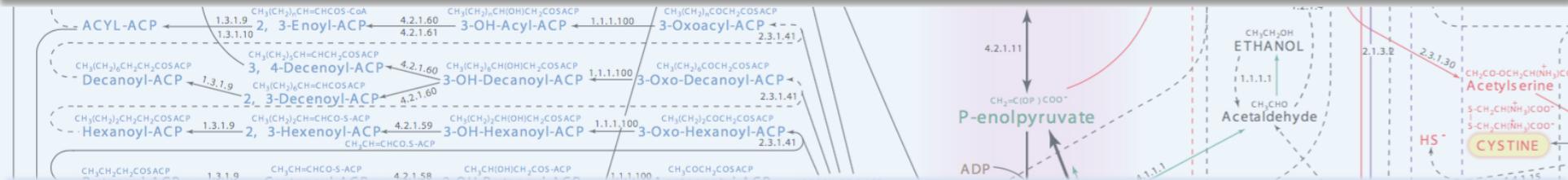


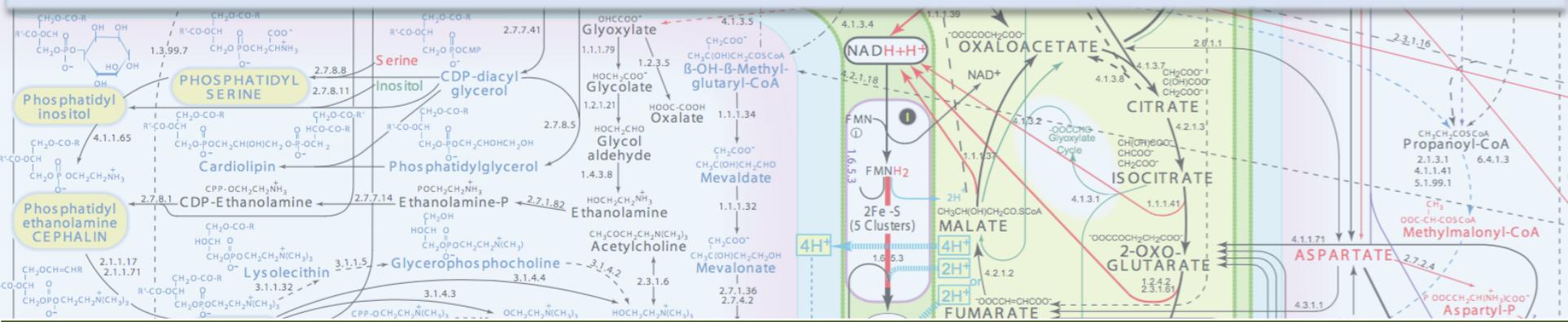
# «Биохимия»

Курс лекций кафедры фундаментальной медицины и биологии ВолгГМУ  
для студентов педиатрического факультета



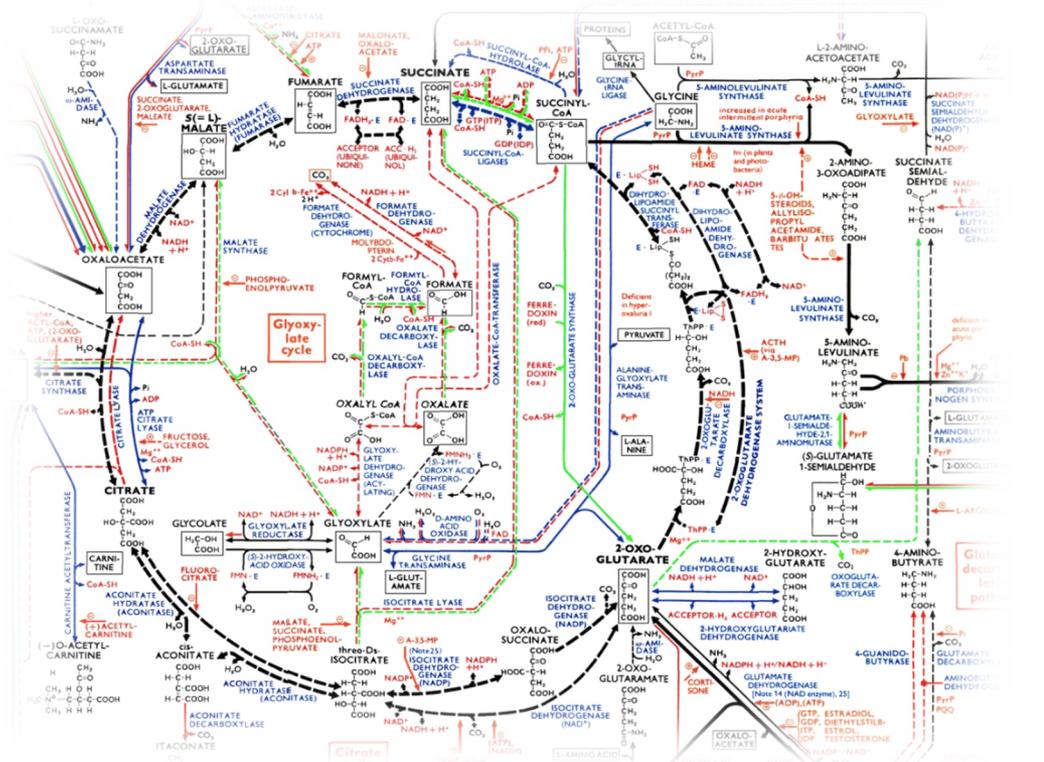
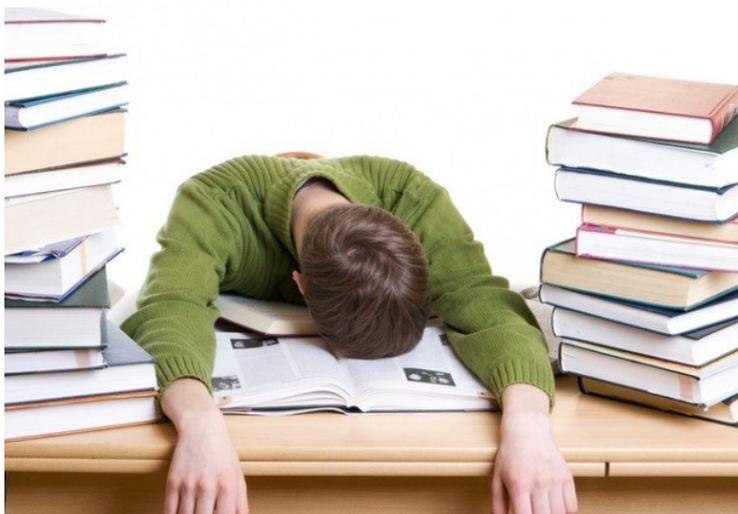
Тема лекции:

## «Введение в биохимию. Пути передачи информации и энергии в живых системах».



# Жизнь как совокупность химических реакций

**Биохимия (биологическая химия)** — наука о химическом составе живых клеток и организмов и о лежащих в основе их жизнедеятельности химических процессах.

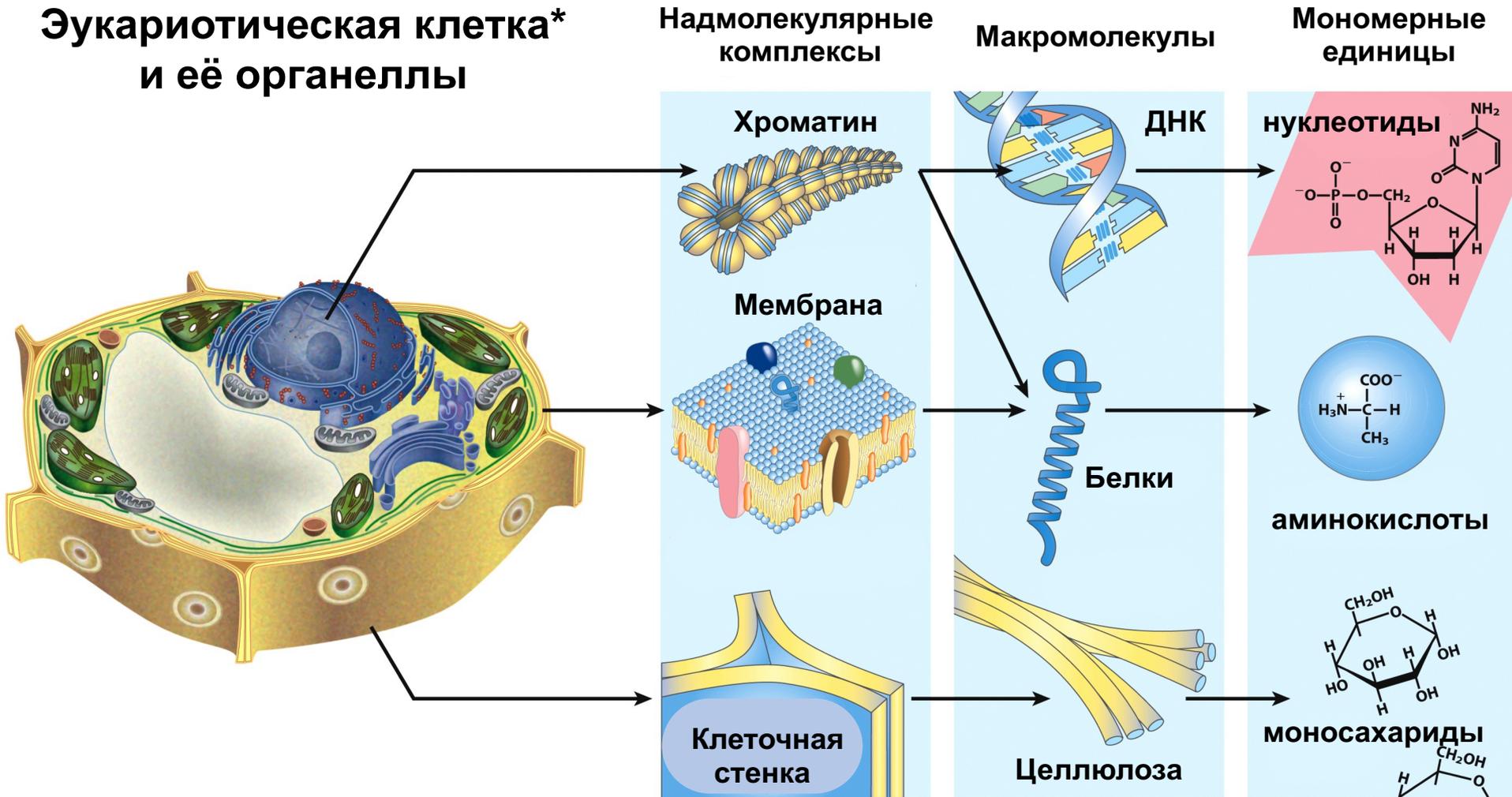


# Основные классы биомолекул

- **нуклеиновые кислоты (ДНК и РНК)**
- **белки (= протеины)**
- **углеводы (рибоза, глюкоза, сахароза, и др.)**
- **липиды (жиры, холестерин и др.)**

# Иерархия молекулярной организации клетки

## Эукариотическая клетка\* и её органеллы



# Основные классы биомолекул

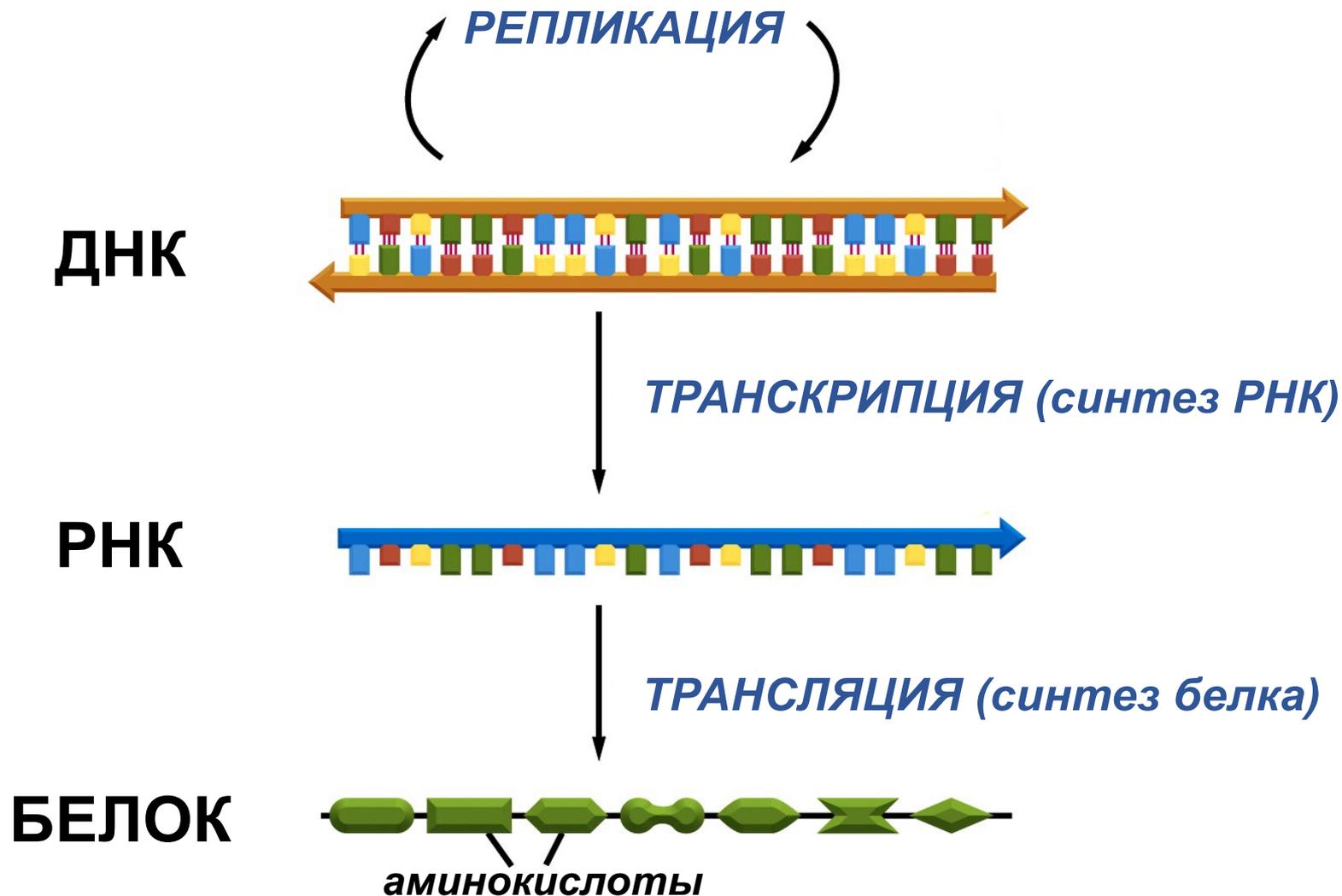
Биополимеры – важнейшие информационные макромолекулы клетки

ДНК → РНК → БЕЛОК

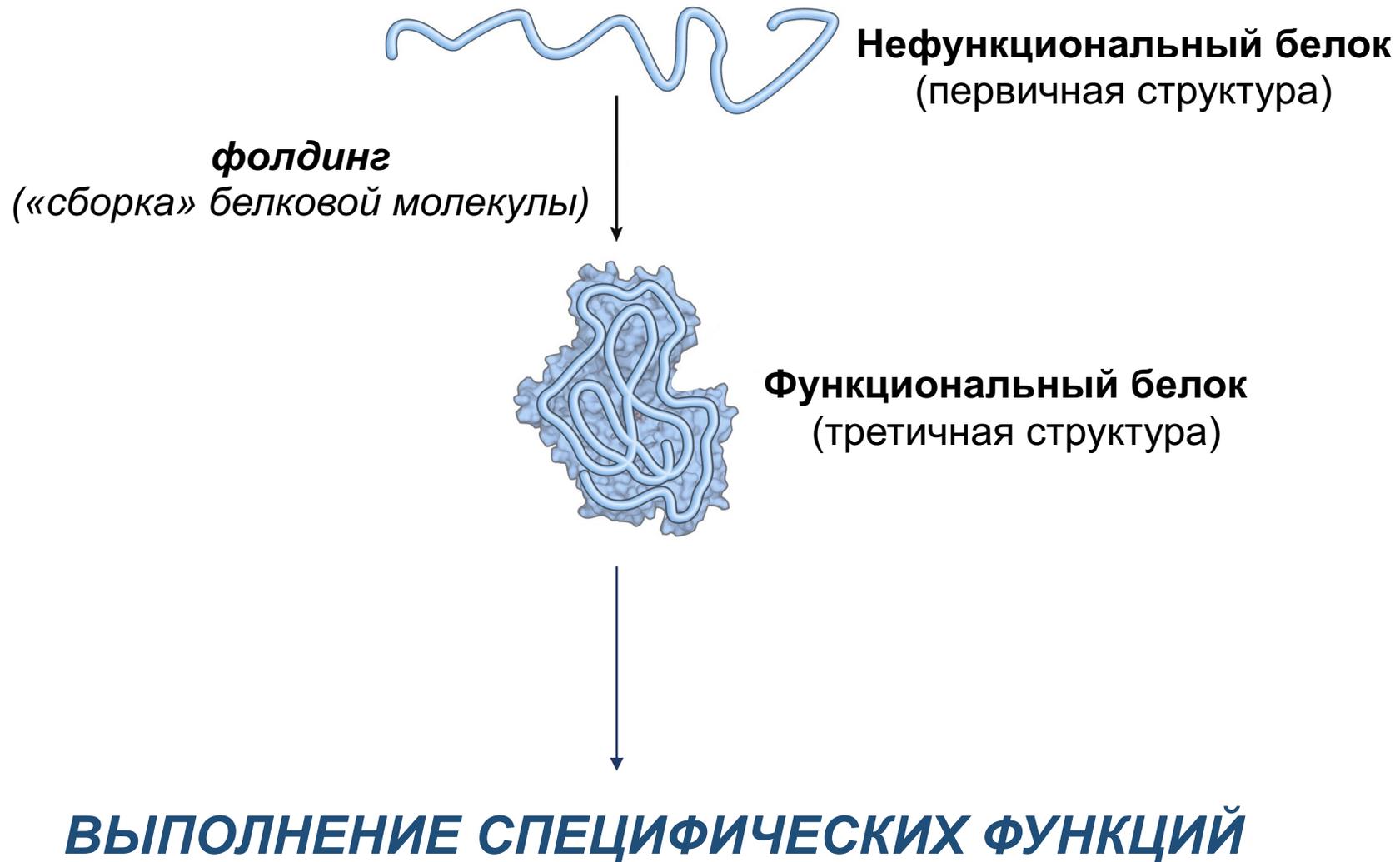
- **Нуклеиновые кислоты (ДНК и РНК)** – биологические полимеры, элементарными звеньями (мономерами) которых являются **нуклеотиды**.
- Нуклеиновые кислоты выполняют функции хранения и передачи наследственной информации, а также являются основой (**матрицей**) для биосинтеза молекул белка.

