязательным использованием энергии света:



# Фазы фотосинтеза



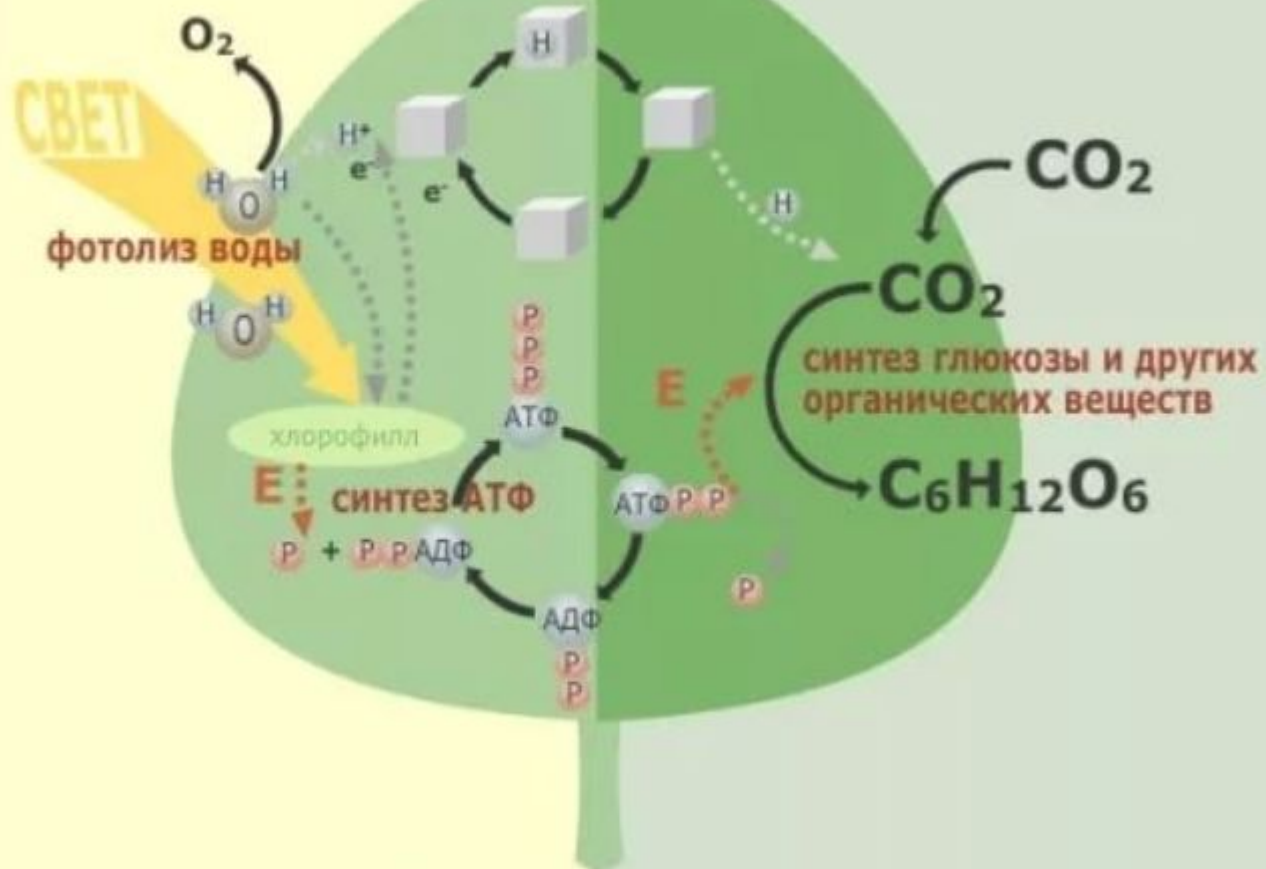


## СВЕТОВАЯ ФАЗА

в гранах хлоропласта

## ТЕМНОВАЯ ФАЗА

в строме хлоропласта



- молекулы переносчики



E - энергия

$e^-$  - электрон



P - фосфорная кислота

# ПРОДУЦЕНТЫ (АВТОТРОФЫ)



## Фототрофы

Для синтеза органических веществ используют энергию света.



