

# Биохимия и молекулярная биология

*Лекция 4. Биосинтез заменимых  
аминокислот. Дегградация  
нуклеиновых кислот*

# План лекции

- Биосинтез заменимых аминокислот
- Катаболизм пуриновых нуклеотидов
- Катаболизм пиримидиновых нуклеотидов

## Биосинтез аминокислот

Растения и бактерии способны синтезировать все **20** протеиногенных аминокислот. В организме человека не могут синтезироваться **9** из них. Это, так называемые, эссенциальные или незаменимые аминокислоты, которые обязательно должны поступать в организм с пищей. Незаменимыми аминокислотами являются: гистидин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, фенилаланин, треонин, триптофан и валин.

Другие **11** аминокислот называются заменимыми. К ним относятся: аланин, аргинин, аспарагин, аспартат, цистеин, глутамат, глутамин, глицин, пролин, серин и тирозин.

## Незаменимые и заменимые аминокислоты

Незаменимые	Частично заменимые	Условно заменимые	Заменимые
Валин Лейцин Изолейцин Треонин Метионин Фенилаланин Триптофан Лизин	Гистидин Аргинин	Цистеин Тирозин	Аланин Аспартат Глутамат Аспарагин Глутамин Пролин Глицин Серин

## Биосинтез аминокислот

Все аминокислоты образуются из интермедиатов гликолиза, ЦТК или ПФП. Атомы азота попадают в эти пути через глутамат или глутамин.

Заменимые аминокислоты синтезируются в достаточно простых реакциях.

Незаменимые аминокислоты синтезируются в сложных многоэтапных метаболических процессах.

### Биосинтез аминокислот

Синтез заменимых аминокислот осуществляется путем:

- Трансаминирования с  $\alpha$ -кетокислотами;  
Пируват  $\rightarrow$  Аланин
- Амидирования;  
Аспарагиновая кислота  $\rightarrow$  Аспарагин
- Синтеза из других аминокислот;  
Фенилаланин  $\rightarrow$  Тирозин

## Биосинтез заменимых аминокислот

Все заменимые аминокислоты (кроме тирозина), синтезируются из общих интермедиатов, образующихся в клетке:

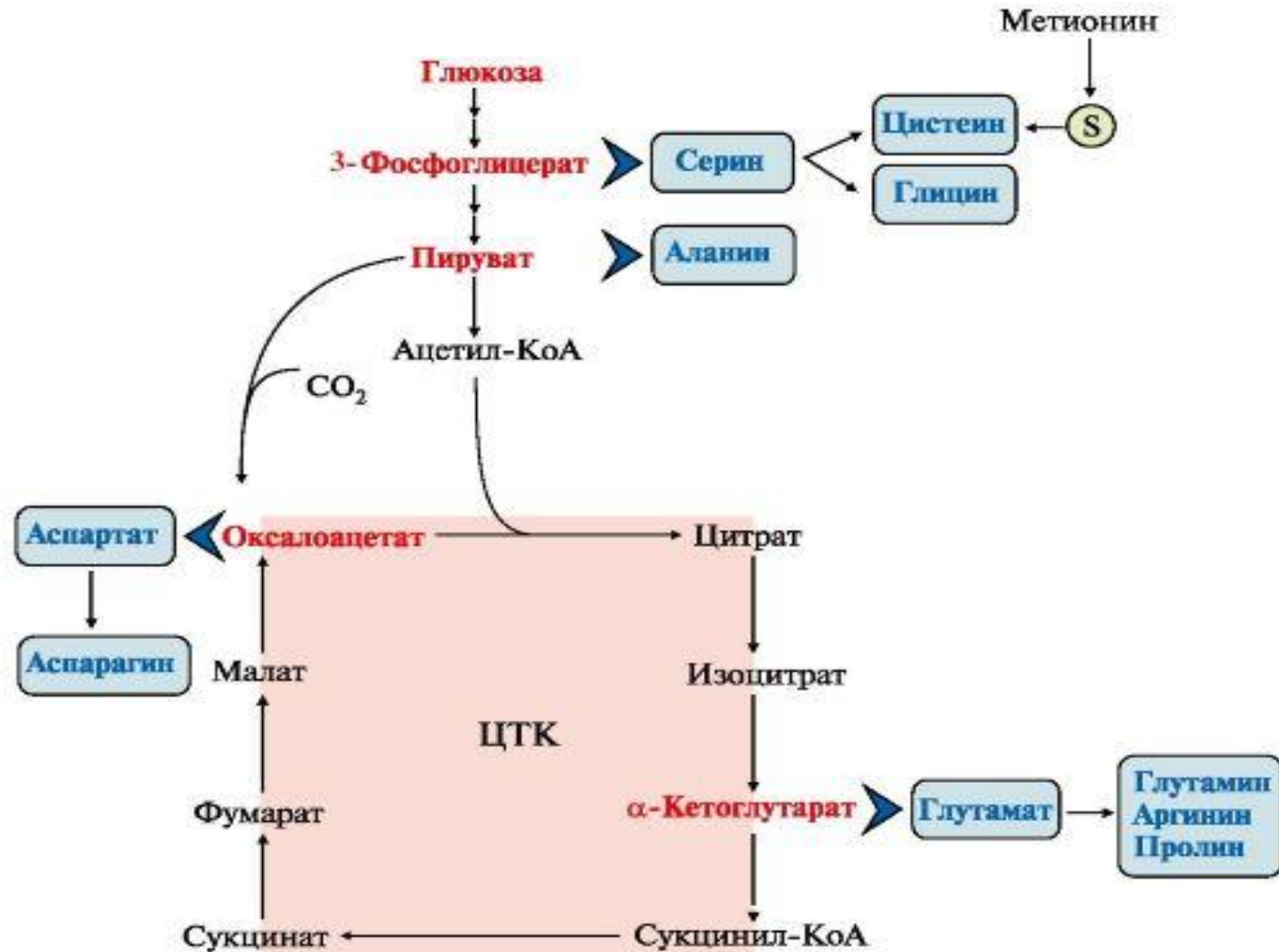
пирувата,

оксалоацетата,

$\alpha$ -кетоглутарата,

**3**-фосфоглицерата.

# Пути биосинтеза заменимых аминокислот





## Биосинтез Ала, Асп, Глу, Асн и Глн

Предшественниками пяти аминокислот - **Ala, Asp, Asn, Glu,** и **Gln** являются пируват, оксалоацетат и  $\alpha$ -кетоглутарат.