- **Белки** – биологические полимеры, элементарными звеньями (мономерами) которых являются **аминокислоты**.
- Белки лежат в основе структуры любого организма и всех протекающих в нем биохимических реакций.

# Пути передачи информации в клетке



# Основные классы биомолекул: белки



# Основные классы биомолекул: белки

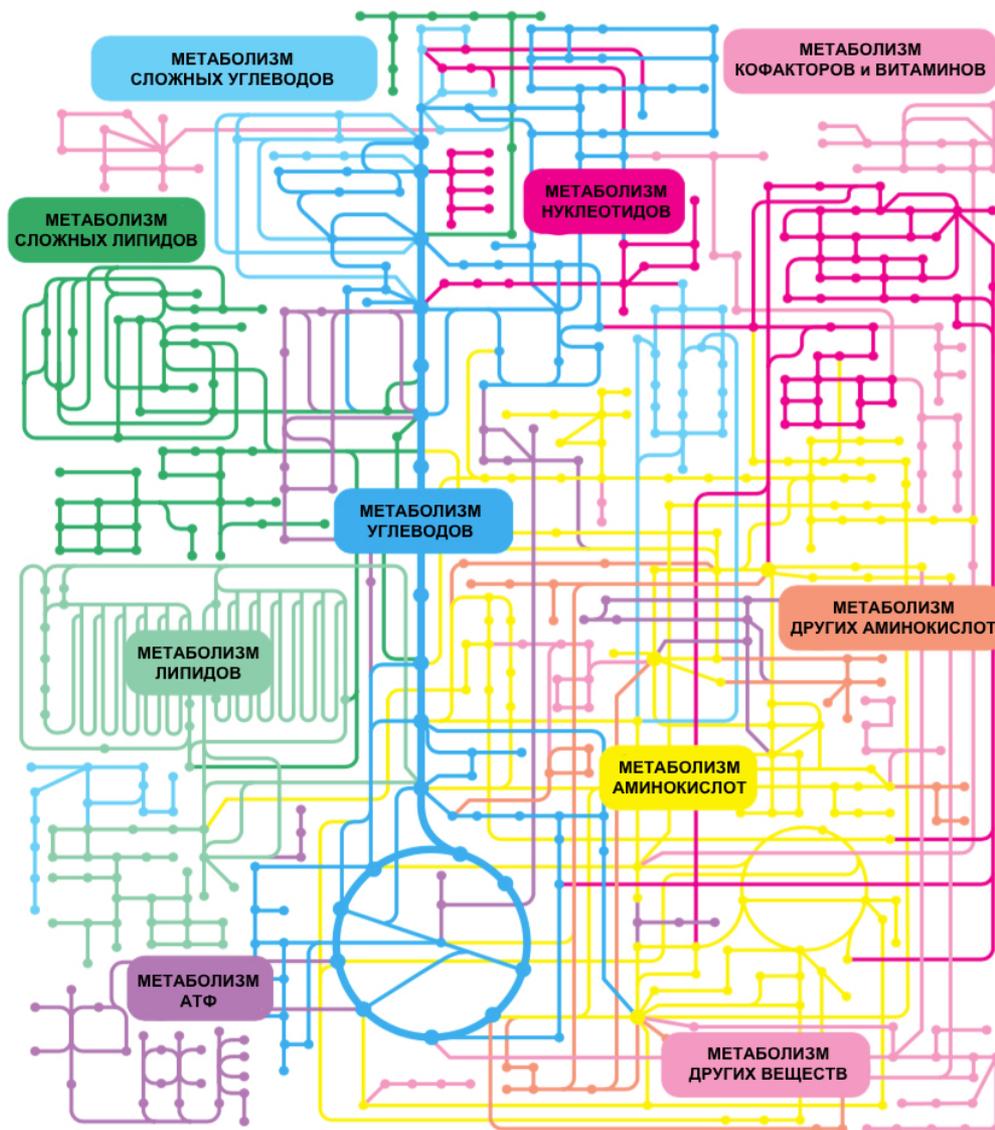
## Ферменты – биологические катализаторы

- Катализаторы – вещества, ускоряющие протекание химических реакций.
- Ферменты – катализаторы белковой природы.
- Большинство биохимических реакций в клетке не могли бы происходить в отсутствие ферментов.
- Таким образом, **ферментативный катализ является основой протекания всех метаболических процессов и, соответственно, существования жизни как таковой.**

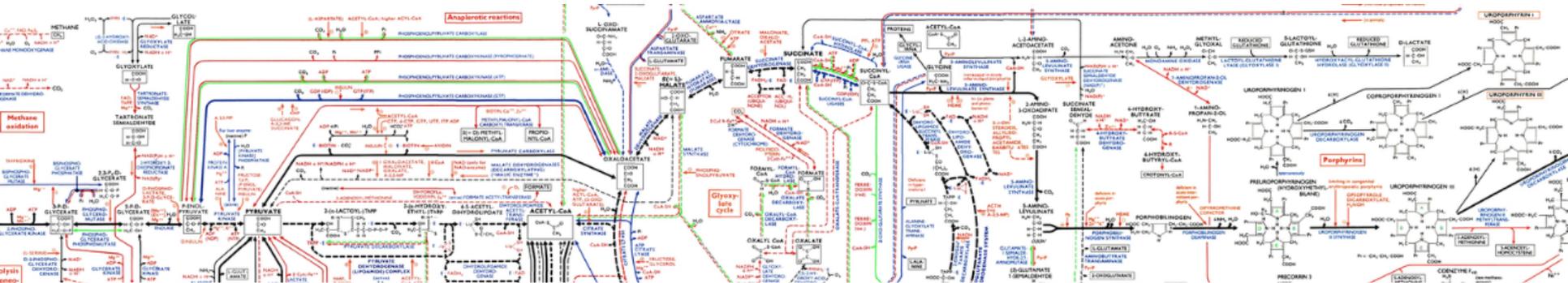
# Метаболические пути



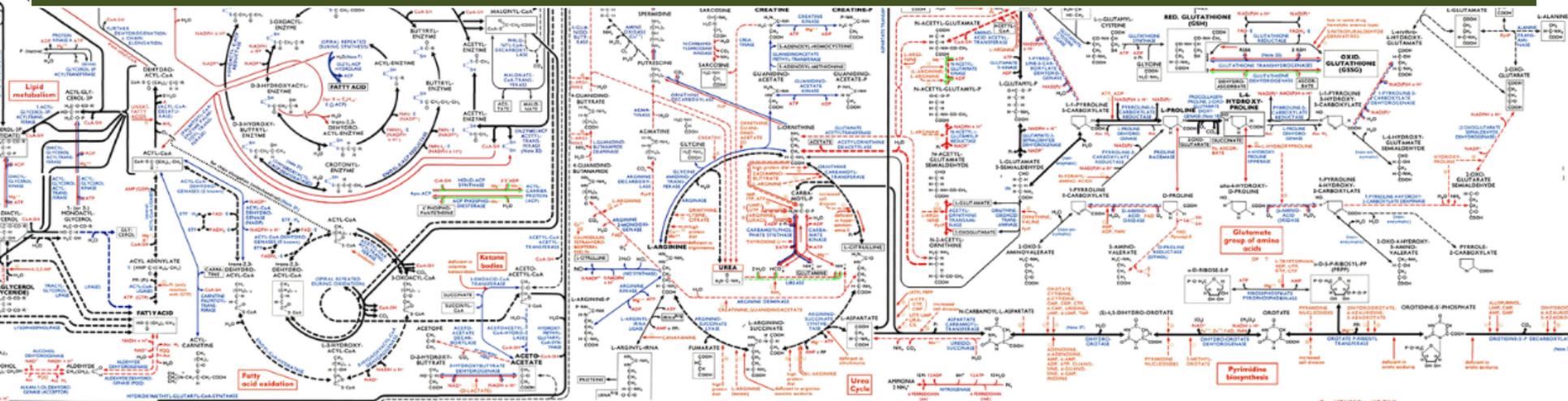
# Метаболические пути



# Метаболизм: совокупность метаболических путей



**Метаболизм – высоко координированная и целенаправленная клеточная активность, включающая два неразрывных процесса – катаболизм и анаболизм.**



# Метаболические пути: катаболизм

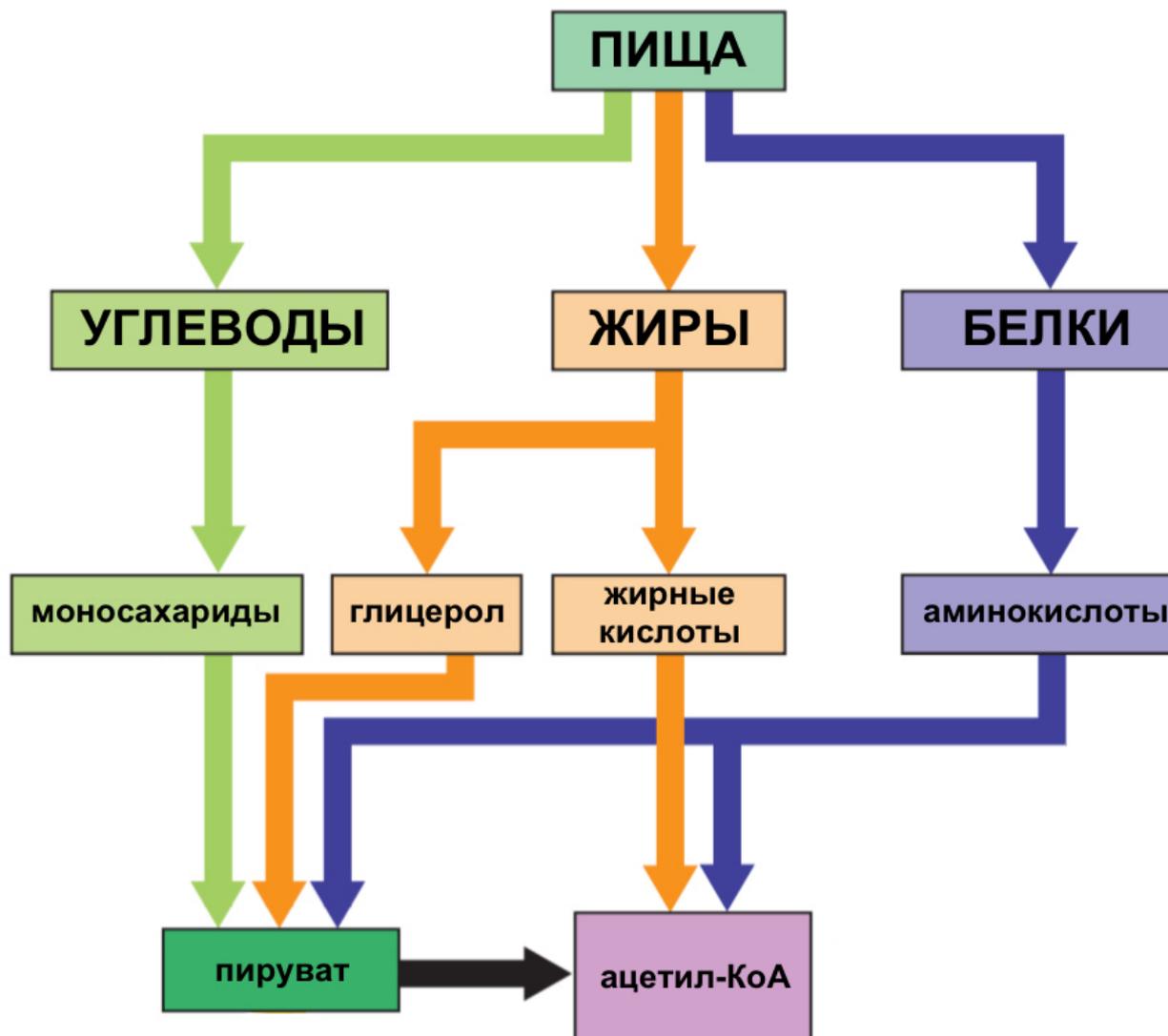
**Катаболизм** – расщепление и окисление сложных органических молекул до более простых конечных продуктов.

- Оно сопровождается высвобождением энергии, заключенной в сложной структуре веществ (точнее, в их химических связях).
- Большая часть высвобожденной энергии рассеивается в виде тепла.
- Остальная часть энергии, высвобождаемая в реакциях катаболизма, может запасаться в виде химических связей, называемых **макроэргическими**.
- Основной и универсальной молекулой, которая запасает энергию и при необходимости отдает ее, является **АТФ**.