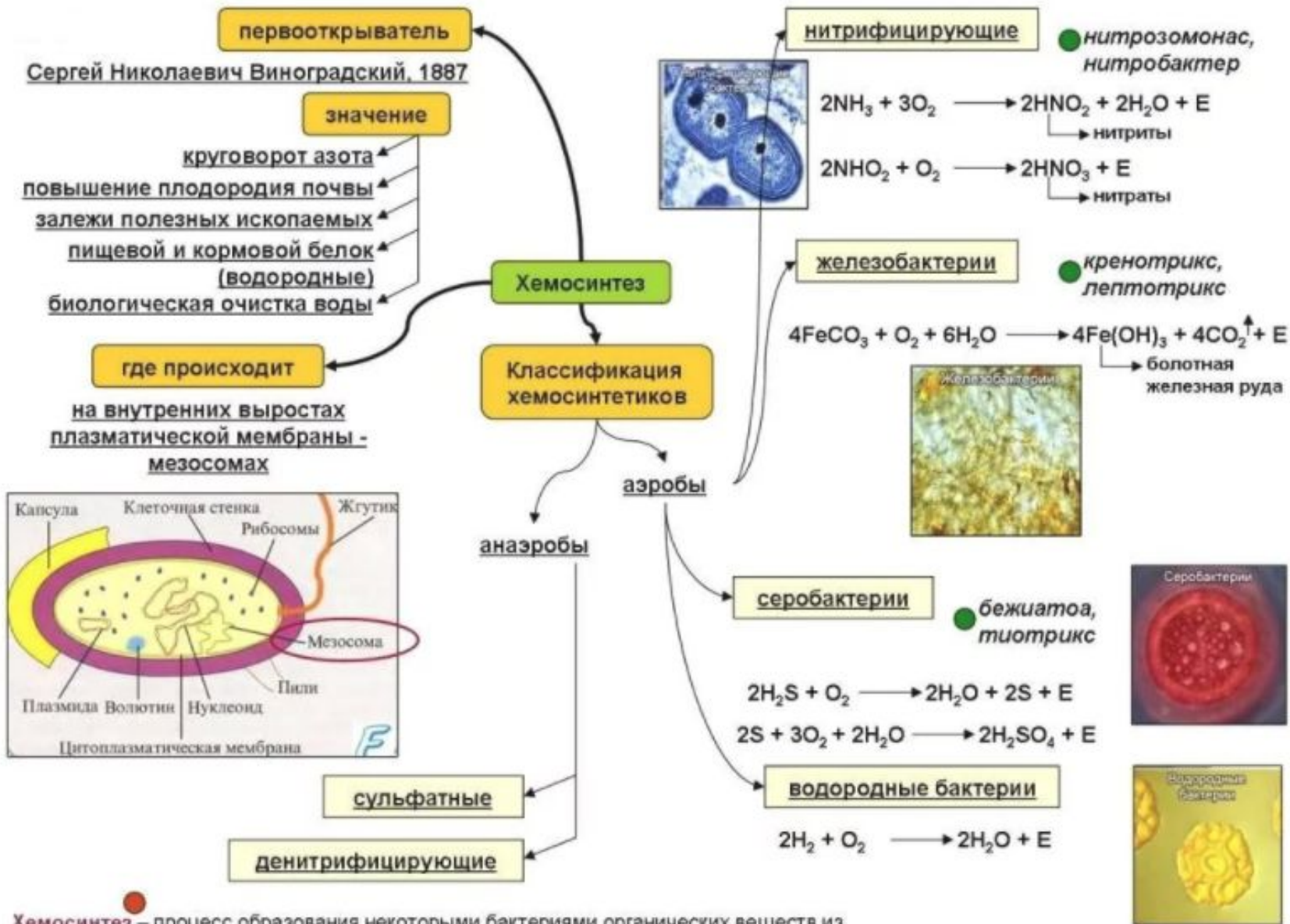
## Хемотрофы

Для синтеза органических веществ используют энергию, освобождающуюся при химических реакциях.

*железобактерии*

*серобактерии*

*нитрофицирующие бактерии*



**Хемосинтез** – процесс образования некоторыми бактериями органических веществ из диоксида углерода за счет энергии, полученной при окислении неорганических соединений.

- Хемосинтез – это способ автотрофного питания, при котором источником энергии для синтеза органических веществ из  $\text{CO}_2$  служат реакции окисления неорганических соединений. Явление хемосинтеза было открыто в 1887 году русским учёным С. Н. Виноградским. Этот способ получения энергии используется только бактериям. (Железобактерии, Серобактерии, Нитрифицирующие бактерии, Водородные бактерии, Метанобактерии)



Виноградский С. И.