Пируват – предшественник **Ala**

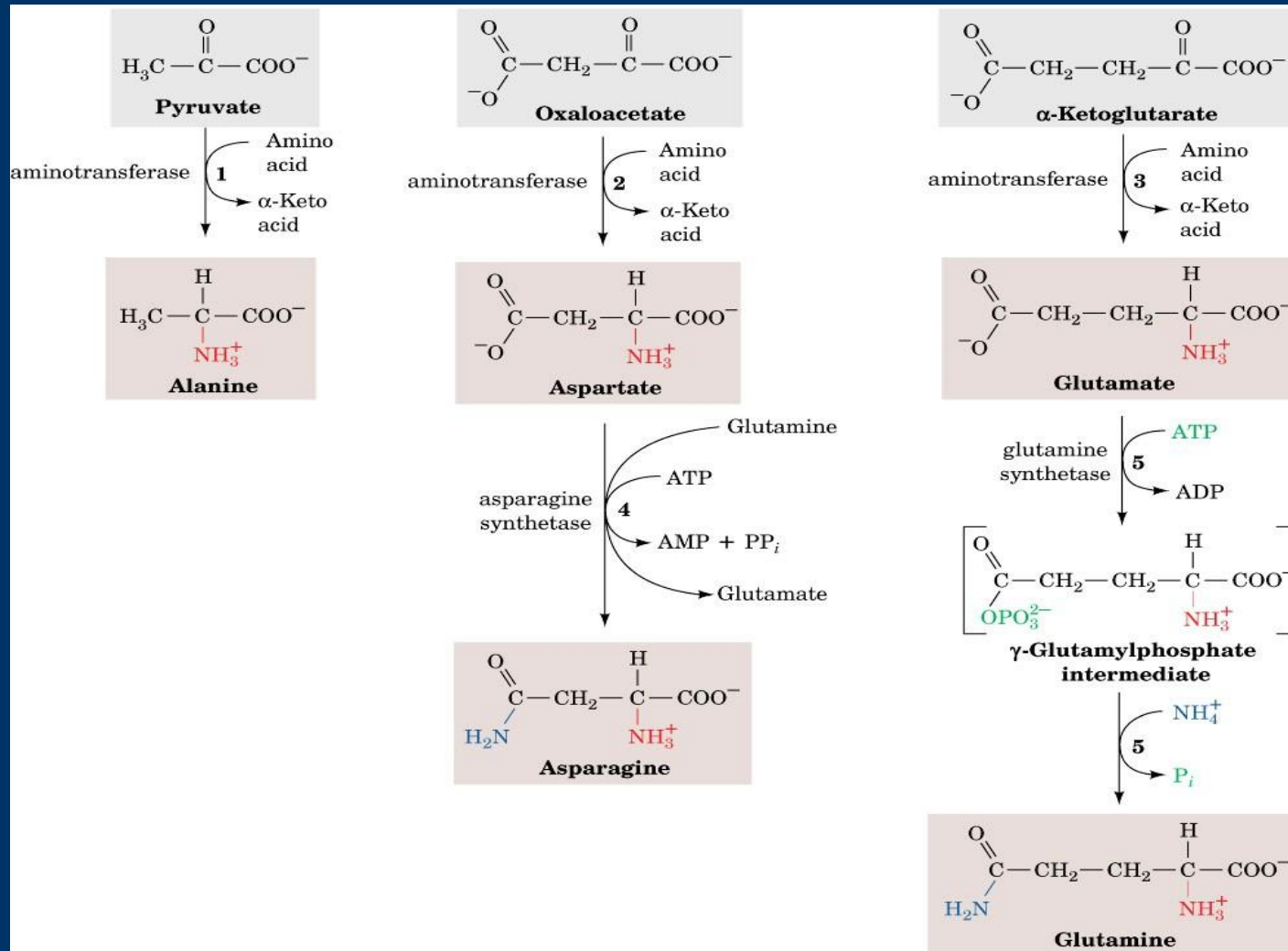
Оксалоацетат – предшественник **Asp**

$\alpha$ -Кетоглутарат – предшественник **Glu**

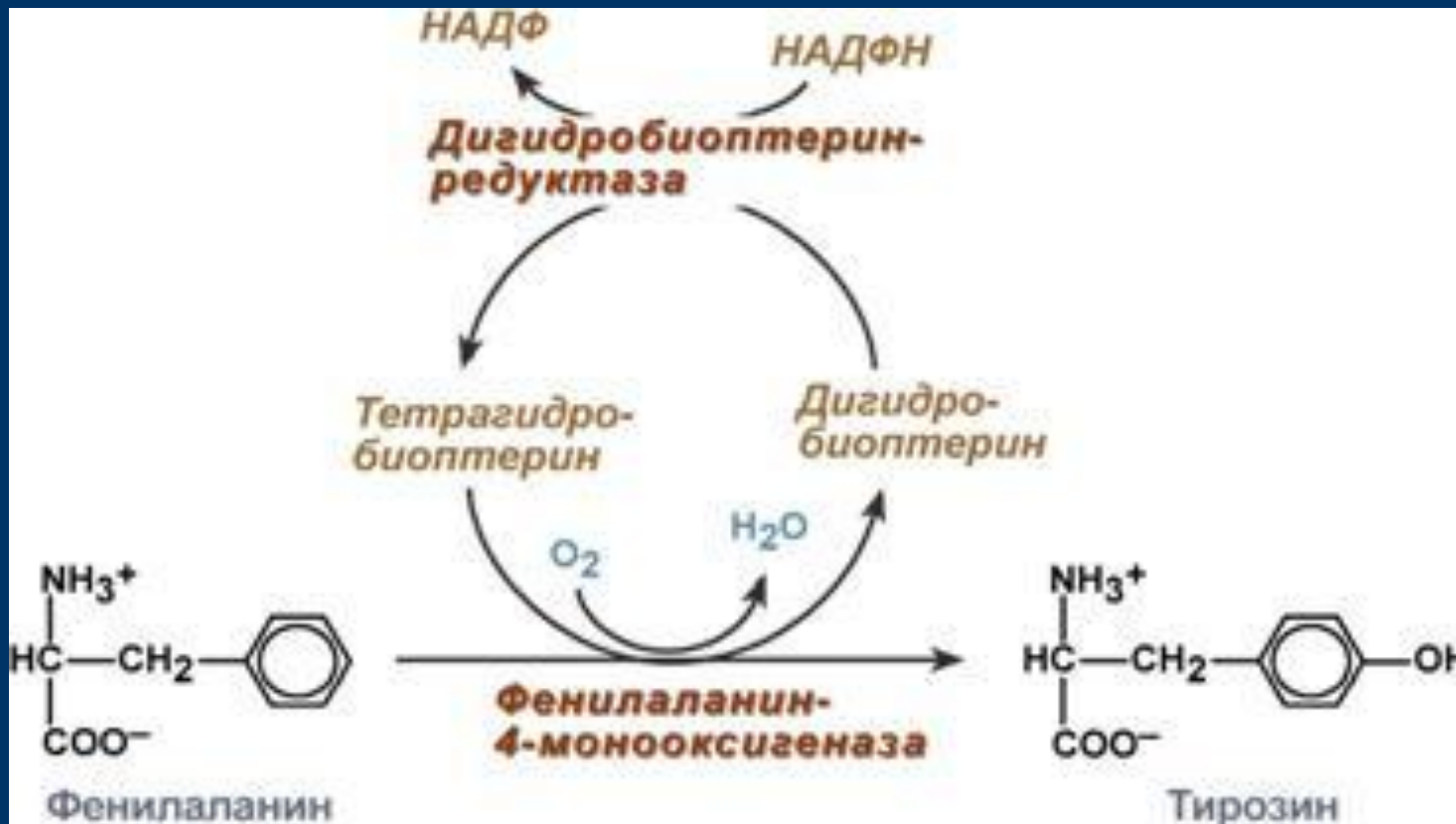
**Asn** и **Gln** синтезируются из **Asp** и **Glu** путем амидирования.