# Метаболические пути: катаболизм

- Главными источниками субстратов для реакций катаболизма являются питательные вещества, поступающие с пищей – **углеводы, жиры и белки.**
- После поступление этих веществ в организм происходит их последовательный распад на более простые органические соединения (метаболиты), вступающие затем в различные пути метаболизма (в том числе катаболизма).
- Специфические пути распада этих метаболитов объединяются, образуя **общий путь катаболизма.**

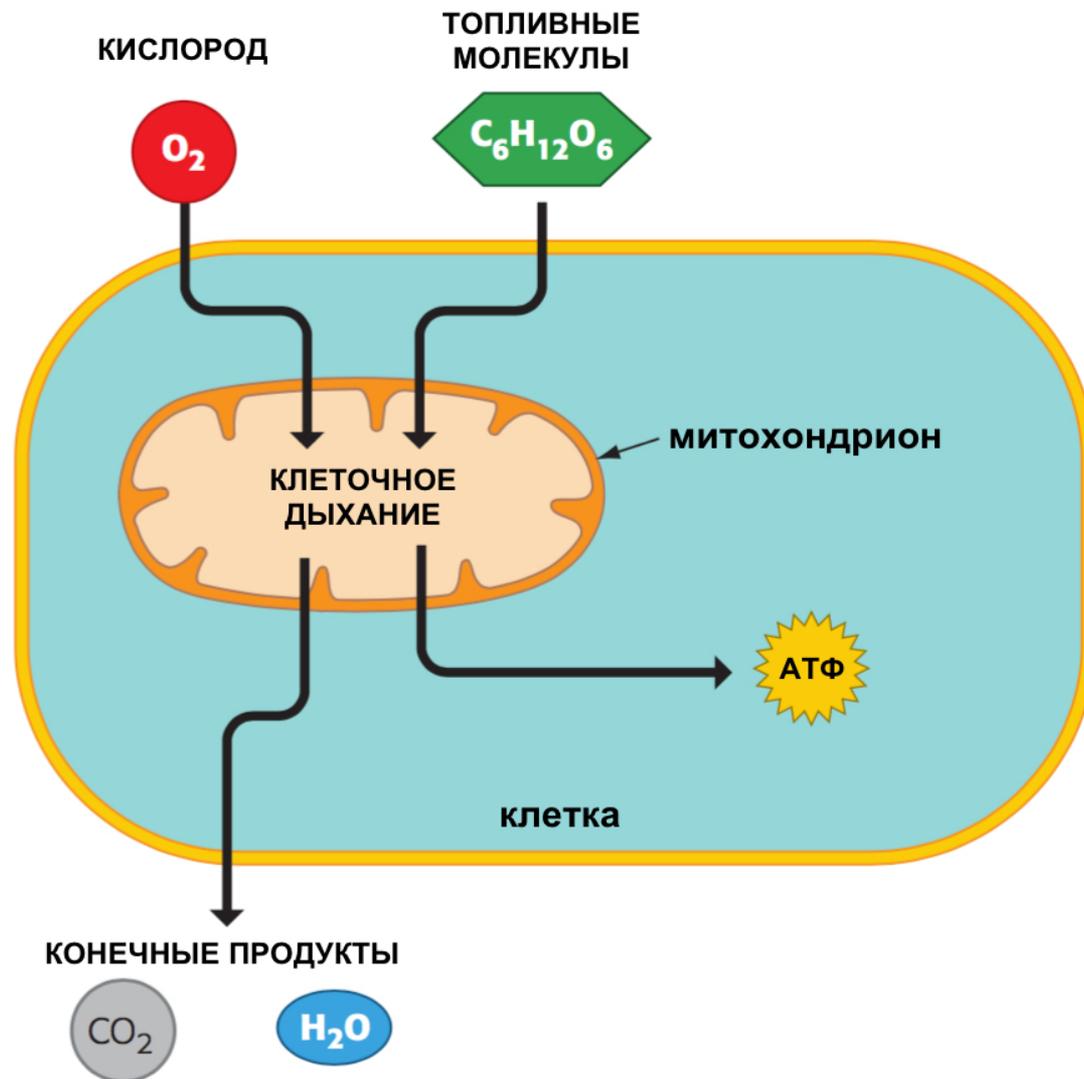
# Пути катаболизма основных нутриентов



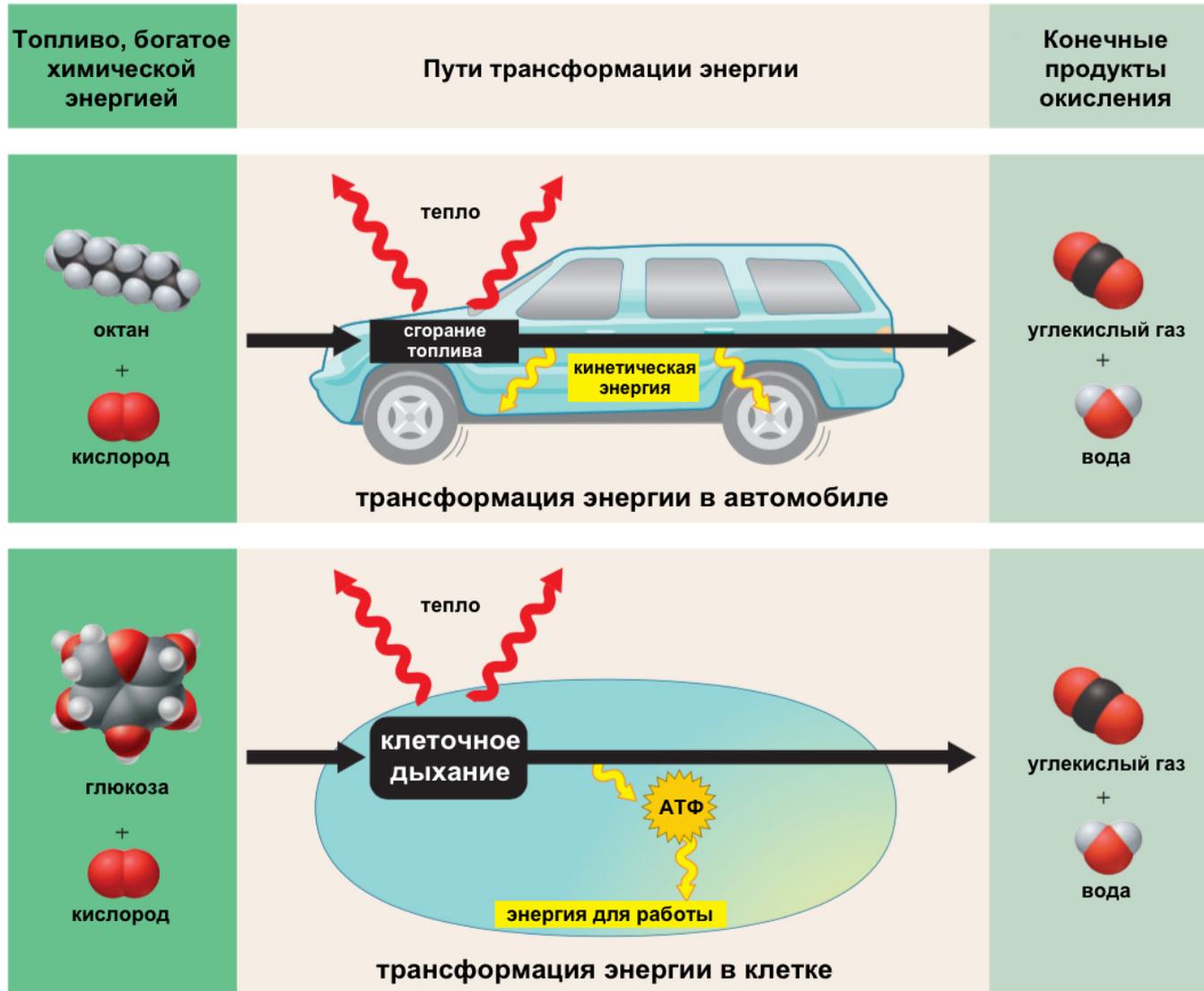
# Метаболические пути: катаболизм

- В ходе общего пути катаболизма субстраты (промежуточные метаболиты) могут полностью окисляться до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .
- Кислород в этом процессе используется как акцептор водорода от окисляемых (дегидрируемых) веществ (субстратов), в результате чего синтезируется  $\text{H}_2\text{O}$ .
- Таким образом, катаболизм органических веществ в тканях сопровождается потреблением кислорода и выделением  $\text{CO}_2$ . Этот процесс называют **тканевым (клеточным) дыханием**.

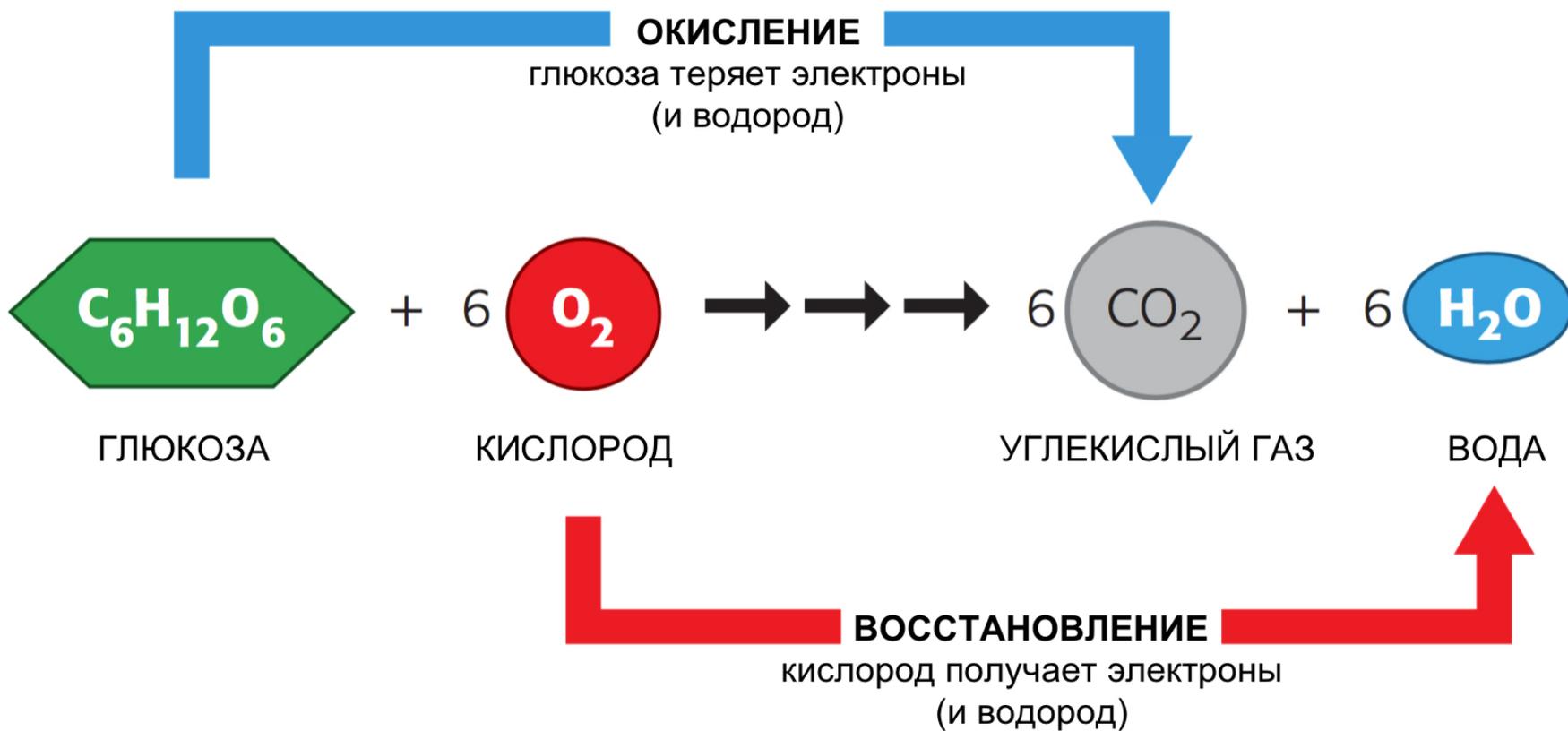
# Клеточное дыхание



# Клеточное дыхание



# Окислительно-восстановительные реакции



# Метаболические пути: анаболизм

**Анаболизм** – это биосинтез белков, полисахаридов, липидов, нуклеиновых кислот и других макромолекул из малых молекул-предшественников.

- Поскольку он сопровождается усложнением структуры веществ, то требует затрат энергии.
- Источником энергии для анаболических процессов являются химические связи в молекуле АТФ.

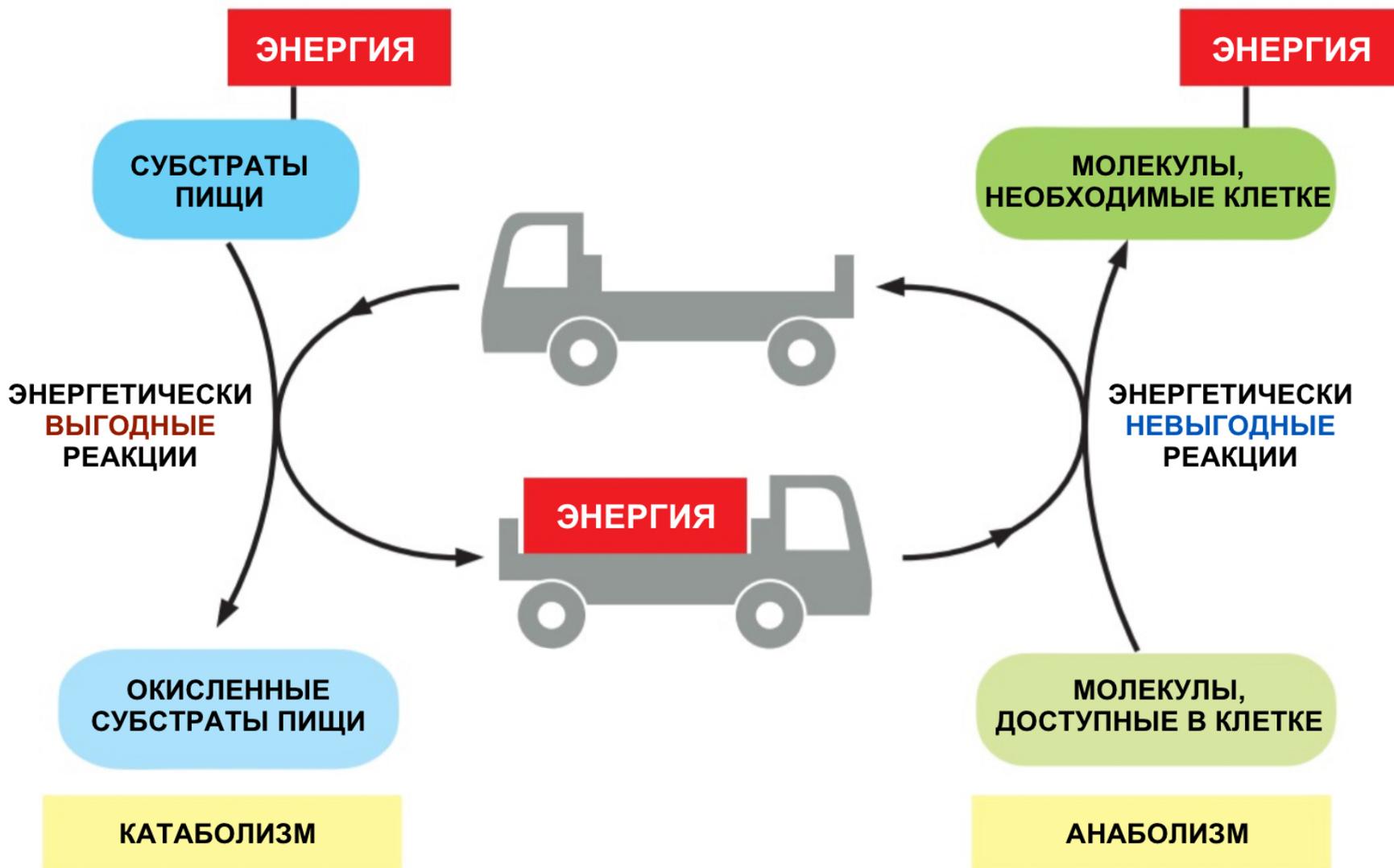
# Энтропия – мера неупорядоченности системы