*С.Н.Виноградский  
в 1887 году впервые  
открыл процесс  
хемосинтеза.*

## ЭТАПЫ СИНТЕЗА БЕЛКА

## Необходимые условия

ТРАНСКРИПЦИЯ

Нуклеиновые кислоты

ТРАНСЛЯЦИЯ

Много ферментов

ИНИЦИАЦИЯ

Много энергии (АТФ)

ЭЛОНГАЦИЯ

Рибосомы

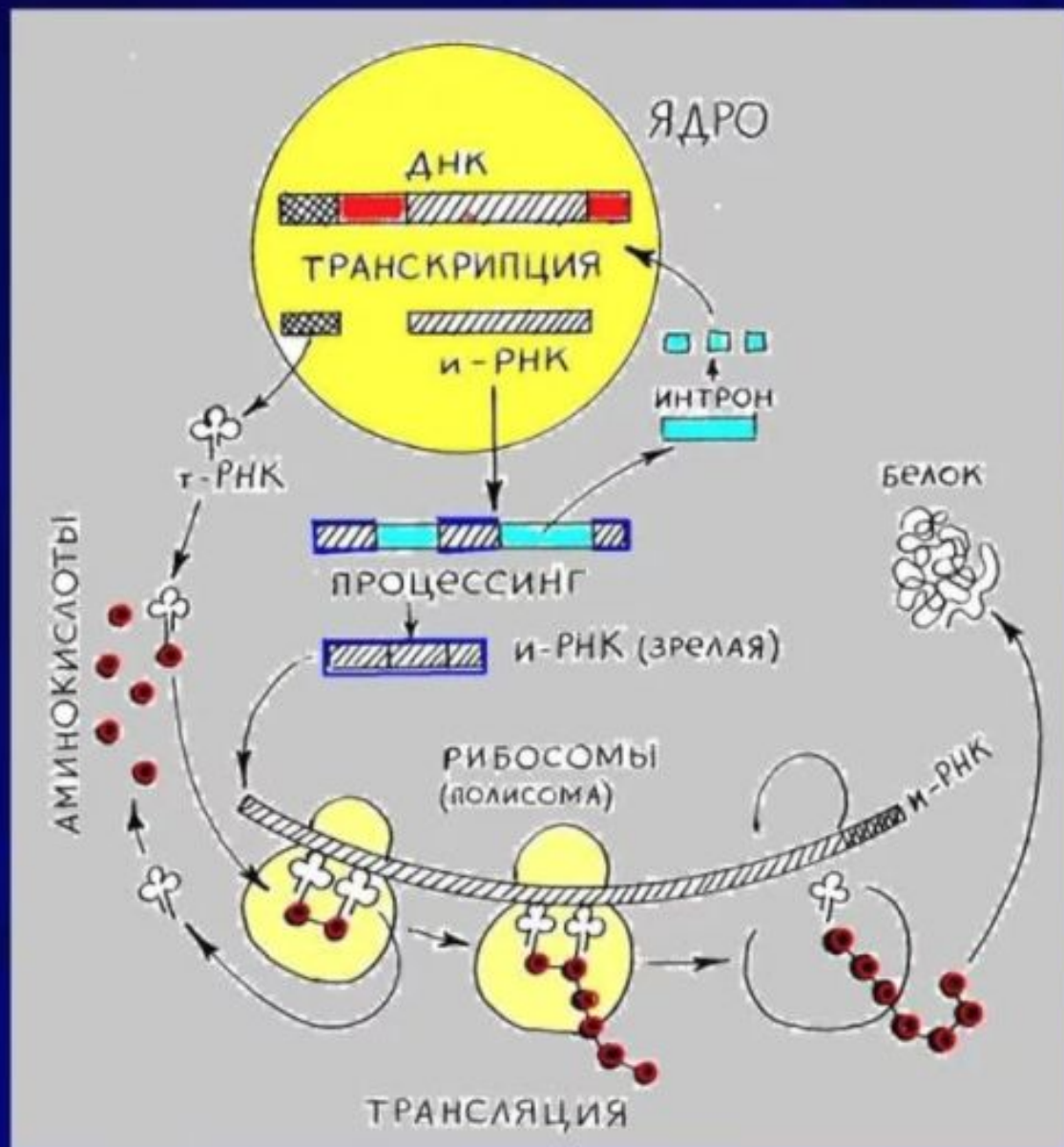
ТЕРМИНАЦИЯ

Аминокислоты

ПОСТРАНСЛЯЦИОННАЯ  
МОДИФИКАЦИЯ

Ионы  $Mg^{2+}$

# Схема биосинтеза



Процесс биосинтеза белка состоит из трех стадий: **транскрипции** (синтез иРНК), **сплайсинга** («созревание» иРНК) и **трансляции** (биосинтез первичного белка). Транскрипция и сплайсинг протекают в ядре, а трансляция – в цитоплазме. В трансляции принимают участие тРНК, доставляющие аминокислоты к месту сборки белковой молекулы.

