# Биосинтез аминокислот

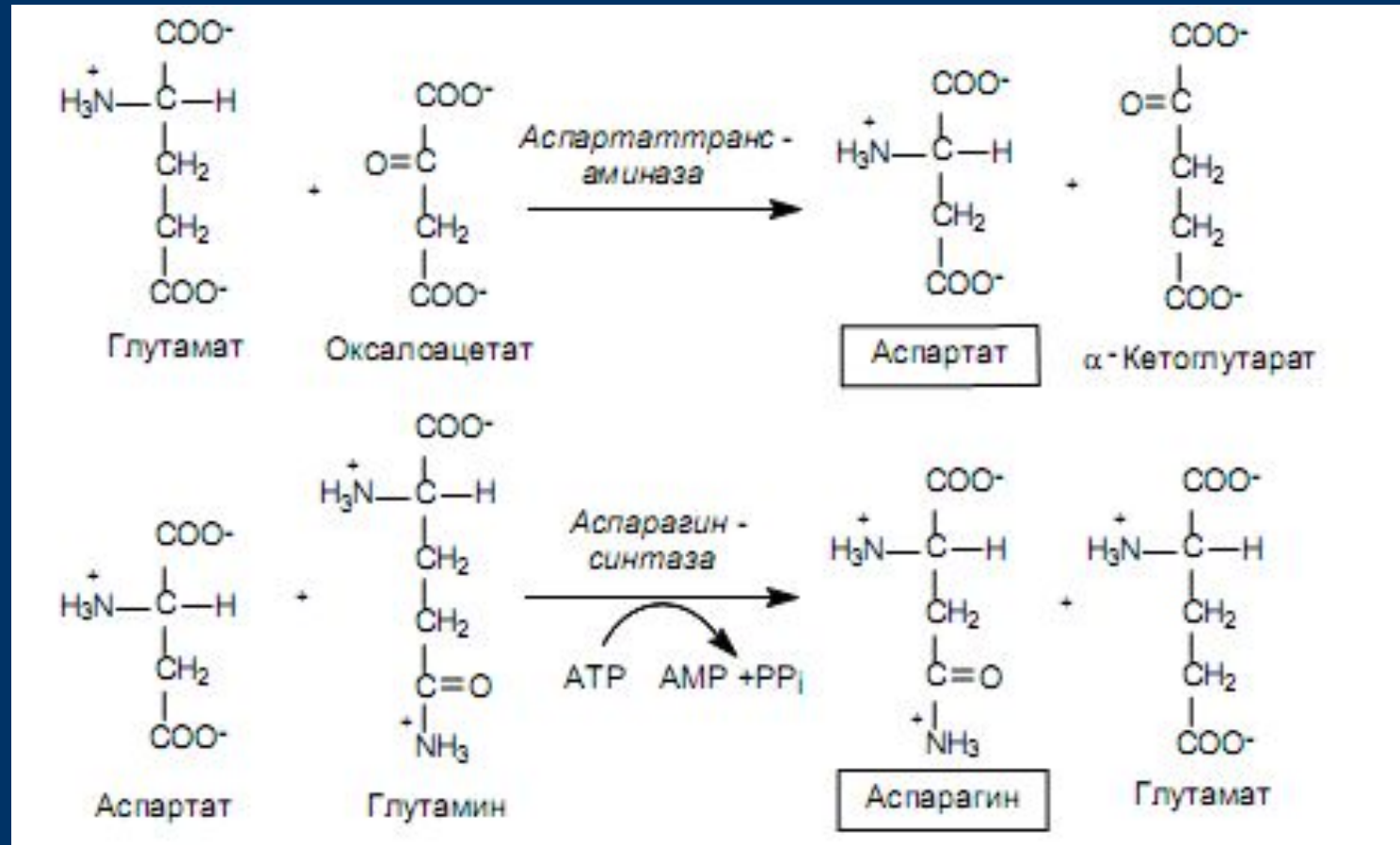
## Биосинтез Ала, Асп, Глу, Асн и Глн



# Биосинтез тирозина



## Биосинтез аспартата и аспарагина



## Глутамин- и аспарагинсинтетазы

Глутаминсинтетаза катализирует образование глутамина АТР-зависимым путем способом (**АТР** → **АДР + P<sub>i</sub>**).

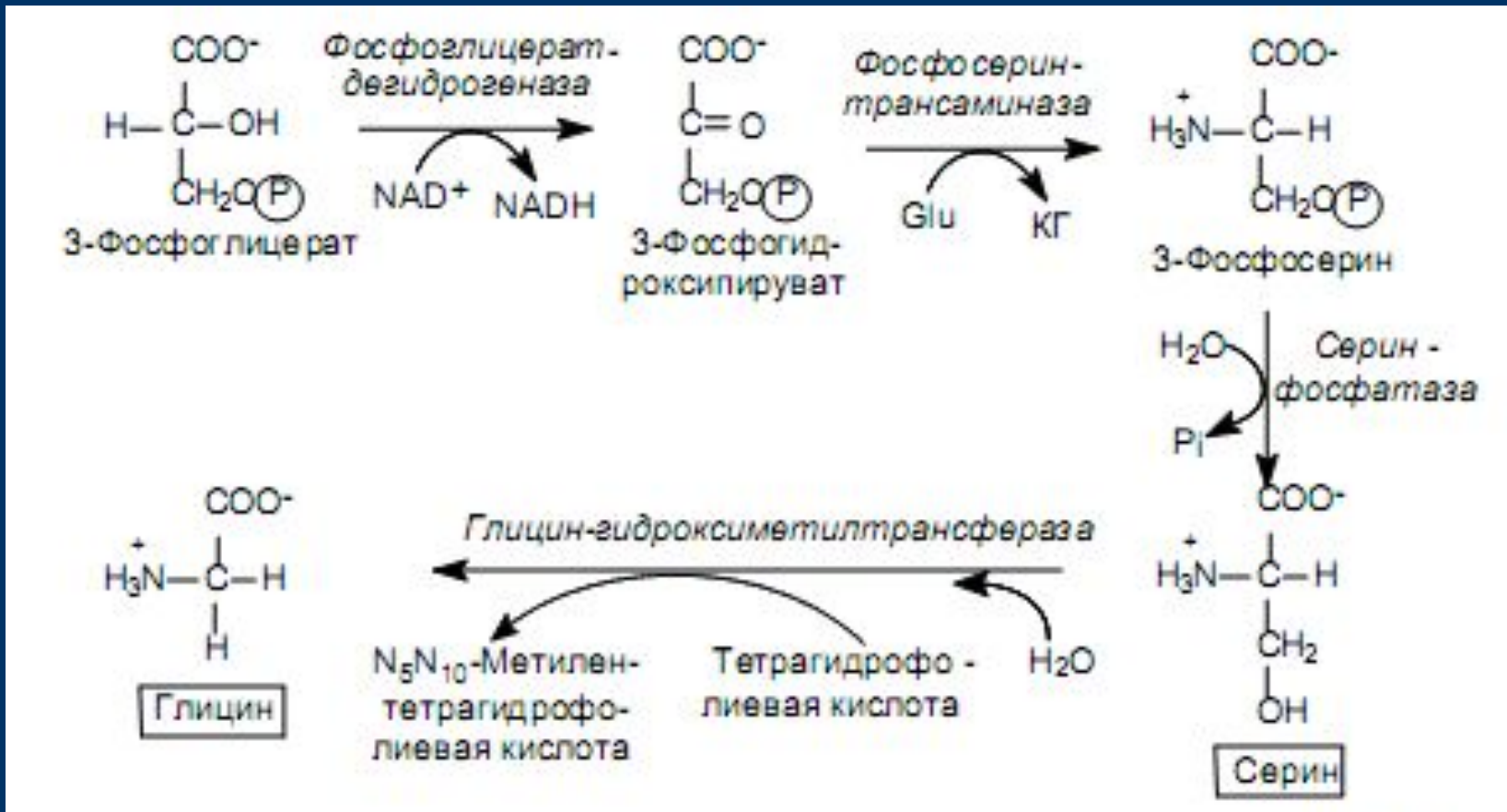
Образует промежуточный интермедиат –  $\gamma$ -глутамилфосфат.

**NH<sub>3</sub> (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)** служит донором аминогруппы.

Аспарагинсинтетаза использует глутамин в качестве донора аминогруппы.

Аспарагинсинтетаза гидролизует АТР до АМР и **PP<sub>i</sub>**.

## Биосинтез серина и глицина



## *Деградация нуклеиновых кислот*

---

### Ферменты, участвующие в расщеплении нуклеиновых кислот

Большая часть нуклеиновых кислот в клетке связана с белком в форме нуклеопротеинов. Поступающие с пищей нуклеопротеины разрушаются панкреатическими, а нуклеопротеины тканей – лизосомальными ферментами.

Ферменты, расщепляющие нуклеиновые кислоты, называются нуклеазами. Они относятся к классу гидролаз.

Нуклеазы подразделяются на эндо- и экзонуклеазы.