ПОВЫШЕНИЕ ЭНТРОПИИ

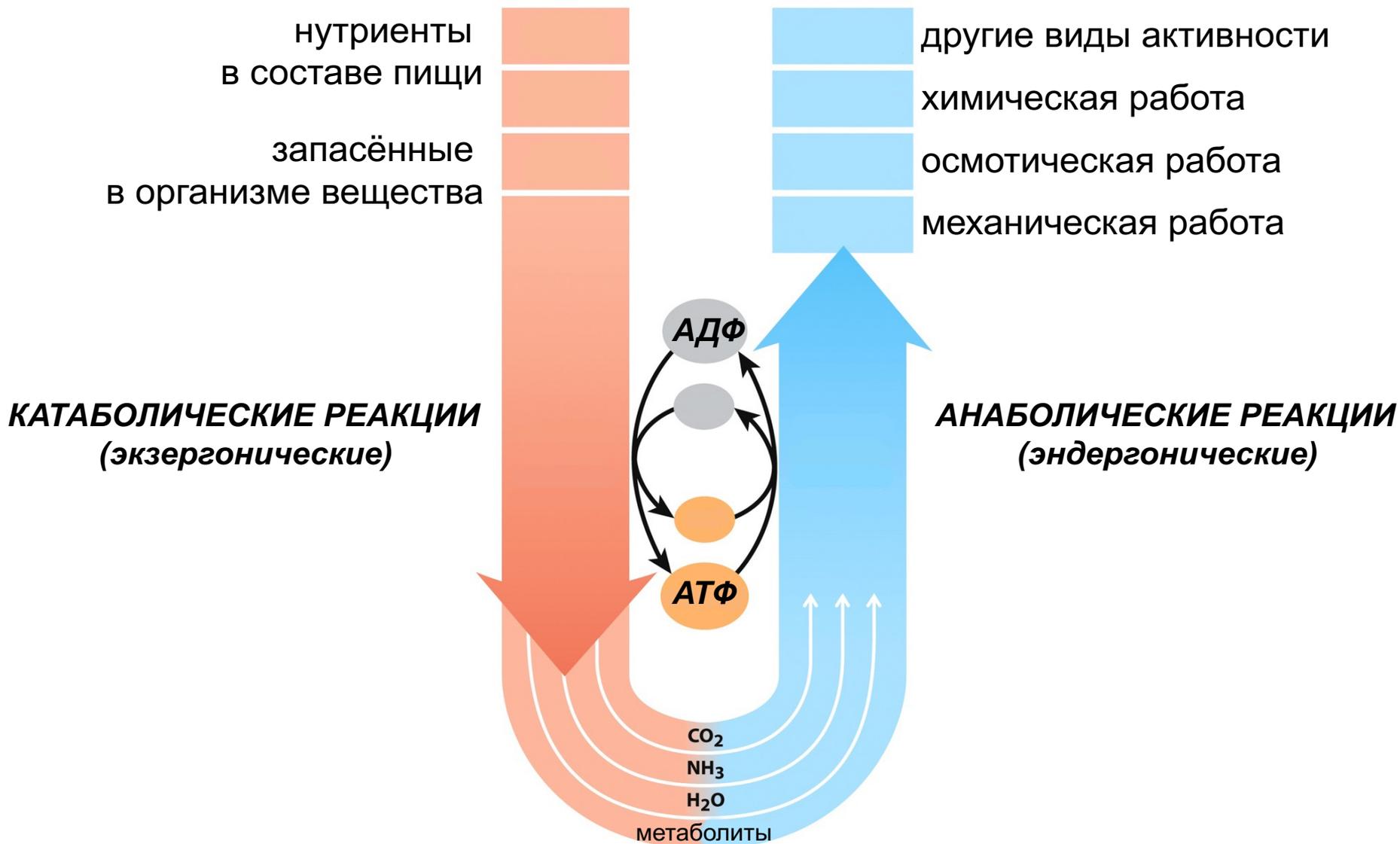


СНИЖЕНИЕ ЭНТРОПИИ

# Взаимосвязь катаболизма и анаболизма

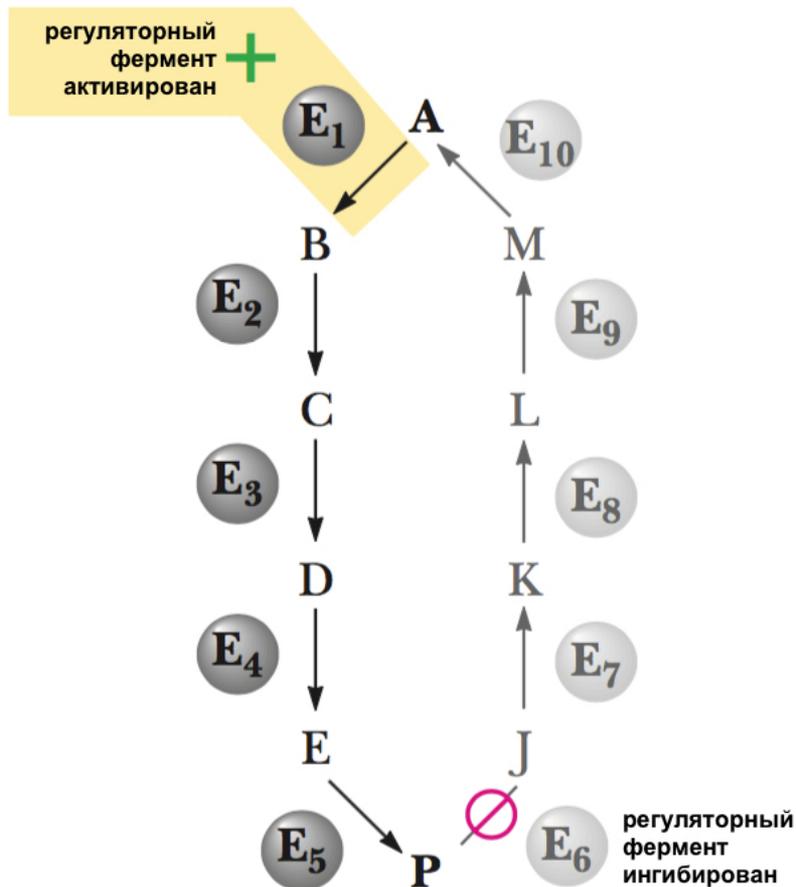


# Цикл АТФ в процессах метаболизма

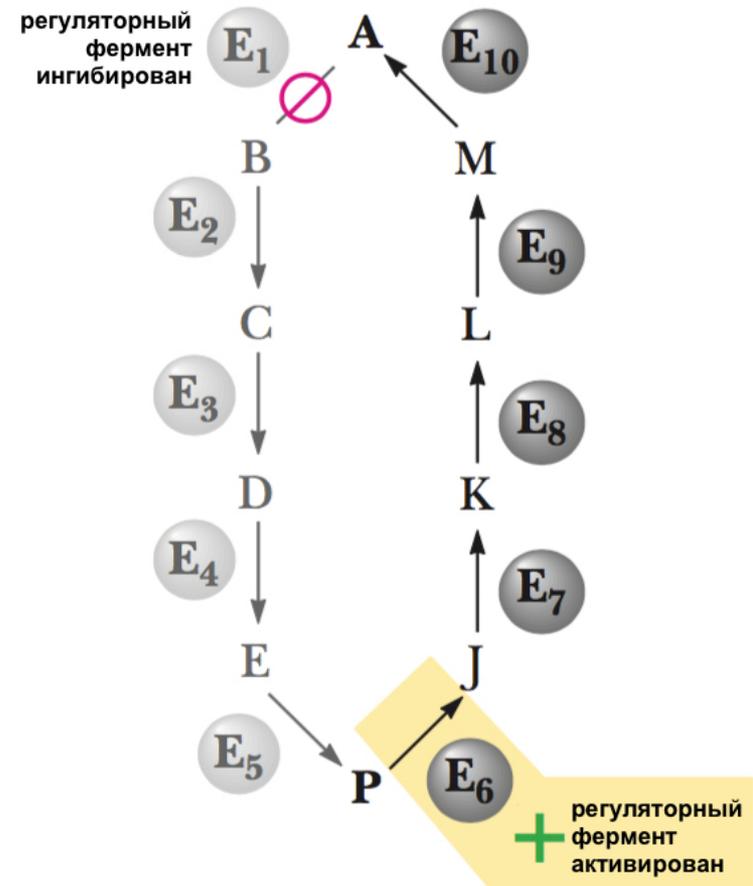


# Значение регуляторных ферментов

## КАТАБОЛИЧЕСКИЙ ПУТЬ

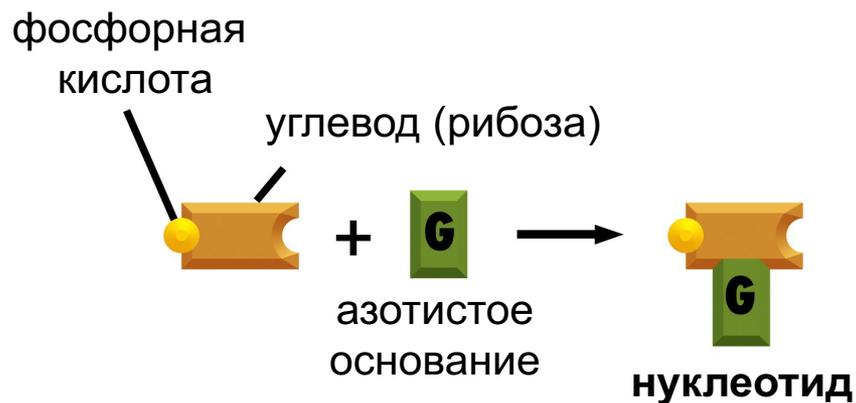
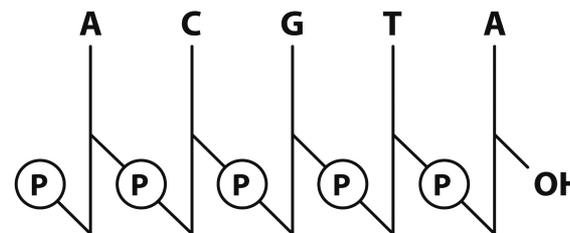


## АНАБОЛИЧЕСКИЙ ПУТЬ



# Строение нуклеиновых кислот (НК)

Нуклеиновые кислоты (ДНК и РНК) представляют собой линейные биополимеры, построенные из **нуклеотидов**.

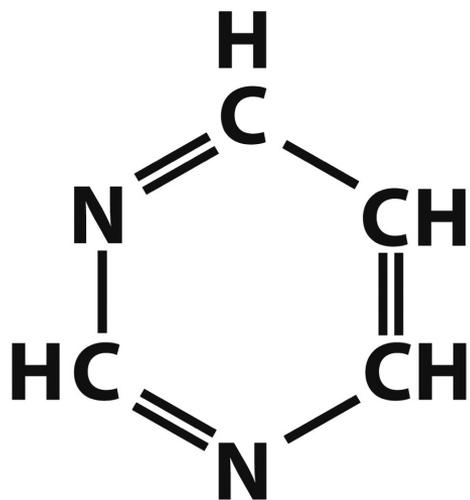


Каждый нуклеотид состоит из **трех компонентов**:

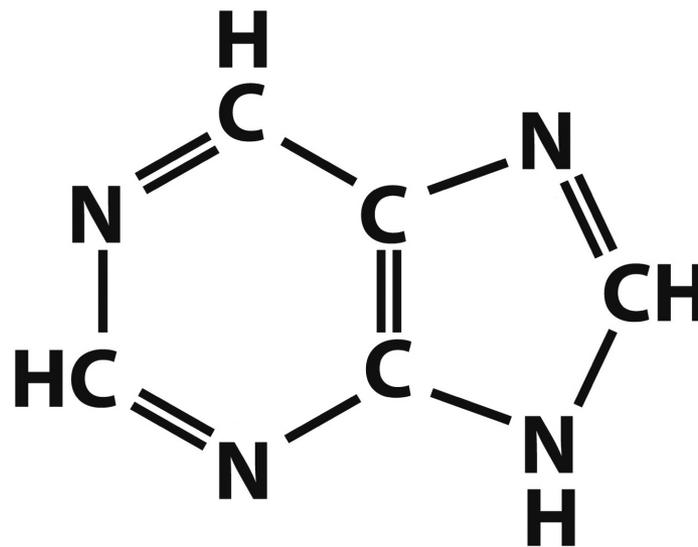
- азотистого основания;
- рибозы (в РНК) или дезоксирибозы (в ДНК);
- остатка фосфорной кислоты.

# Строение НК: азотистые основания

Азотистые основания являются производными циклических азотсодержащих соединений – **пурина и пиримидина**.



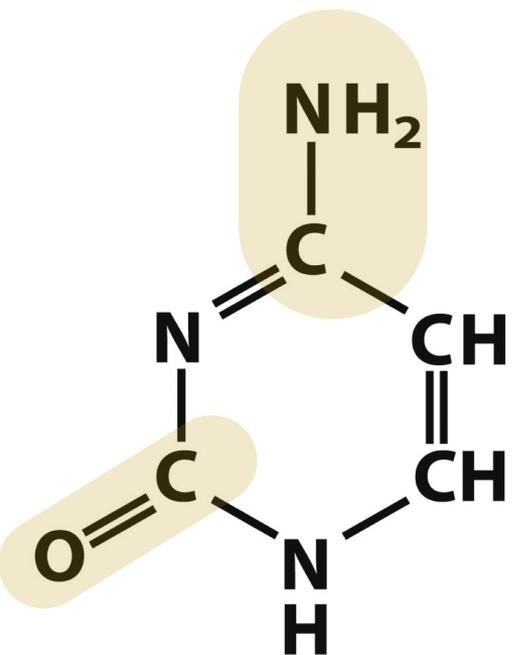
**ПИРИМИДИН**



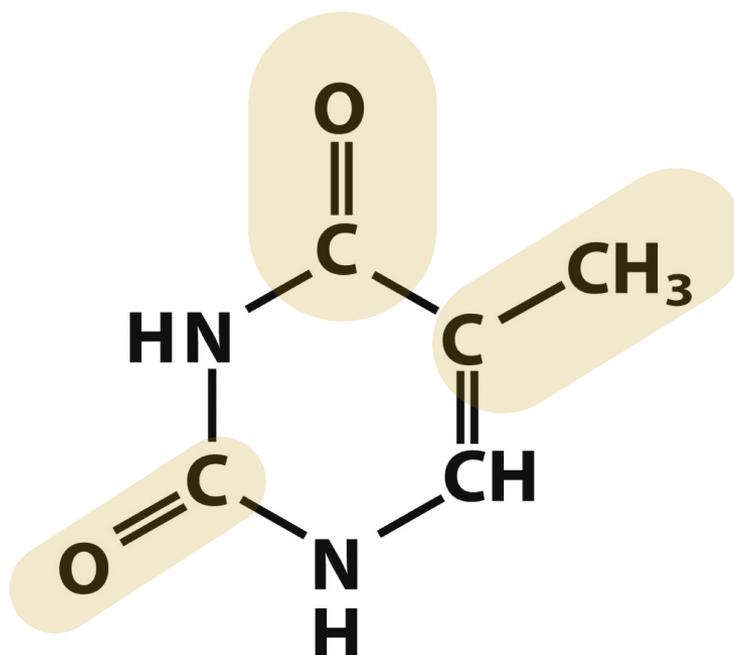
**ПУРИН**

# Строение НК: азотистые основания

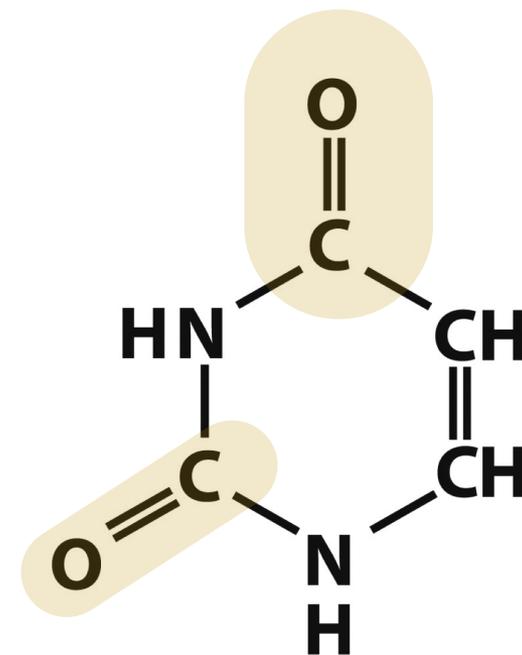
## Производные пиримидина



**C:** ЦИТОЗИН



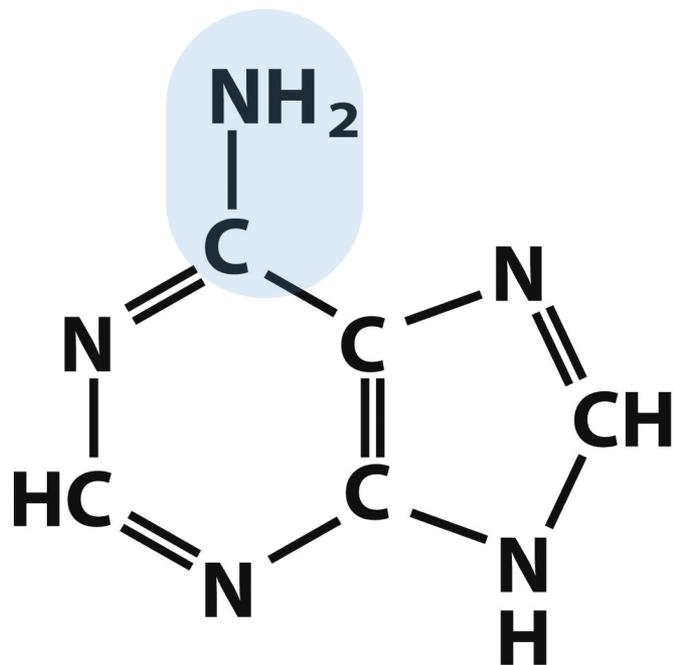
**T:** ТИМИН (в ДНК)



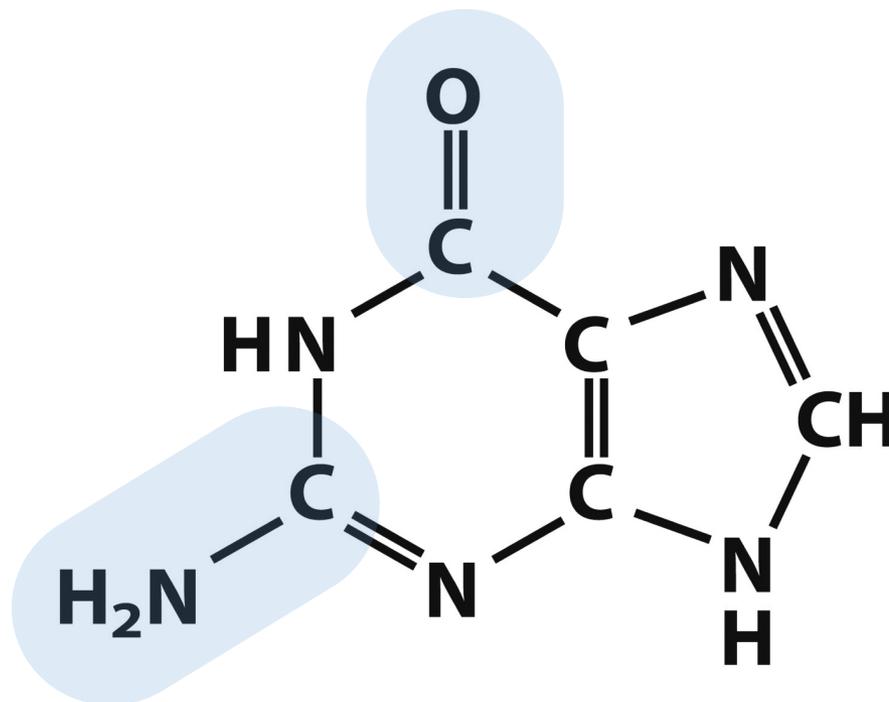
**U:** УРАЦИЛ (в РНК)

# Строение НК: азотистые основания

## Производные пурина



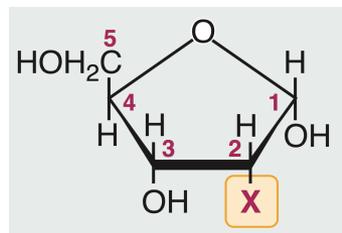
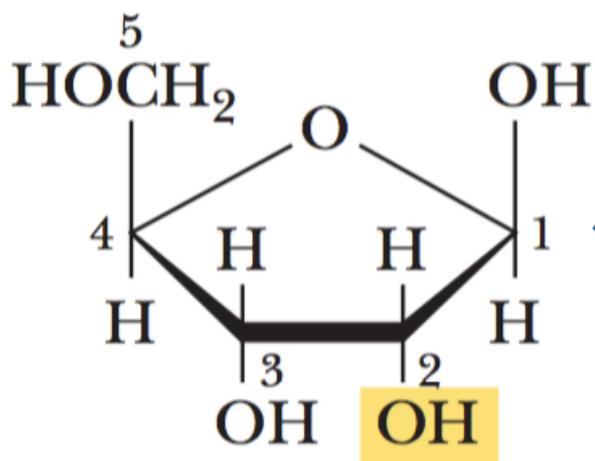
**A: АДЕНИН**



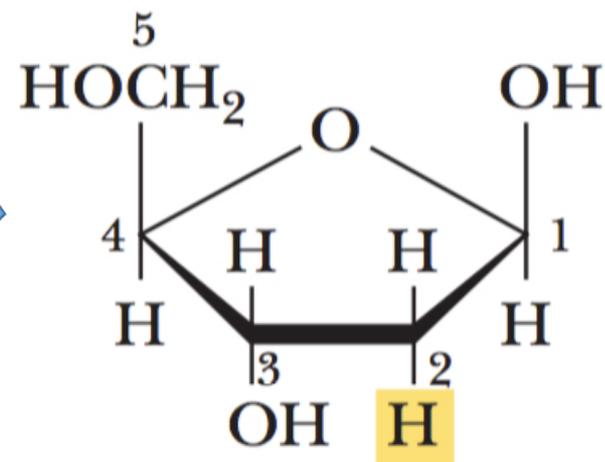
**G: ГУАНИН**

# Строение НК: углеводный фрагмент

В качестве углеводного фрагмента НК выступает циклическая форма моносахарида рибозы, либо дезоксирибозы.



Оба моносахарида содержат **5** атомов углерода и поэтому относятся к **пентозам**.

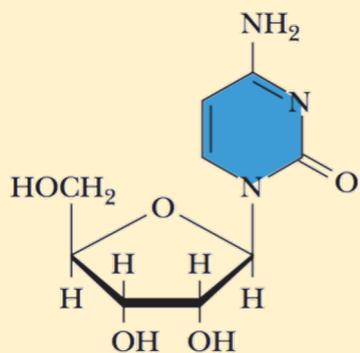


**Рибоза**  
входит в структуру  
рибонуклеиновых  
кислот (**РНК**).

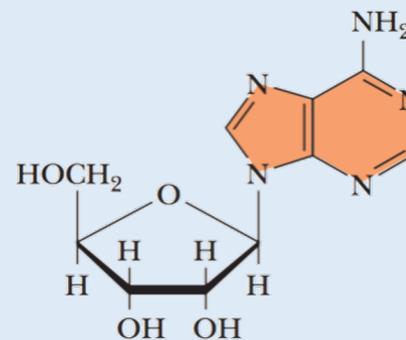
**Дезоксирибоза**  
входит в структуру  
дезоксирибонуклеиновой  
кислоты (**ДНК**).

# Строение НК: нуклеозиды

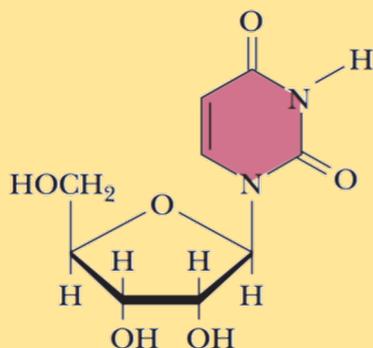
Соединение азотистого основания с углеводным фрагментом приводит к образованию нуклеозидов:



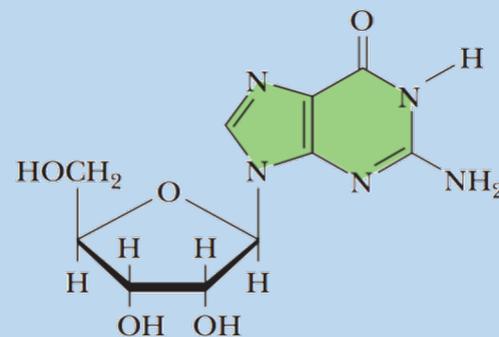
**Цитидин**



**Аденозин**



**Уридин**



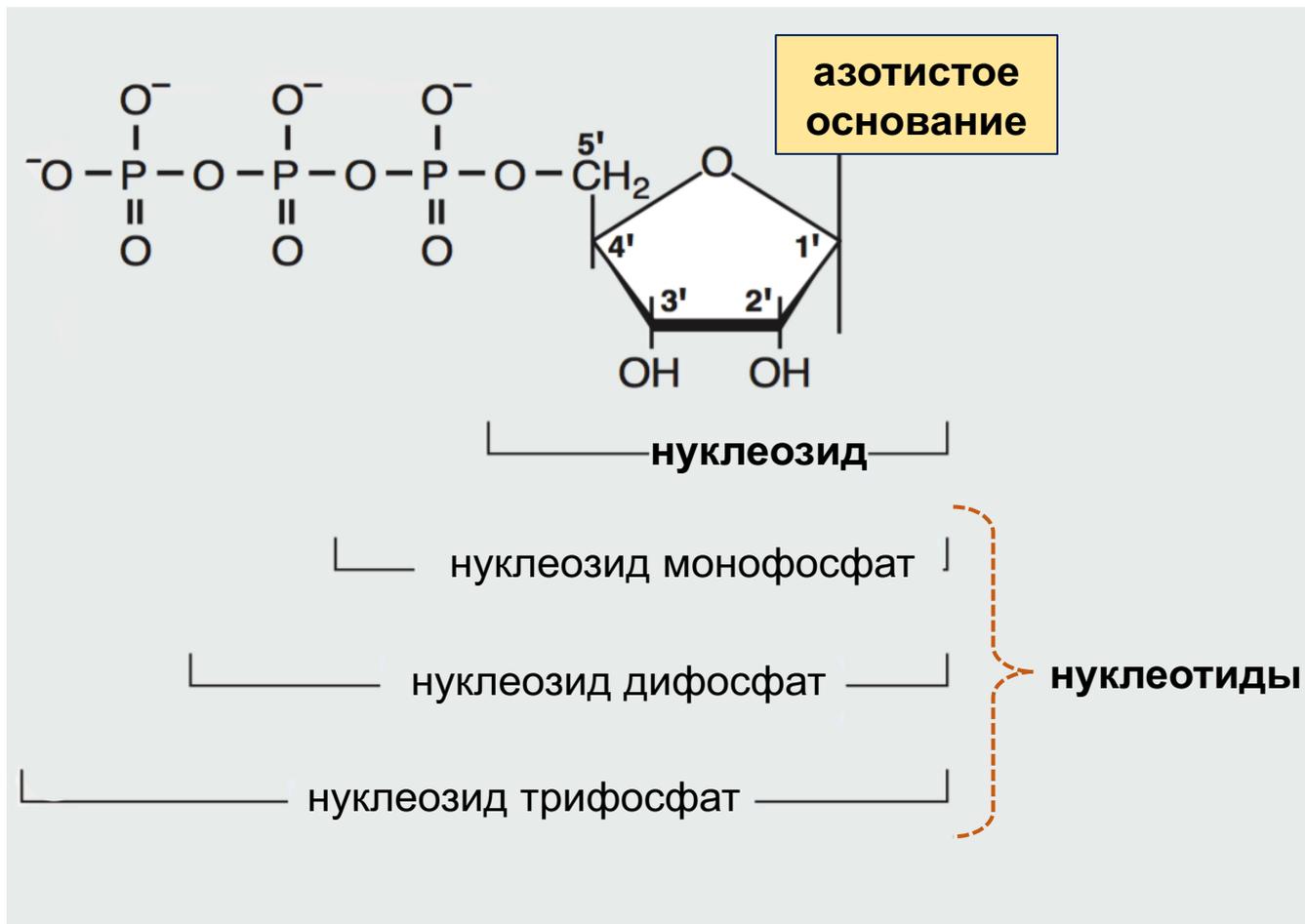
**Гуанозин**

# Строение НК: номенклатура нуклеозидов

Азотистое основание	Нуклеозиды	
	РНК	ДНК
Аденин (А)	Аденозин	Дезоксиаденозин
Гуанин (G)	Гуанозин	Дезоксигуанозин
Цитозин (С)	Цитидин	Дезоксицитидин
Тимин (Т)	Тимидин	Дезокситимидин
Урацил (U)	Уридин	Дезоксиуридин

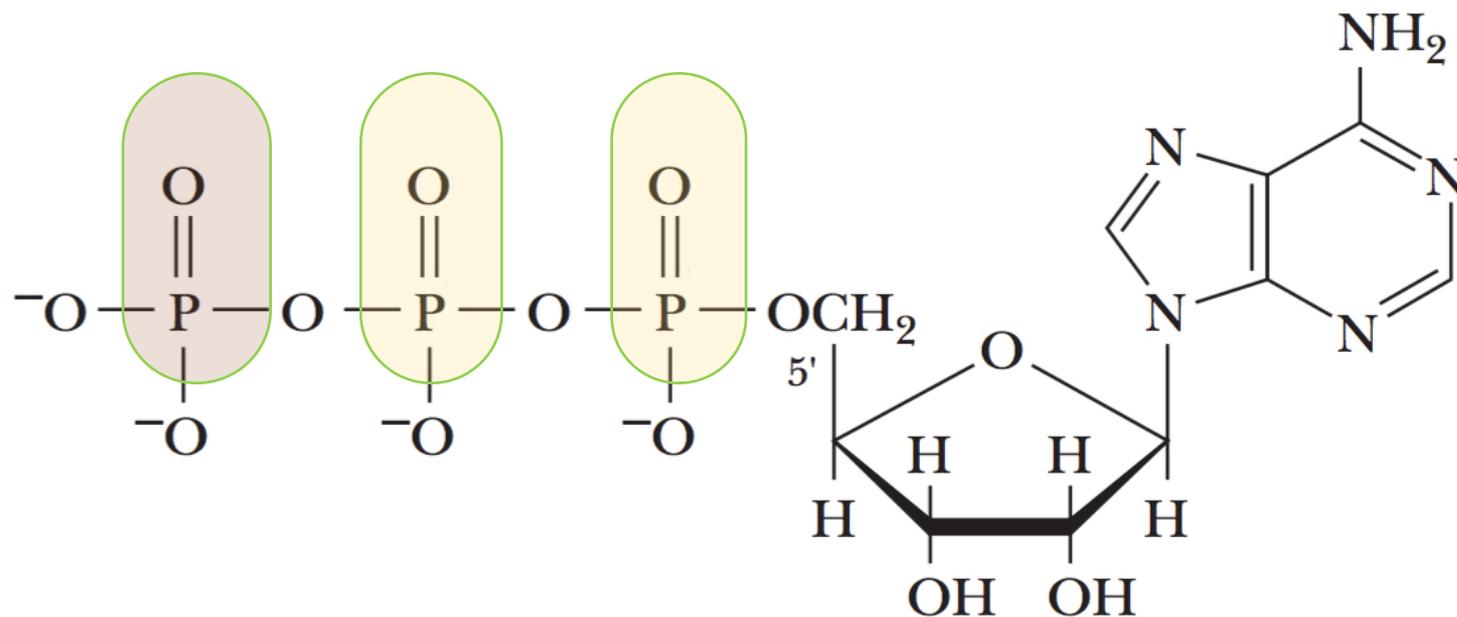
# Строение НК: номенклатура нуклеотидов

Нуклеотидами являются нуклеозиды, соединённые с остатками фосфорной кислоты:

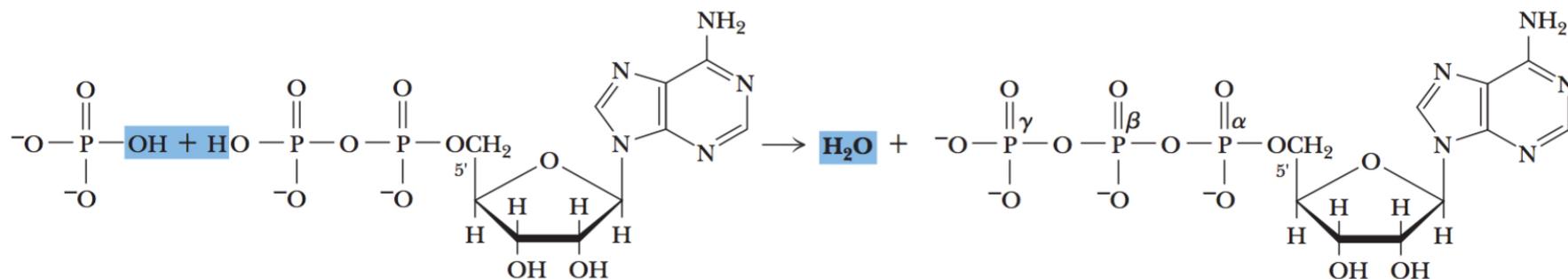


# Структура АТФ (аденозинтрифосфата)

Энергическая функция АТФ реализуется за счёт присутствия в молекуле нескольких **макроэнергических** (высокоэнергетических) связей:



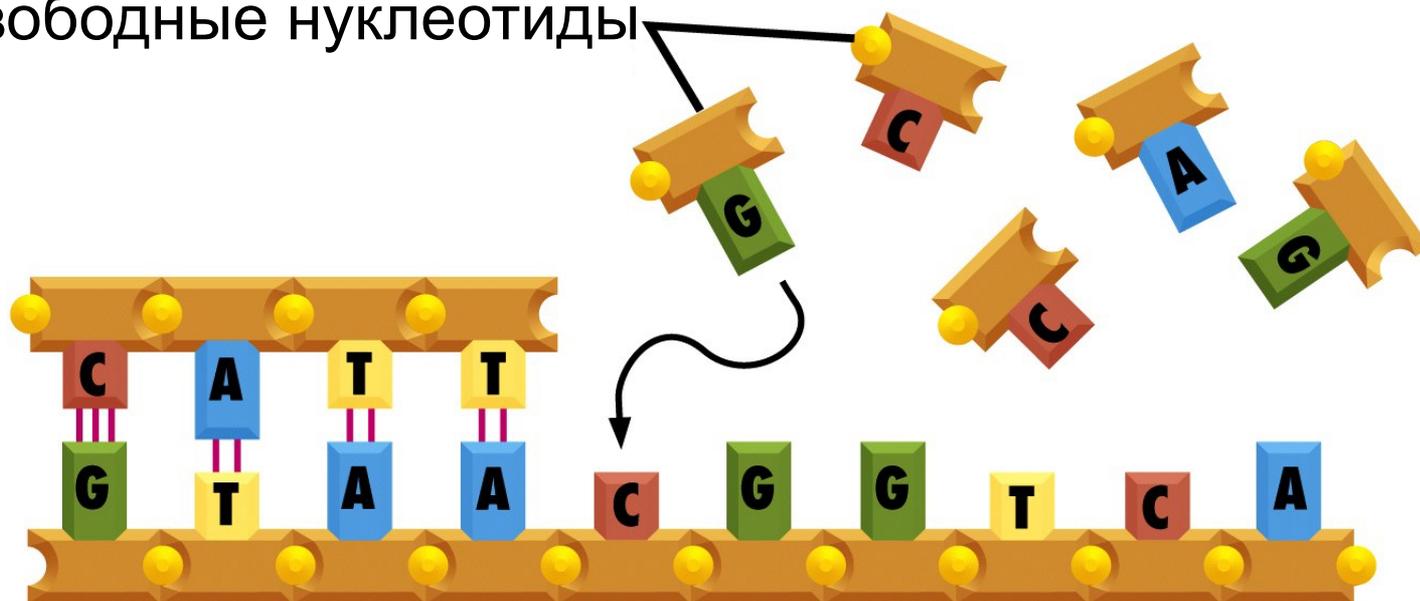
# Синтез АТФ из АДФ



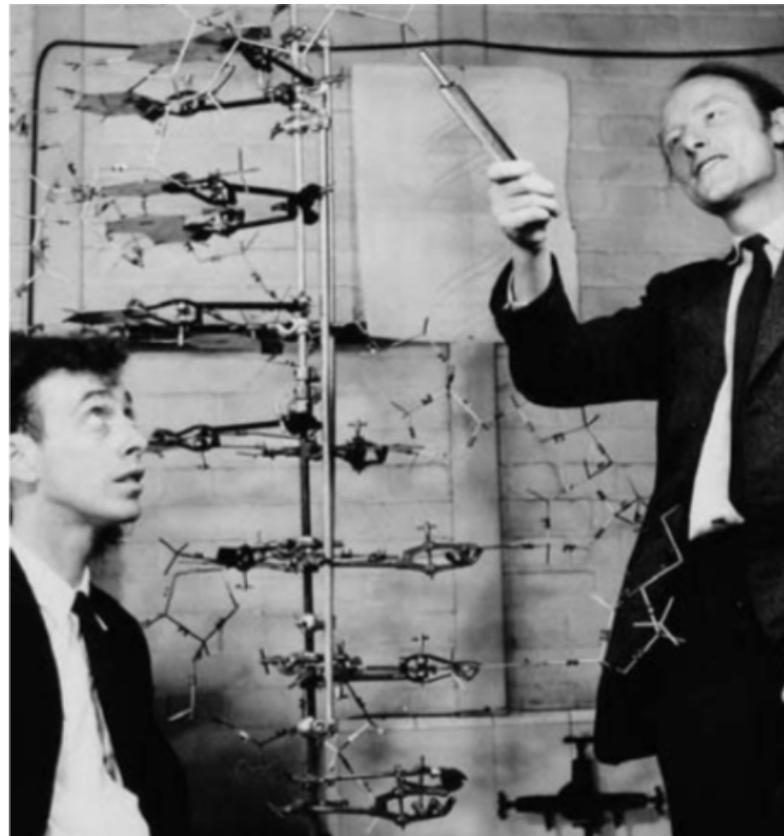
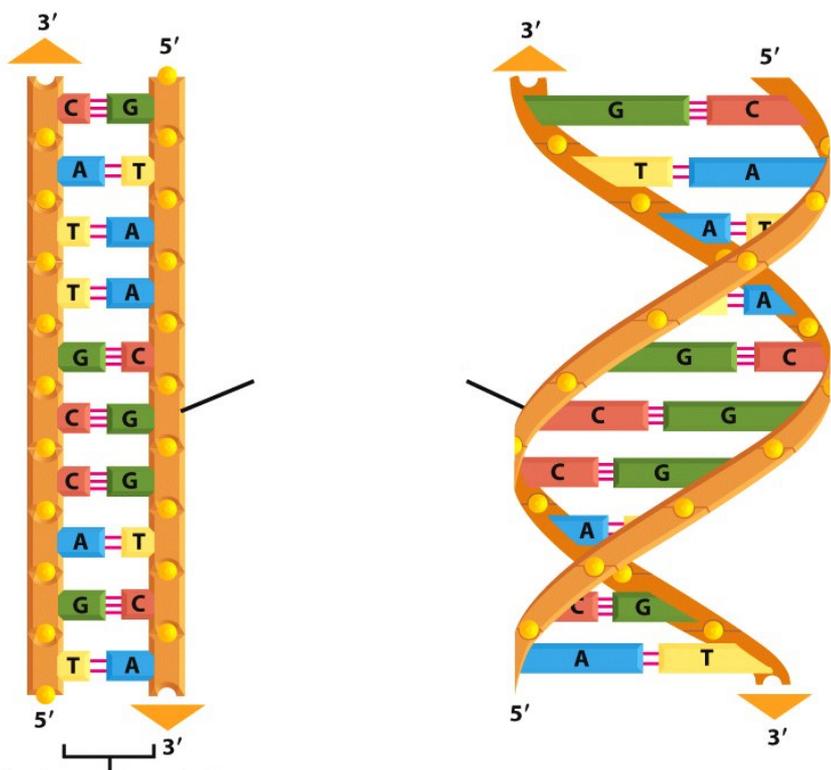
**ФОСФАТ + АДЕНОЗИНДИФОСФАТ  $\longrightarrow$  АДЕНОЗИНТРИФОСФАТ**

# Построение молекулы ДНК

свободные нуклеотиды

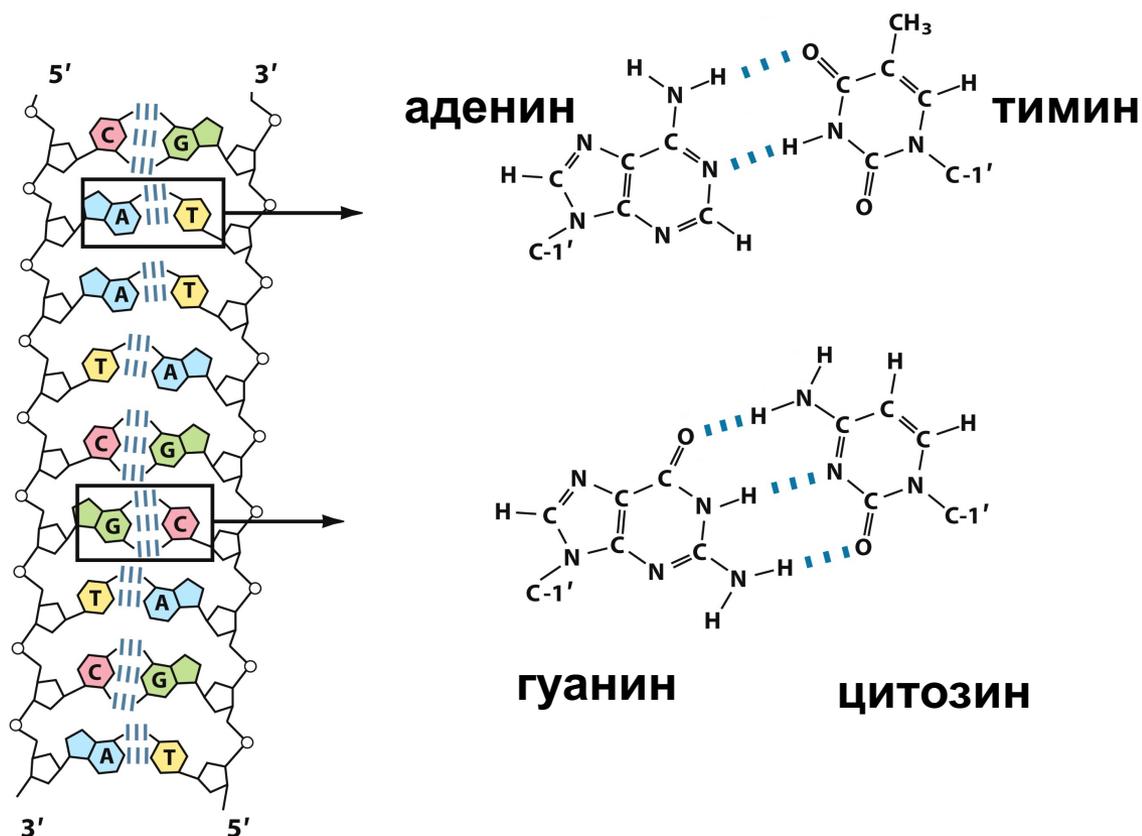


# Строение ДНК: двухцепочечность

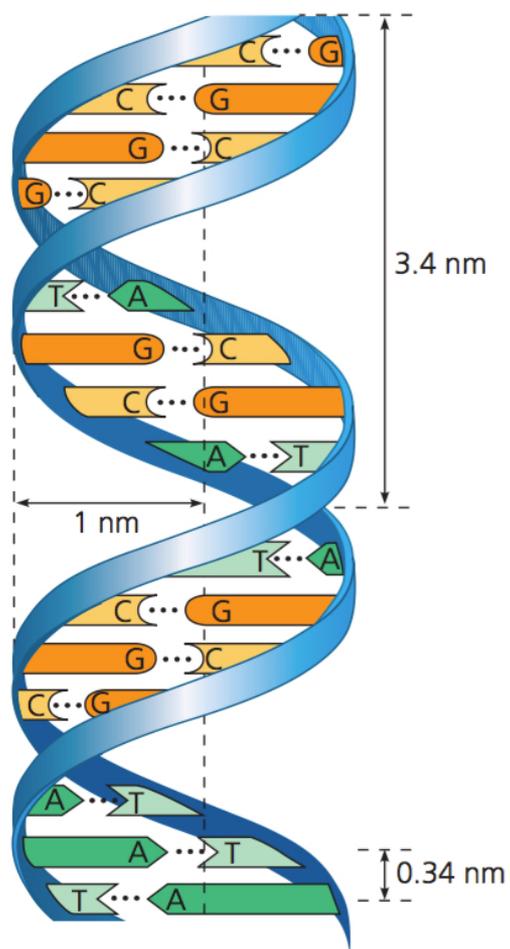


# Строение ДНК: комплементарность

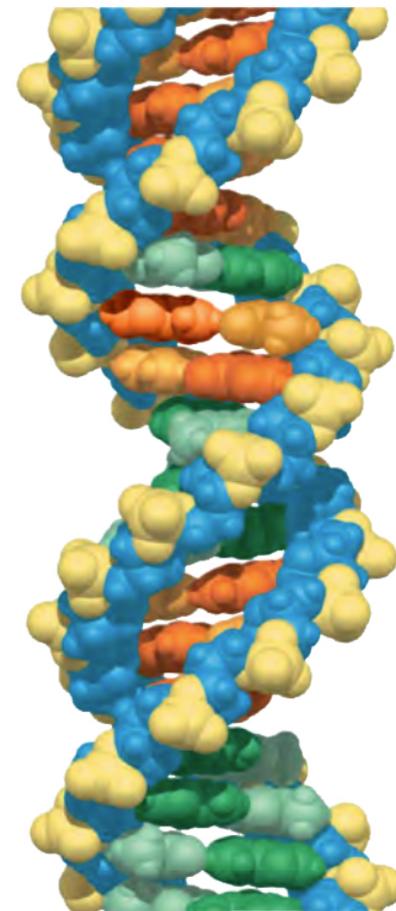
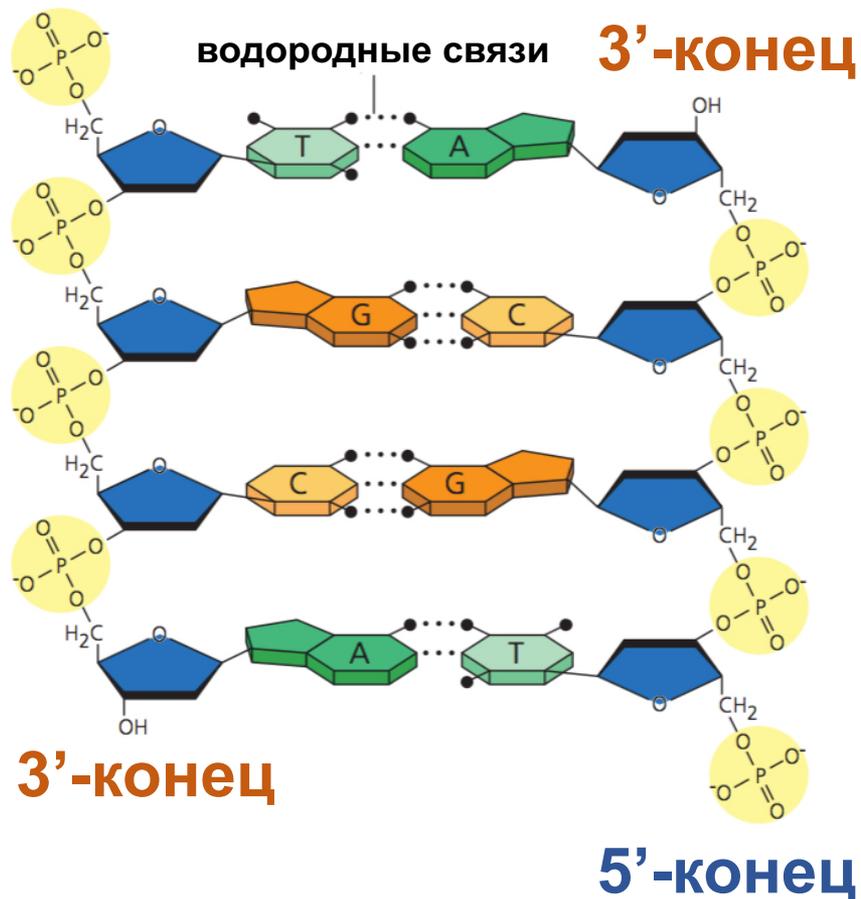
Комплементарные азотистые основания образуют водородные связи:



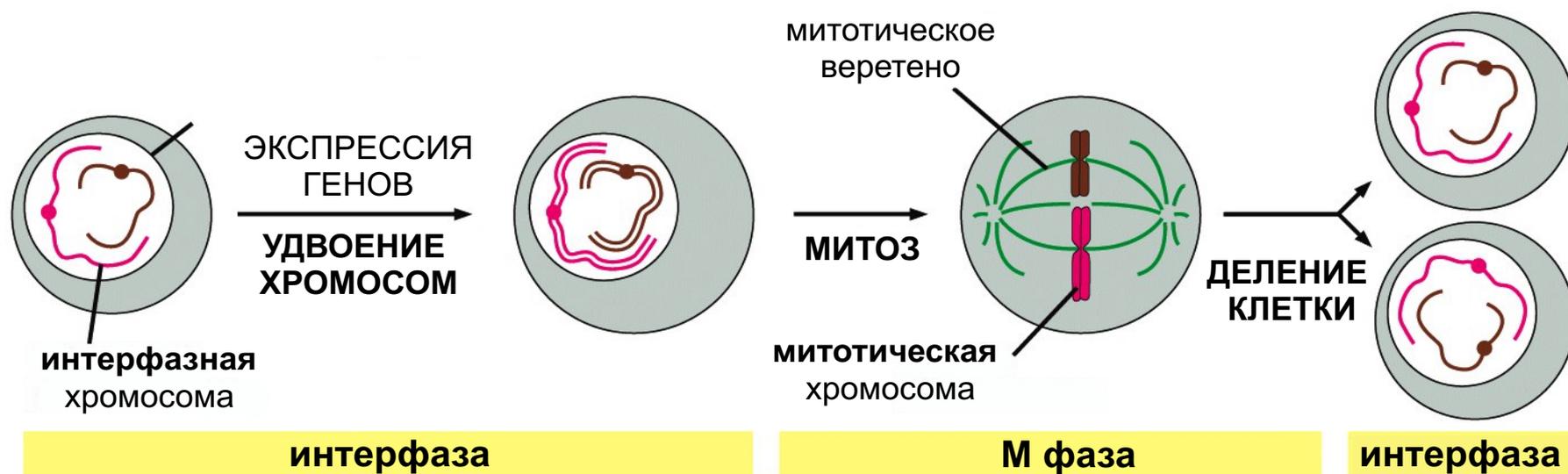
# Строение ДНК: антипараллельность



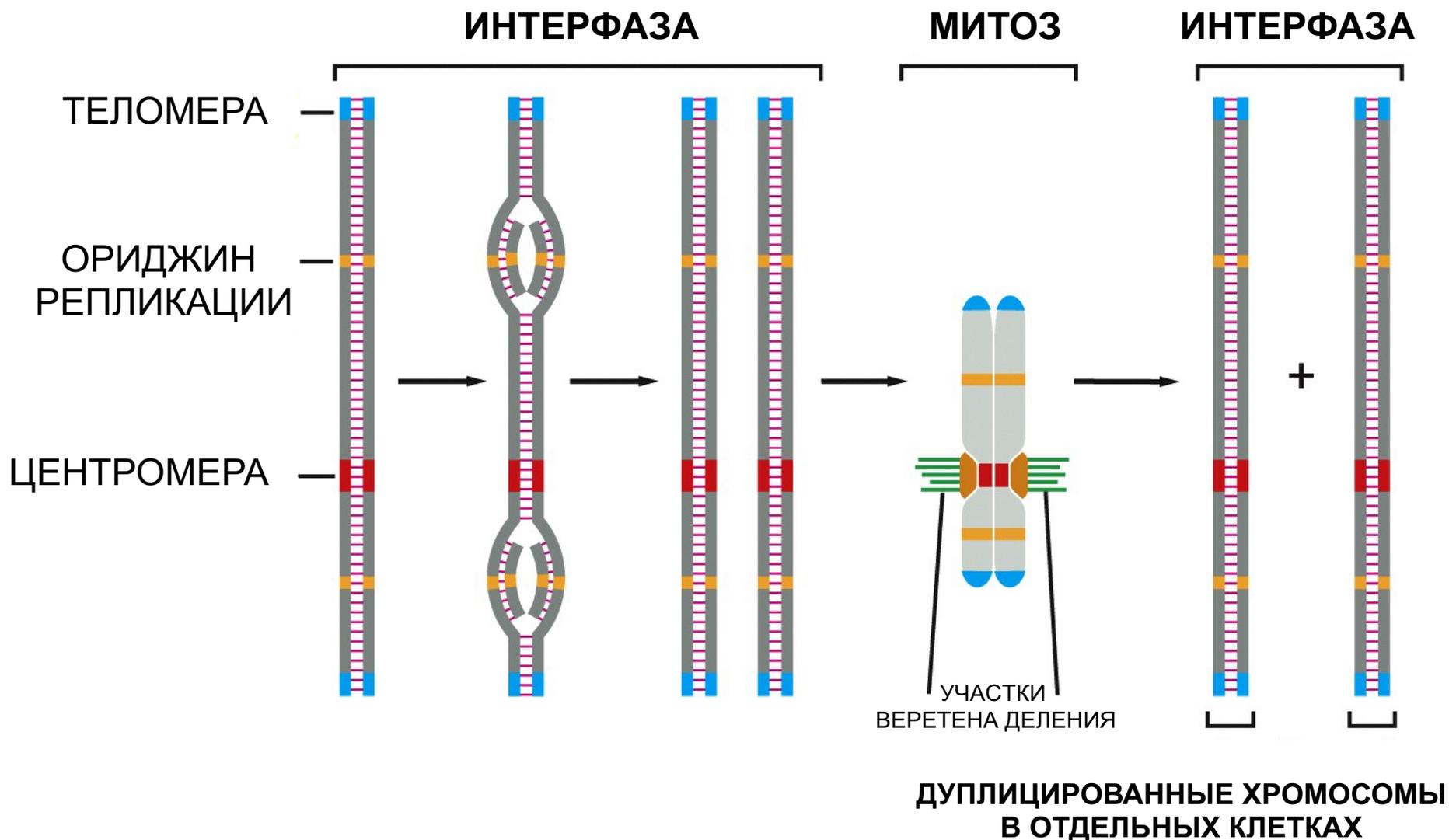
**5'-конец**



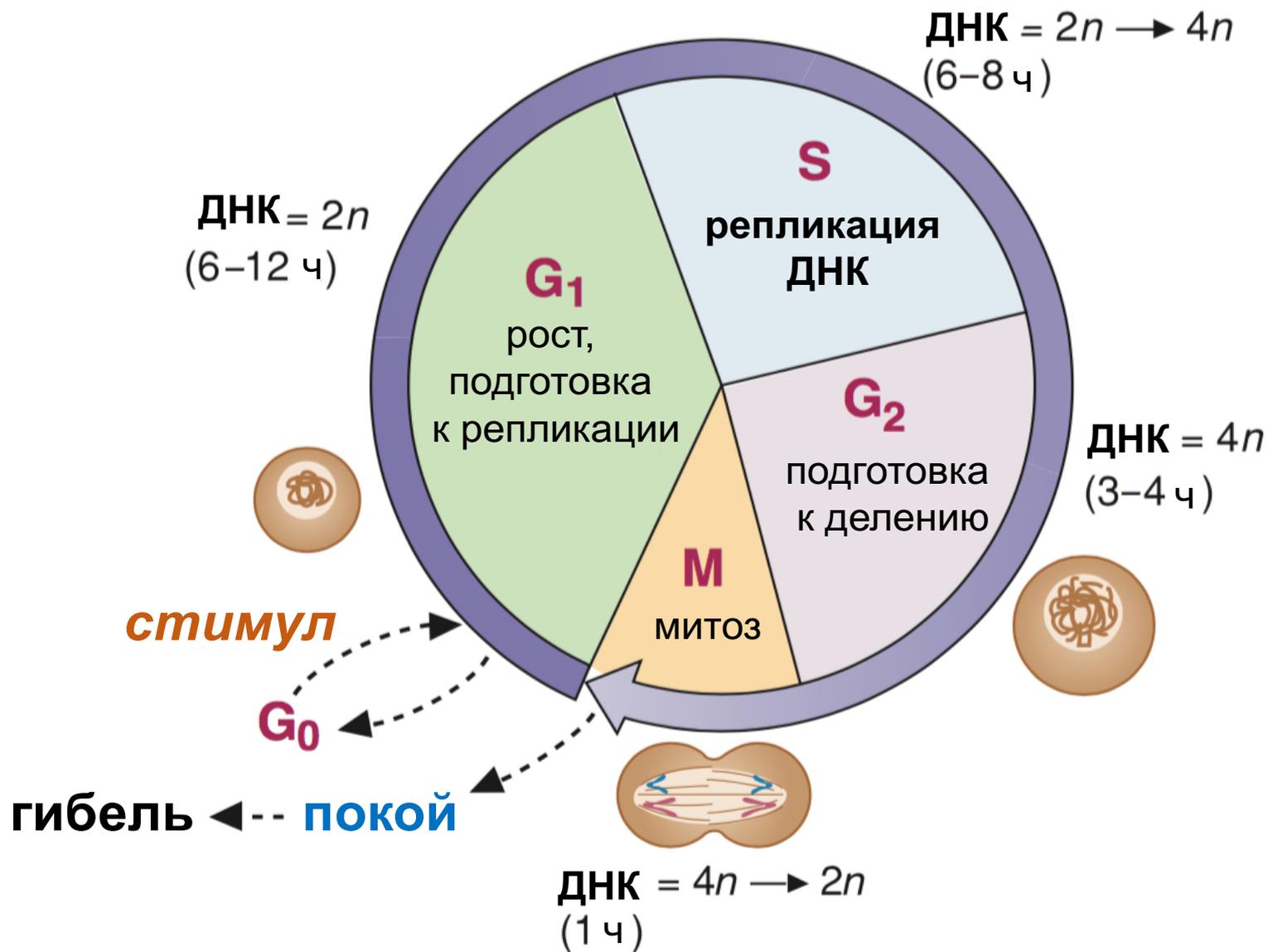
# Общая биология клеточного цикла



# Фазы клеточного цикла и количество ДНК

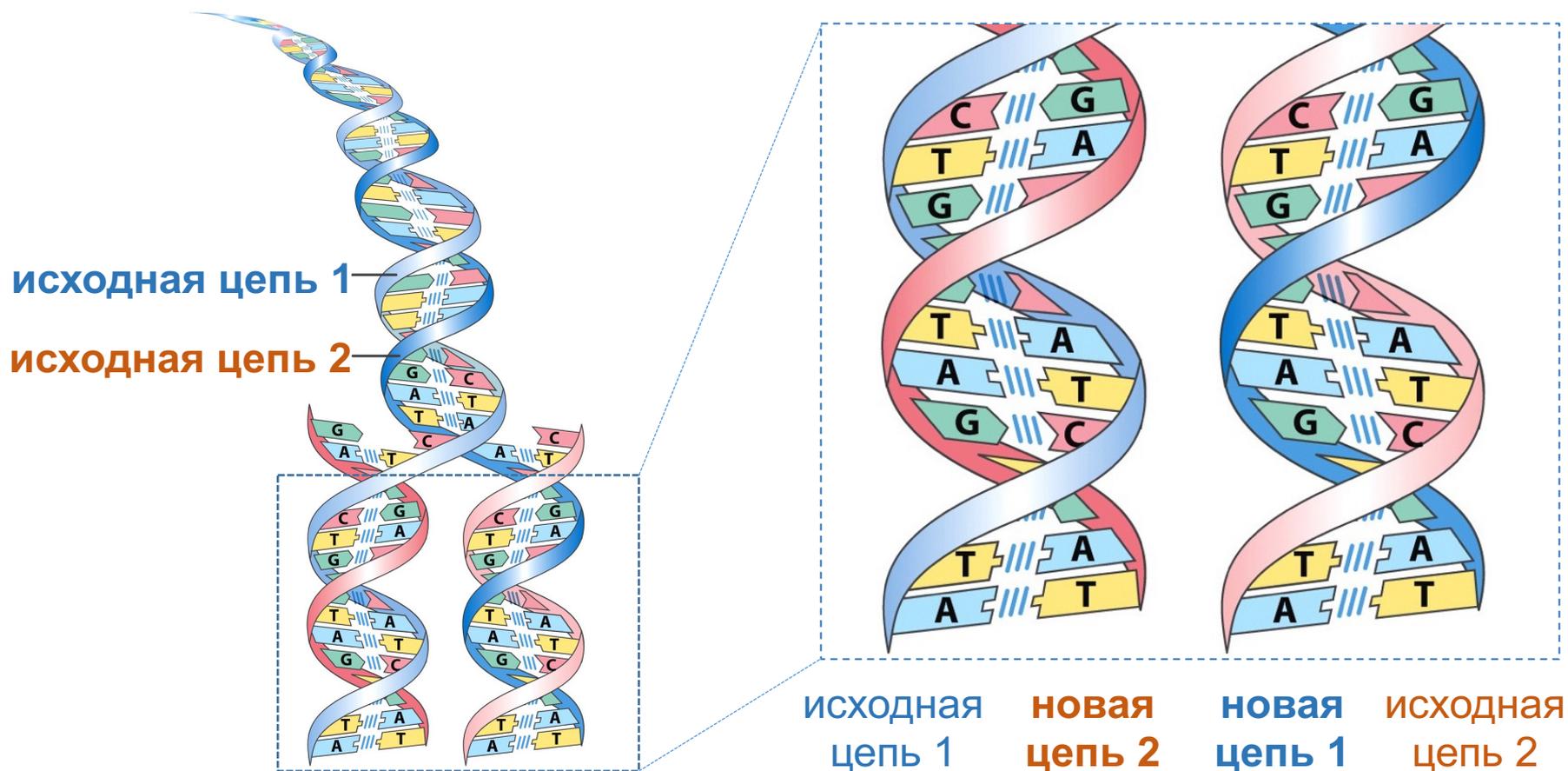


# Фазы клеточного цикла



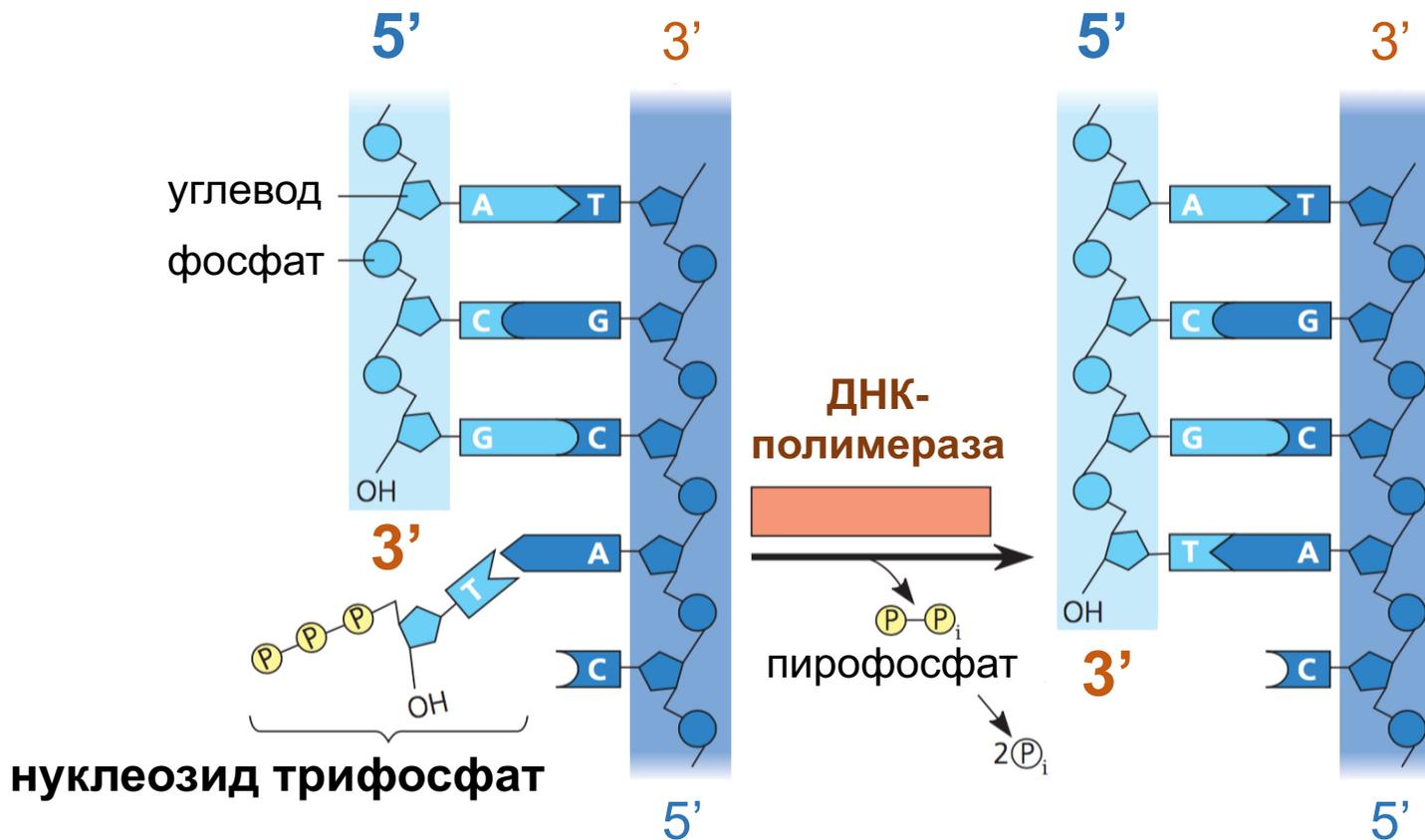
# Репликация – образование копии цепей ДНК

Процесс репликации ДНК является полуконсервативным.