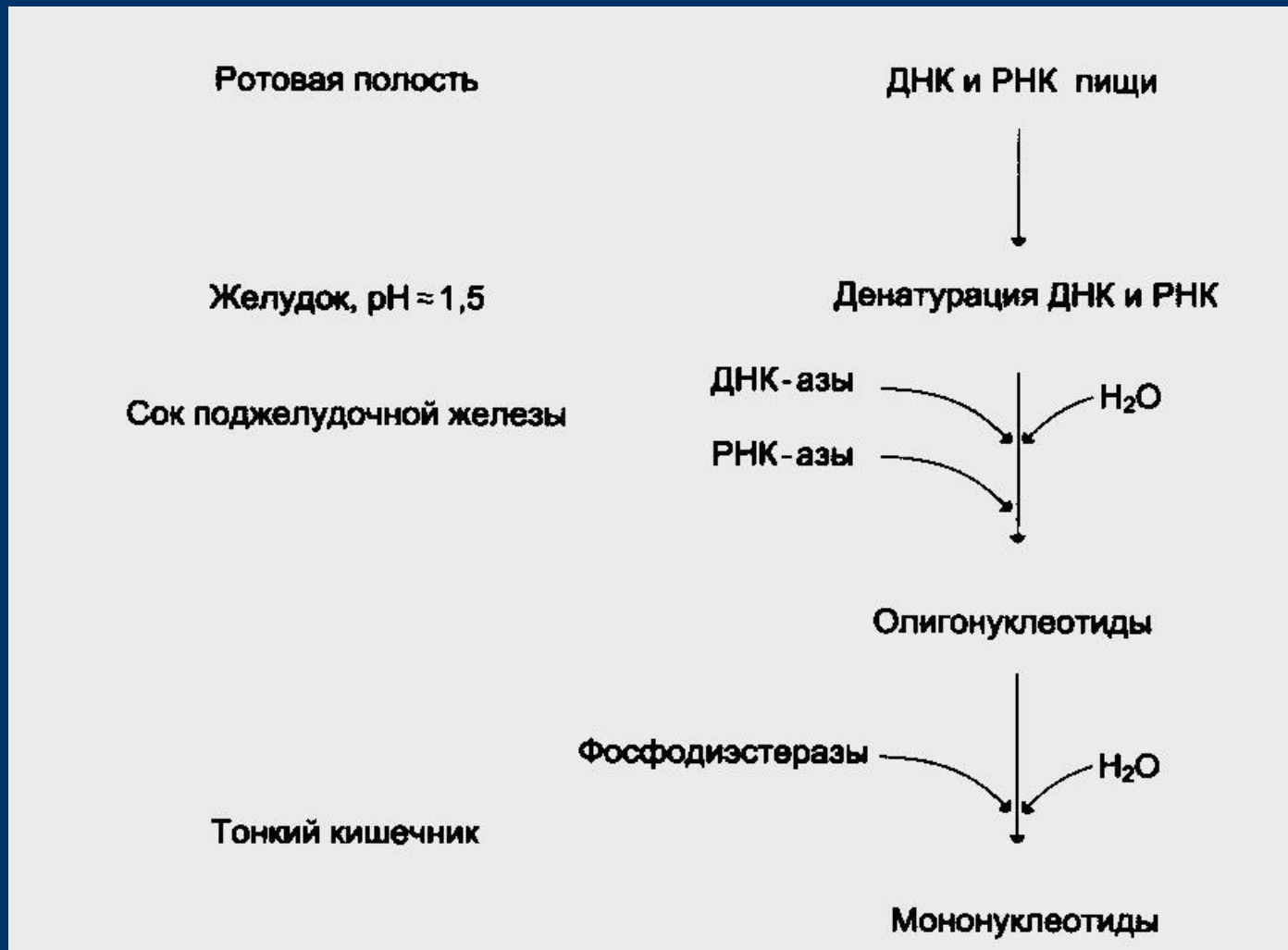
В зависимости от типа субстрата нуклеазы - на дезоксирибонуклеазы (ДНКазы) и рибонуклеазы (РНКазы).

## Расщепление нуклеиновых кислот

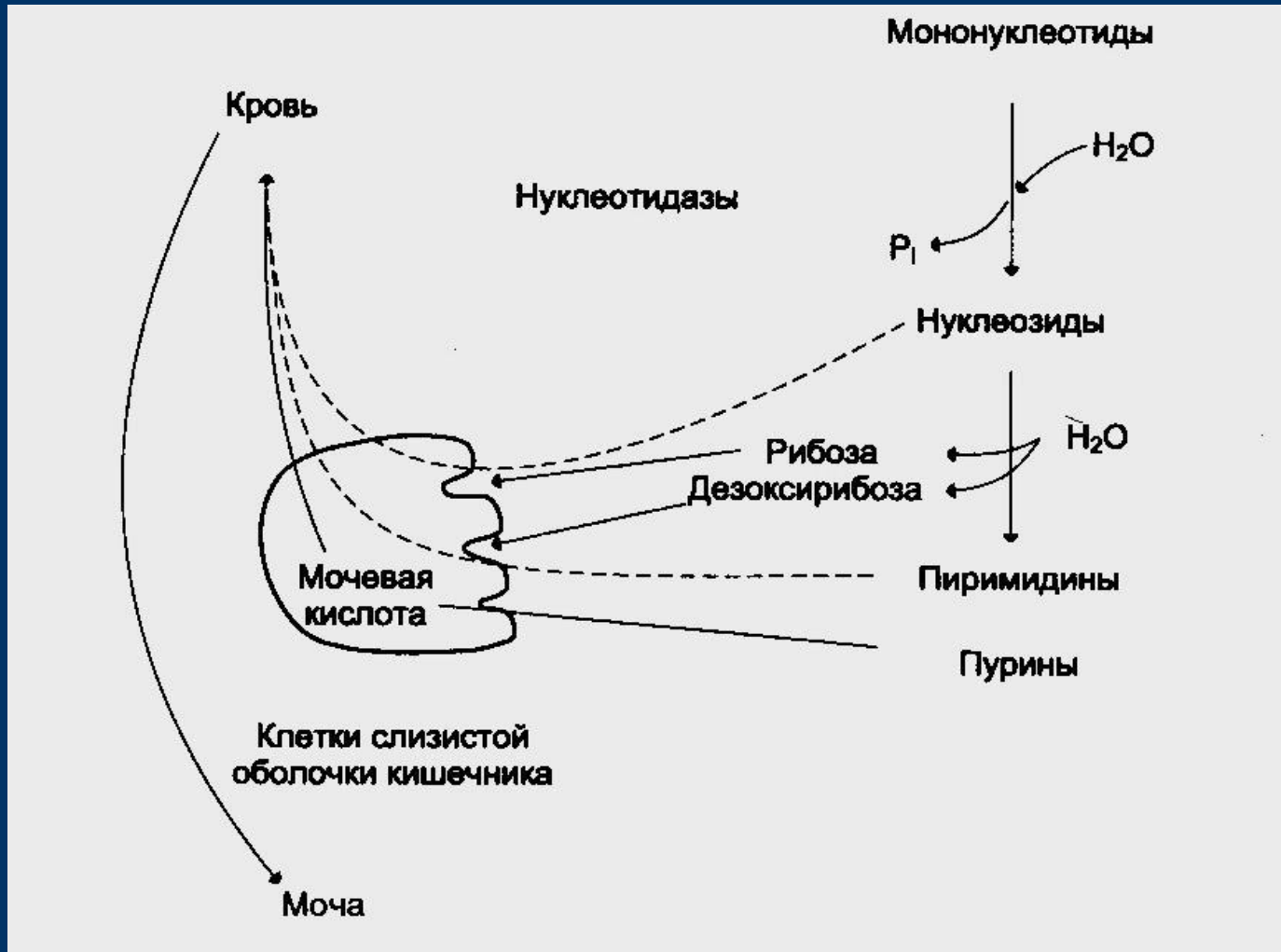




# Расщепление нуклеиновых кислот в ЖКТ

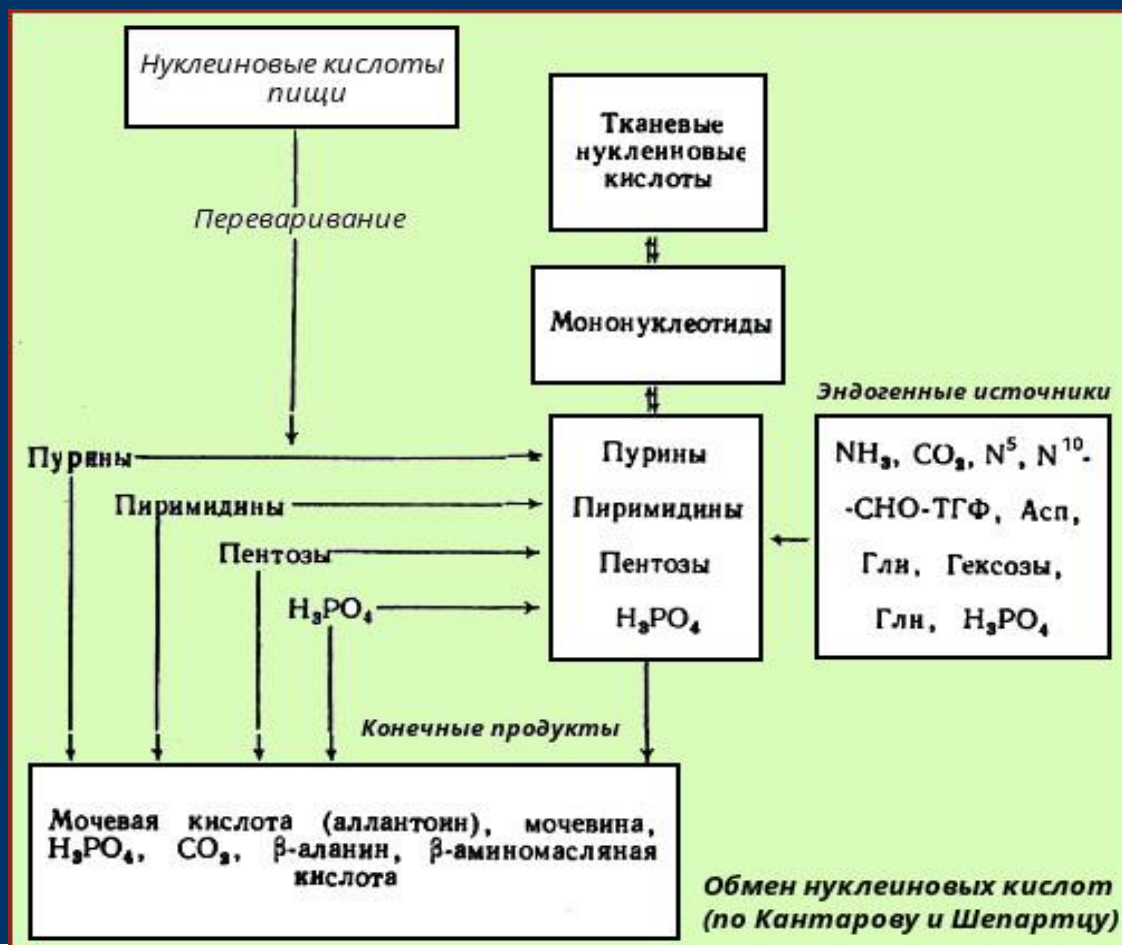


## Расщепление нуклеиновых кислот в ЖКТ



# Дегградация нуклеиновых кислот

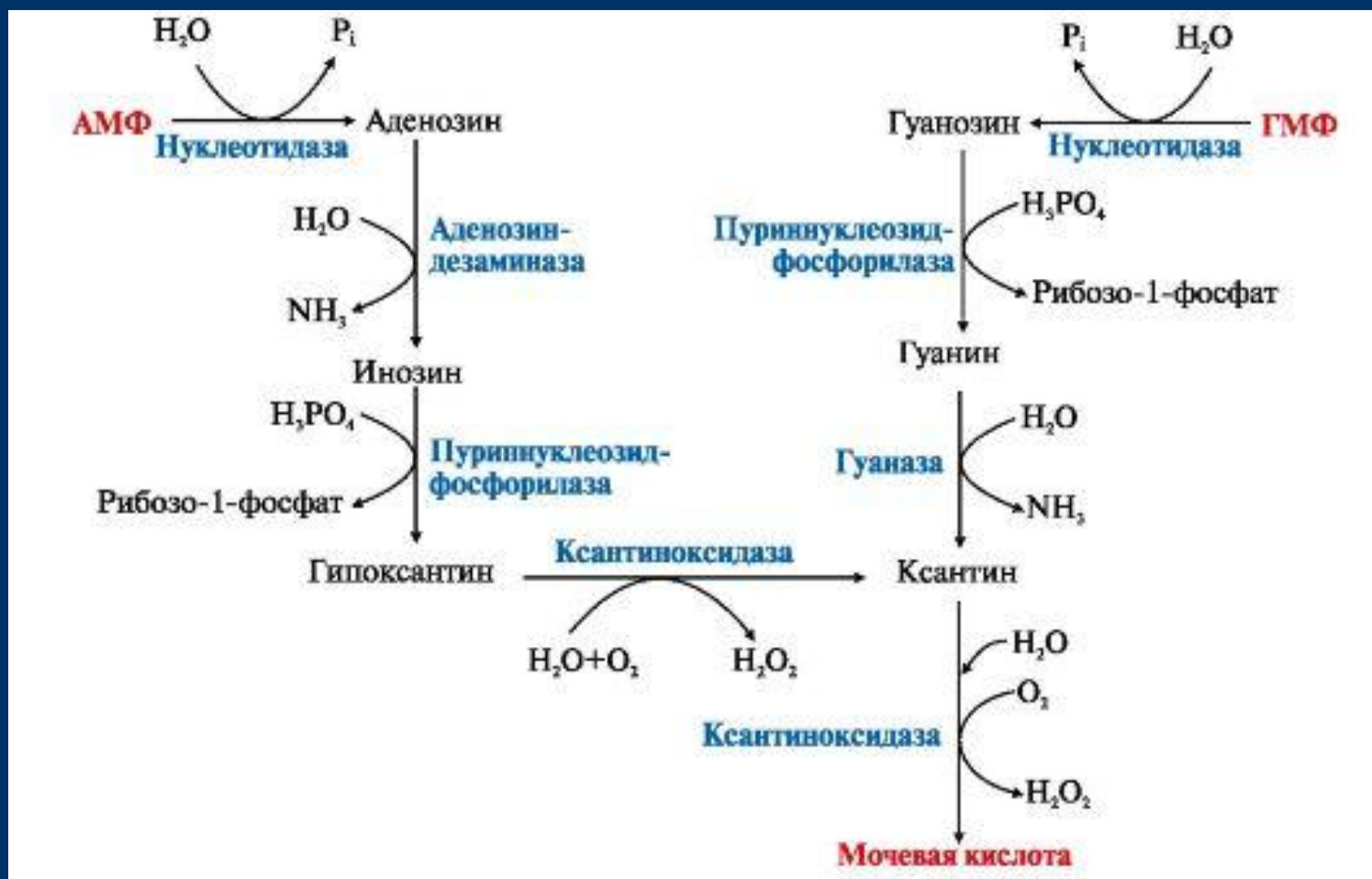
## Расщепление пищевых и тканевых нуклеиновых кислот



Обмен пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов

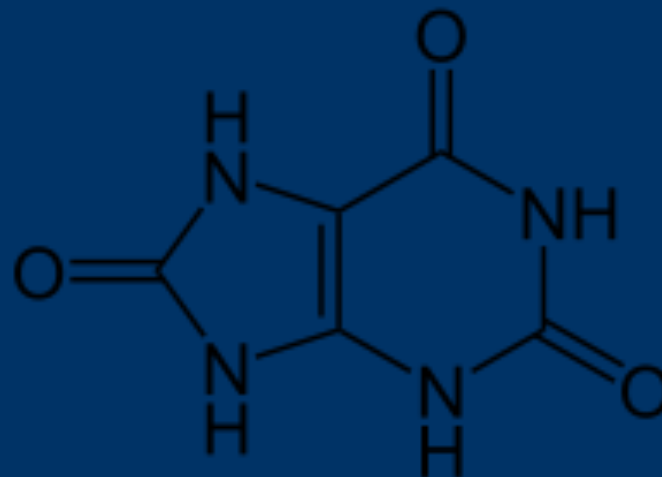
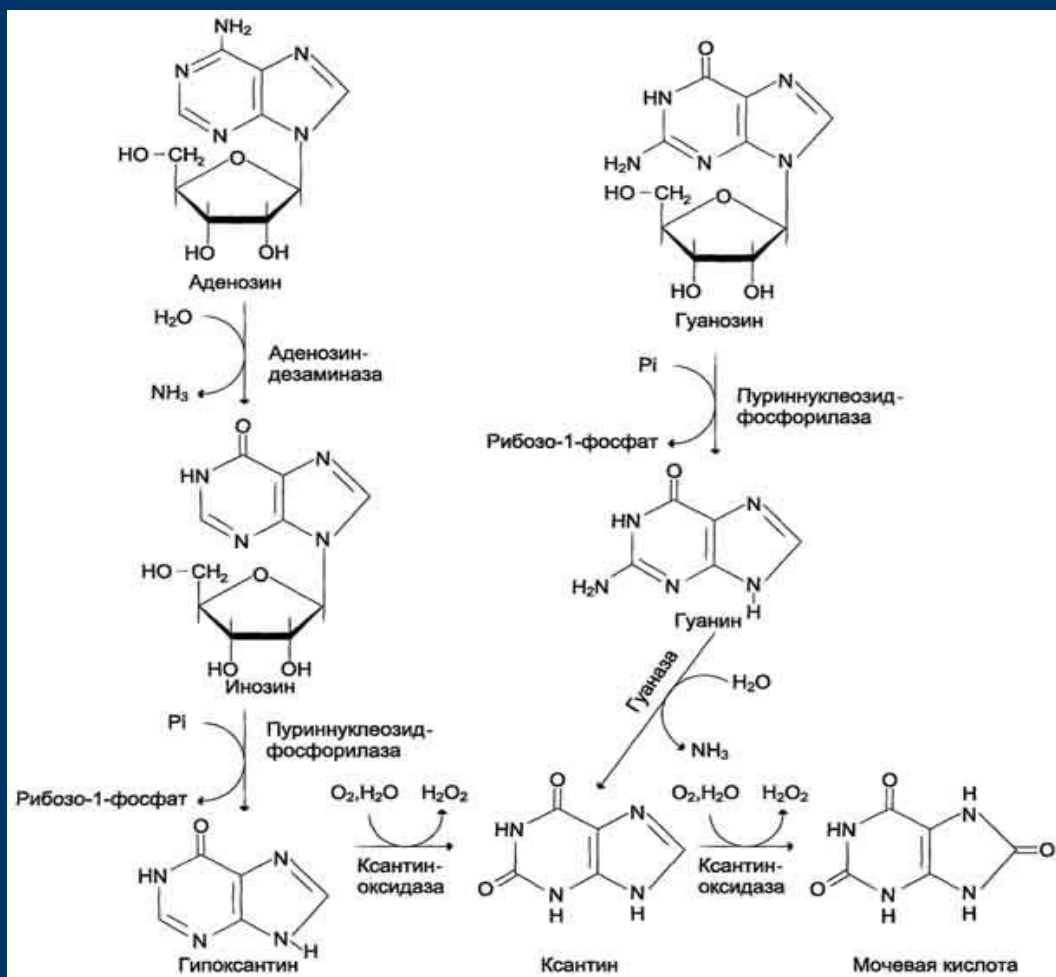
# Обмен пуриновых нуклеотидов

## Катаболизм пуриновых нуклеотидов



# Обмен пуриновых нуклеотидов

## Катаболизм пуриновых нуклеотидов

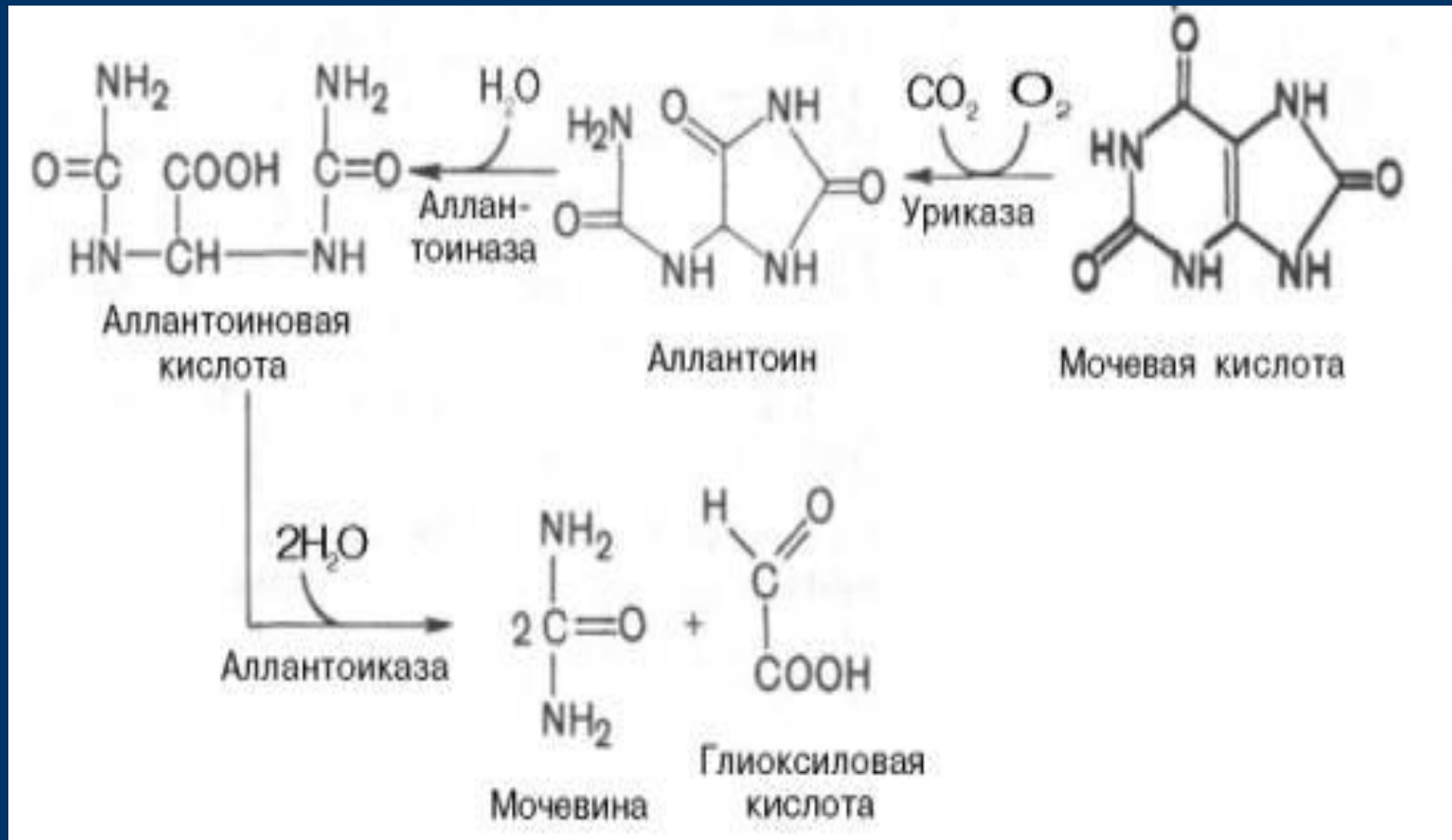


Мочевая кислота

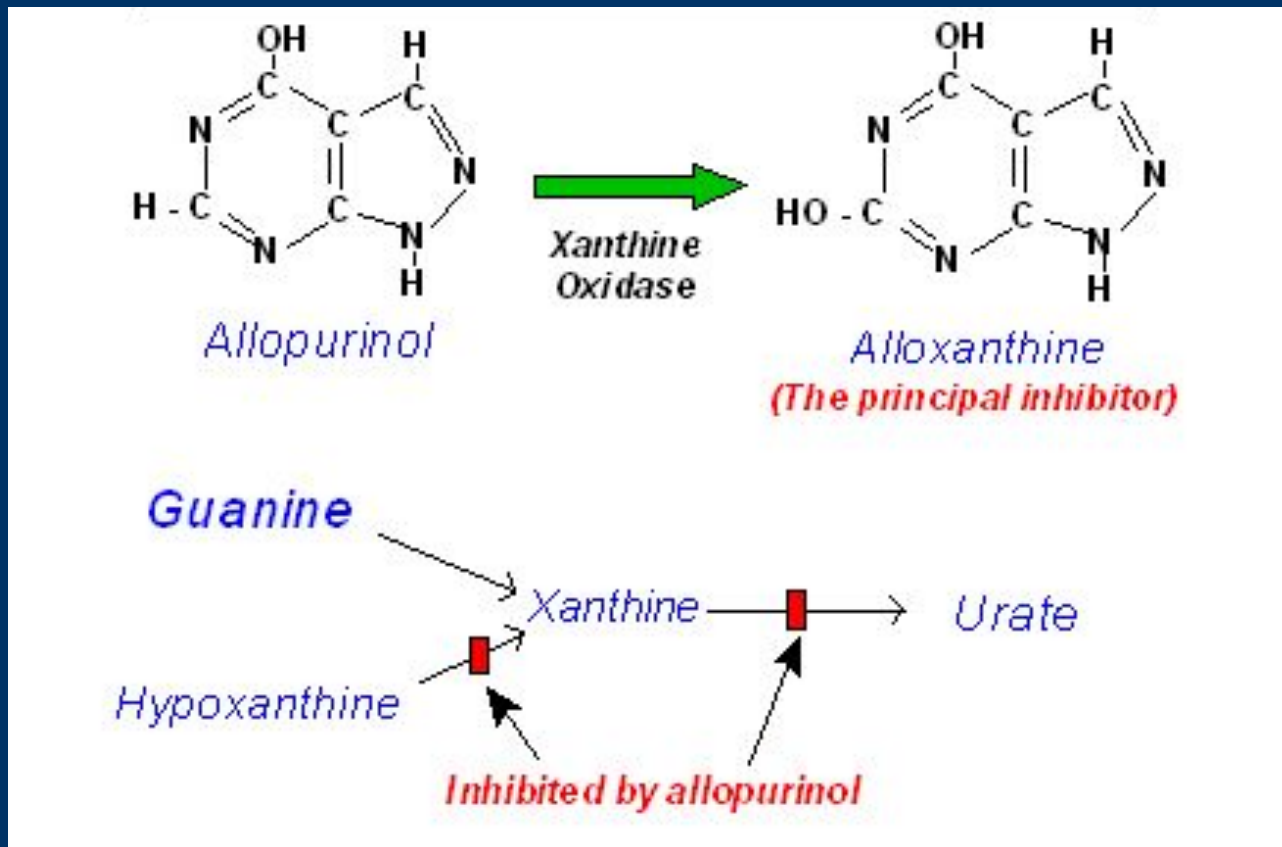
Образование мочевой кислоты происходит главным образом в печени и кишечнике. У человека и приматов мочевая кислота - конечный продукт обмена пуринов, выводится из организма с мочой и в небольших количествах через кишечник. В норме содержание мочевой кислоты в сыворотке крови составляет **0,15-0,47** ммоль/л.

При нарушении катаболизма пуринов возникает **гиперурикемия**, на фоне которой развивается **подагра** – заболевание, при котором мочевая кислота и ее соли (ураты) из-за плохой растворимости в виде кристаллов откладываются в суставных хрящах, связках и мягких тканях с образованием подагрических узлов (тофусов), вызывая воспаление суставов и почечнокаменную болезнь.

## Реакции распада мочевого кислоты

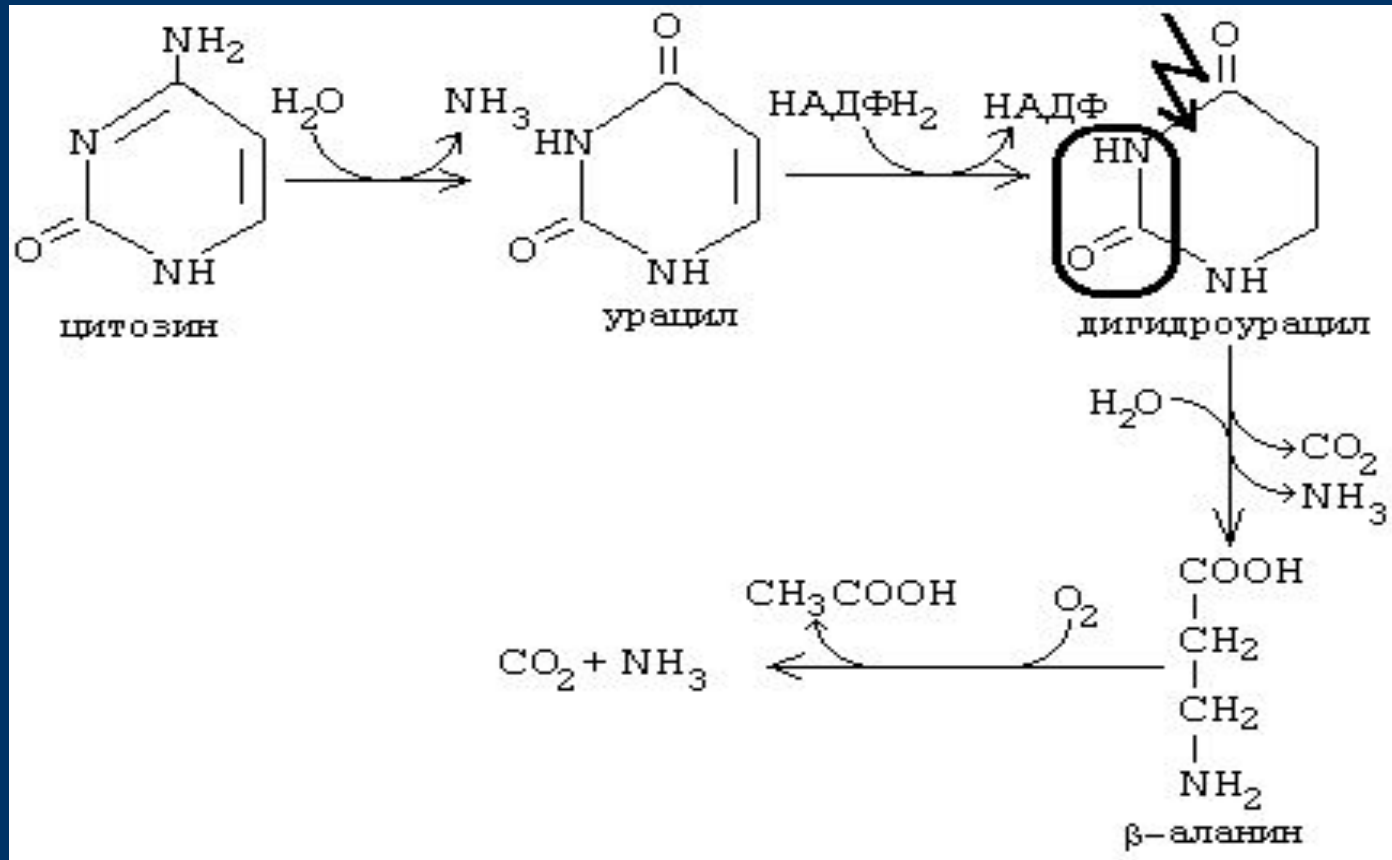


## Аллопуринол – суицидный ингибитор ксантиноксидазы

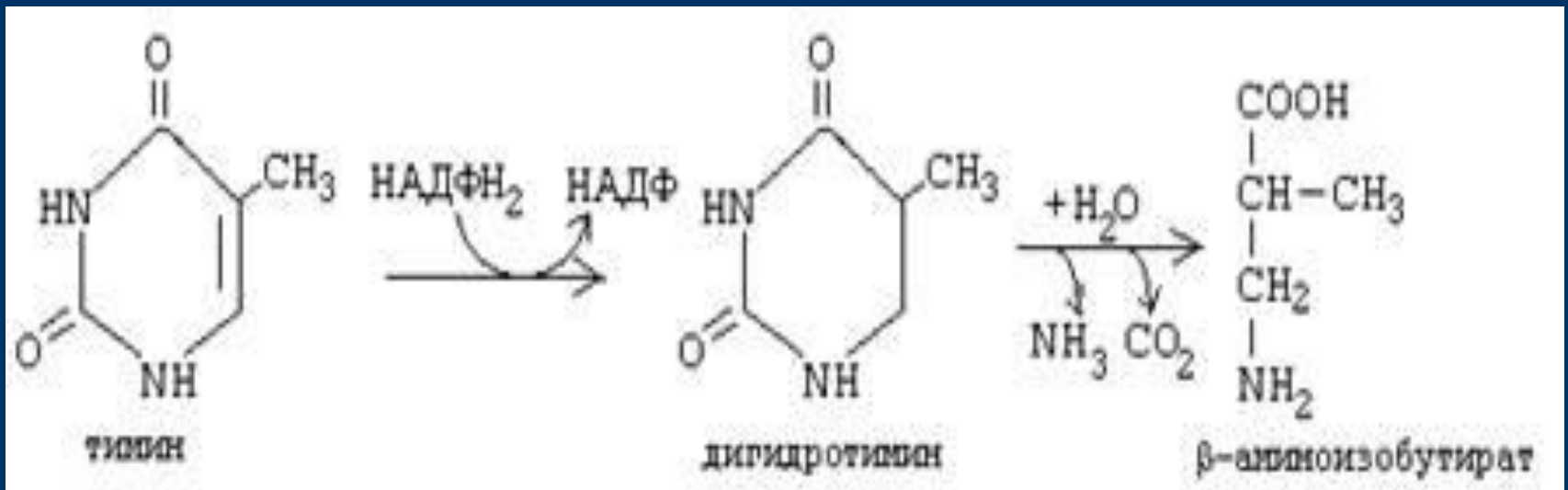




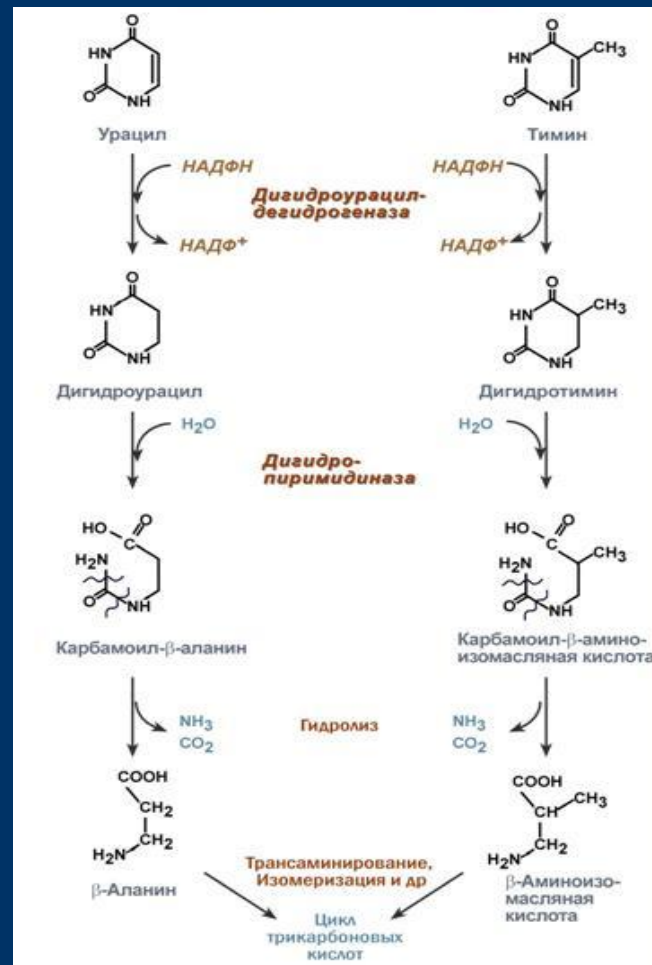
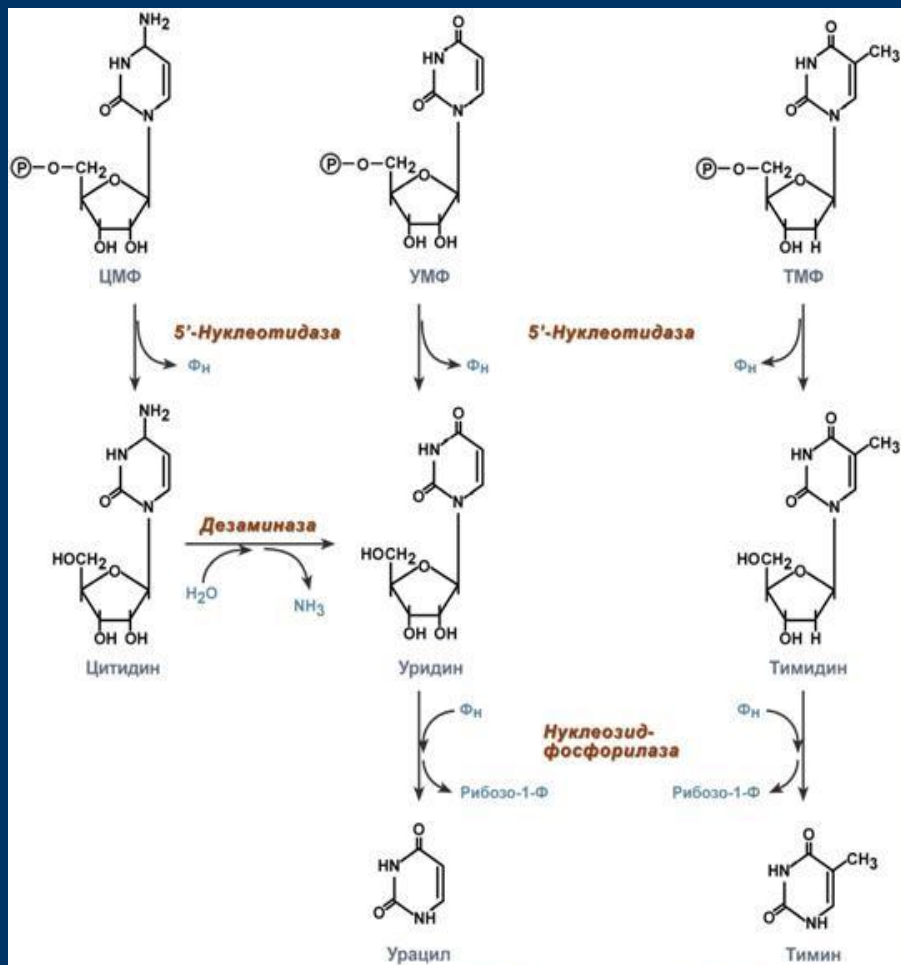
# Схема катаболизма пиримидиновых нуклеотидов



# Схема катаболизма пиримидиновых нуклеотидов



# Катаболизм пиримидиновых нуклеотидов



## Обмен пиримидиновых нуклеотидов

Конечные продукты катаболизма пиримидиновых нуклеотидов:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ , мочеви́на,  $\beta$ -аланин,  $\beta$ -аминоизомасляная кислота.  $\beta$ -аланин используется для синтеза дипептидов мышц и мозговой ткани — карнозина и ансерина, для синтез CoA или выделяется с мочой.  $\beta$ -аминоизобутират, образующийся из тимина, в основном выделяется почками. Незначительная часть  $\beta$ -аланина и  $\beta$ -аминоизобутирата после переаминирования может превращаться в сукцинил-CoA и использоваться в цикле лимонной кислоты.

## Обмен пиримидиновых нуклеотидов

При распаде пуриновых нуклеотидов пуриновое кольцо не разрушается.

Конечный продукт: мочевая кислота.

Мочевая кислота выводится из организма.



При распаде пиримидиновых нуклеотидов раскрывается пиримидиновое кольцо.

Конечные продукты: **NH<sub>3</sub>** и **CO<sub>2</sub>**, β-аланин, β-аминоизомасляная кислота (при распаде тимина).

β-Аланин используется в синтезе карнозина, ансерина и CoA.

β-Аланин и β-аминоизомасляная кислота могут окисляться в ЦТК.

## Домашнее задание

**Структурные формулы азотистых оснований, нуклеозидов, нуклеотидов.**

**Строение ДНК и РНК.**