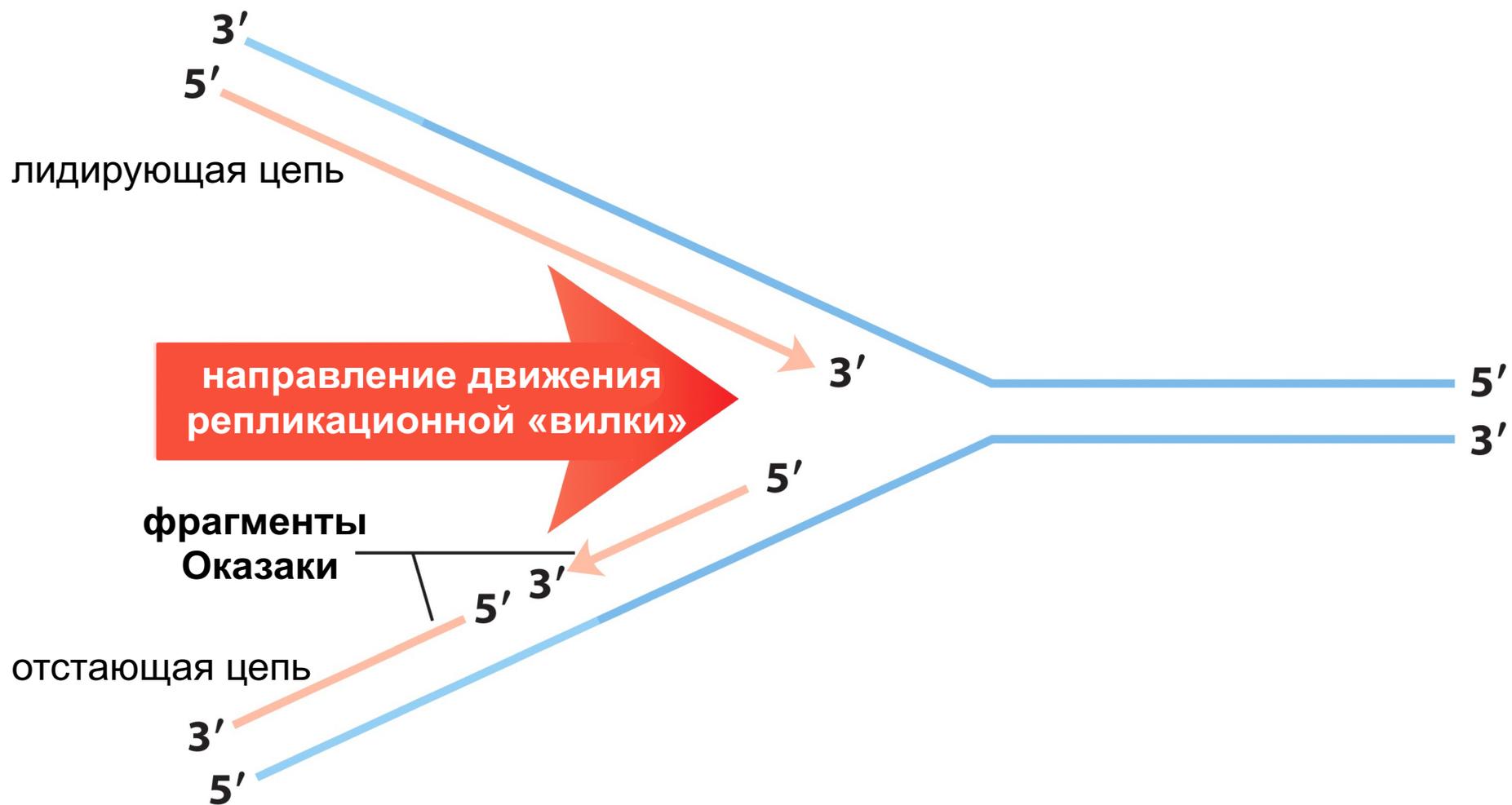


# Репликация – образование копии цепей ДНК

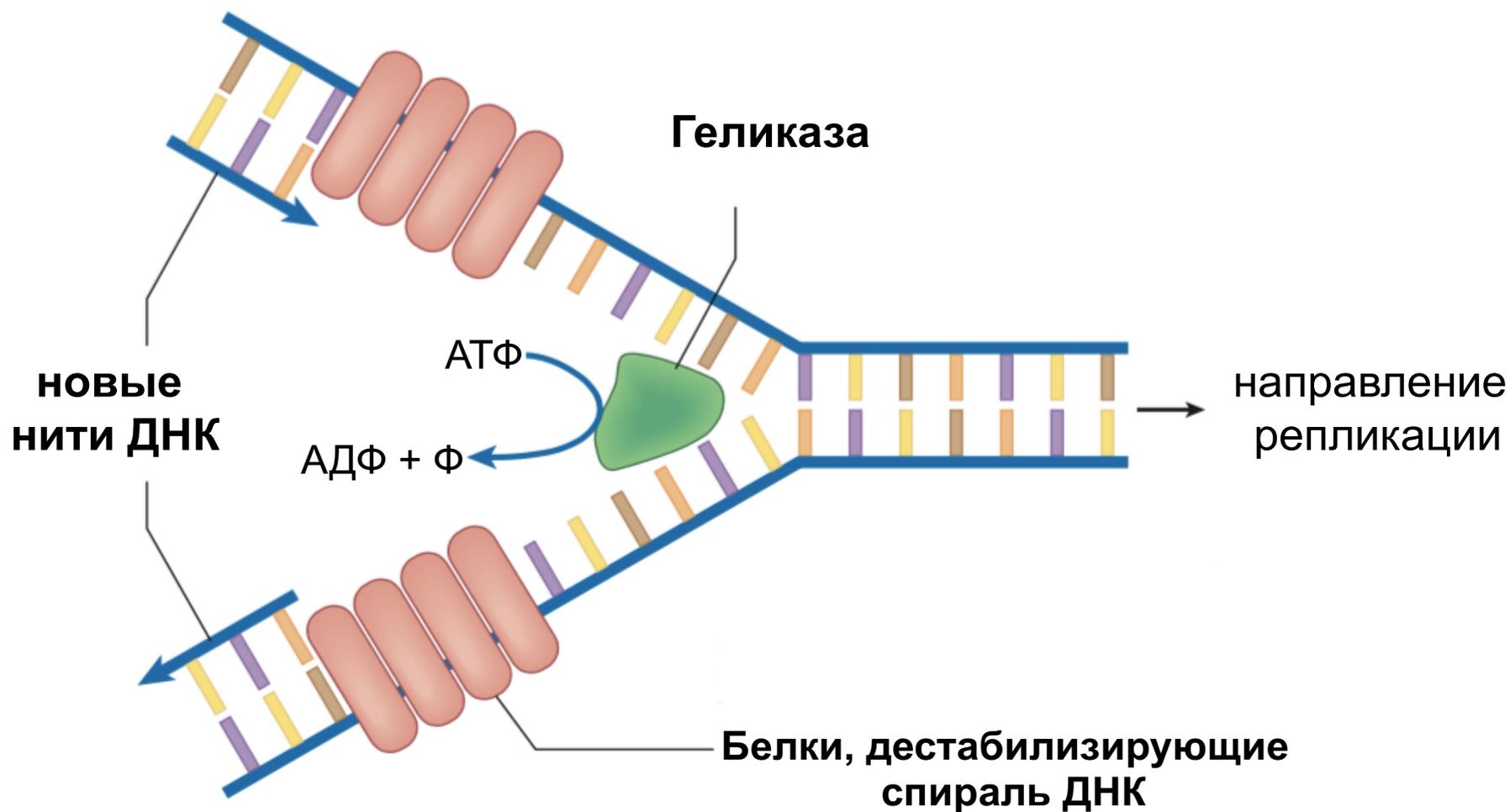
Синтез дочерней цепи ДНК путём последовательного встраивания нуклеотидов, комплементарных материнской цепи ДНК:



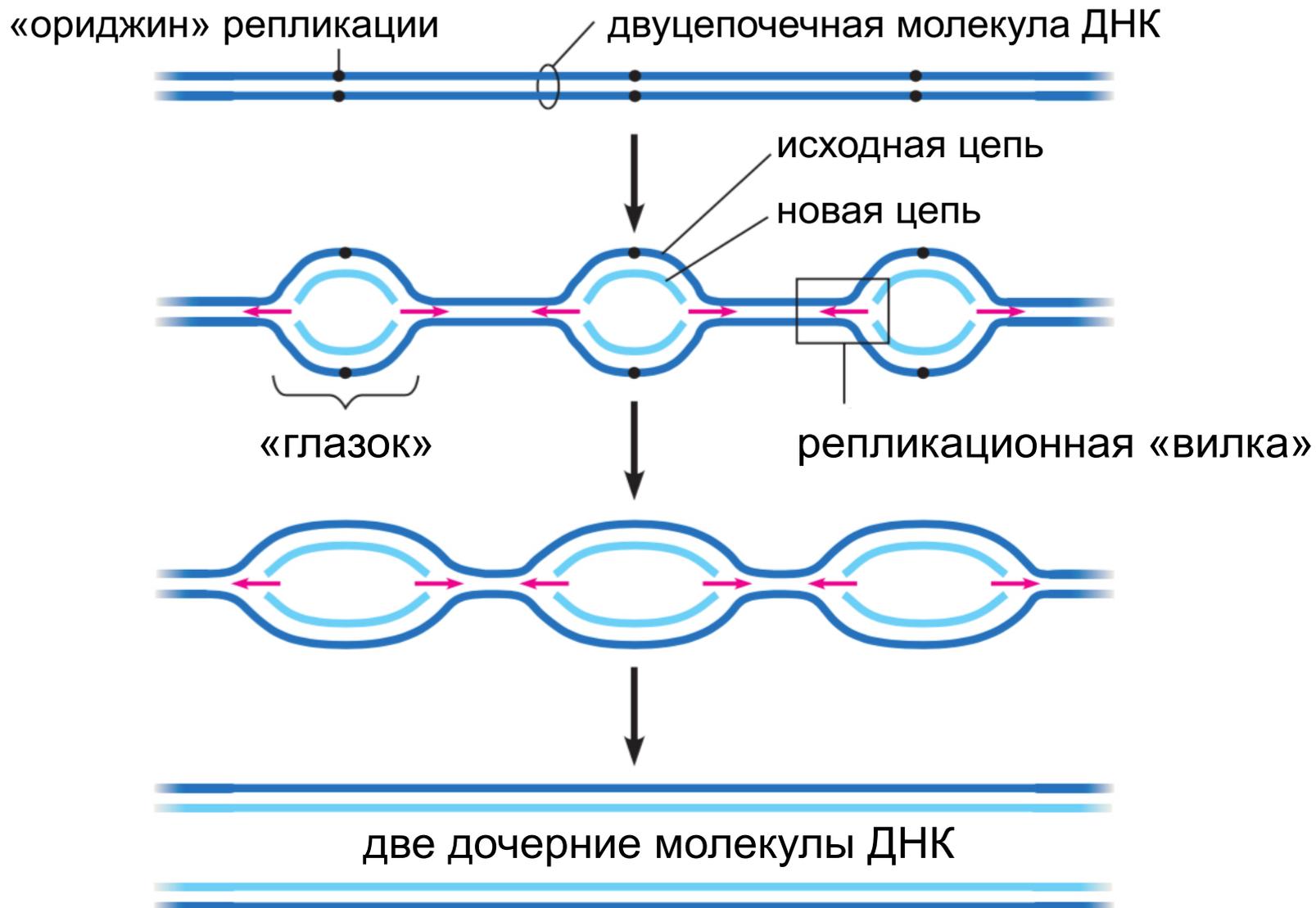
# Репликация – образование копии цепей ДНК



# Репликация – образование копии цепей ДНК

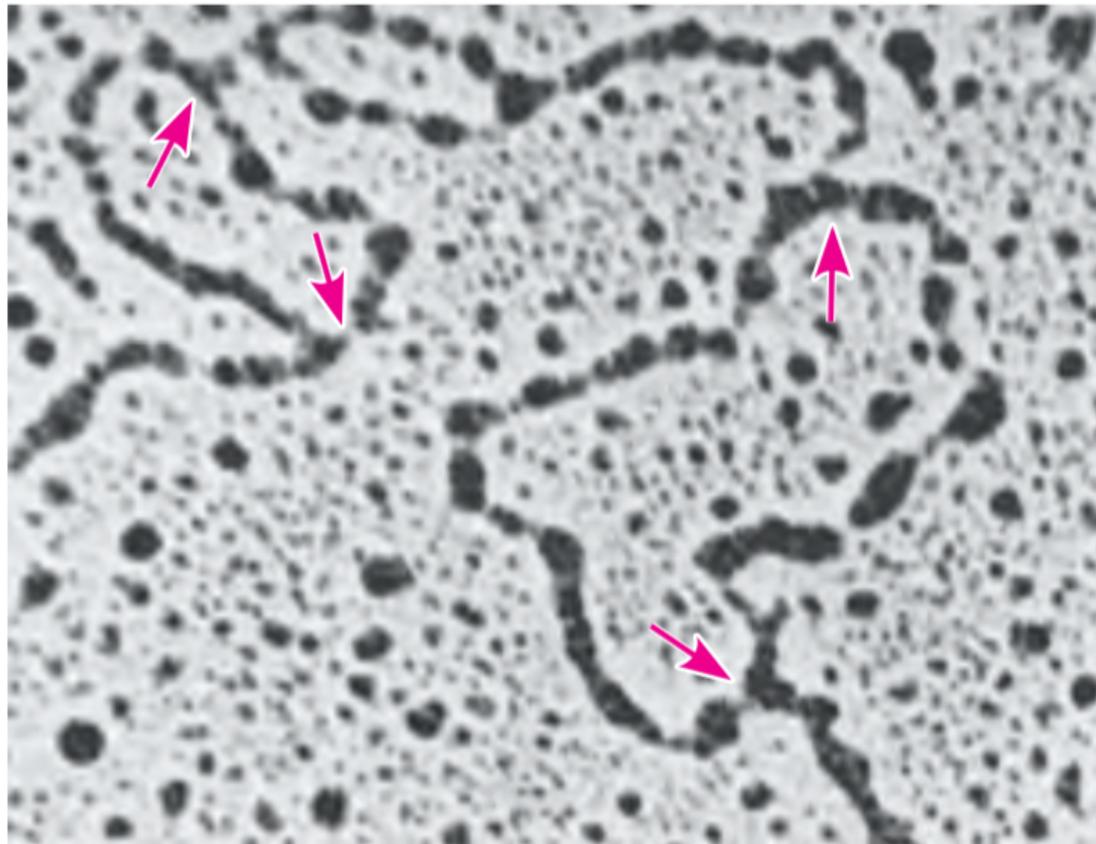


# Репликация: ориджины репликации



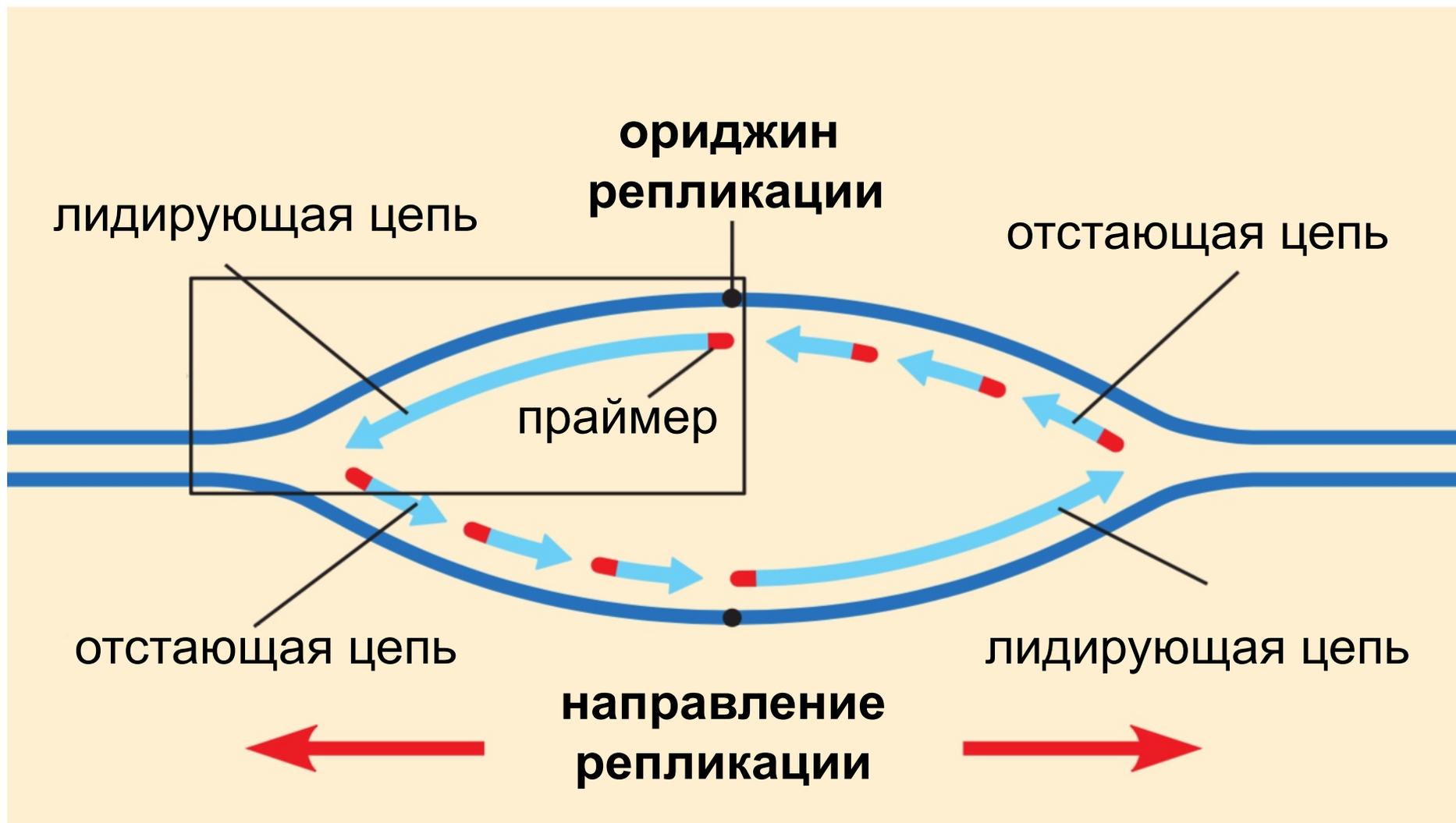
# Репликация – образование копии цепей ДНК

Процесс репликации идёт во многих участках ДНК одновременно:

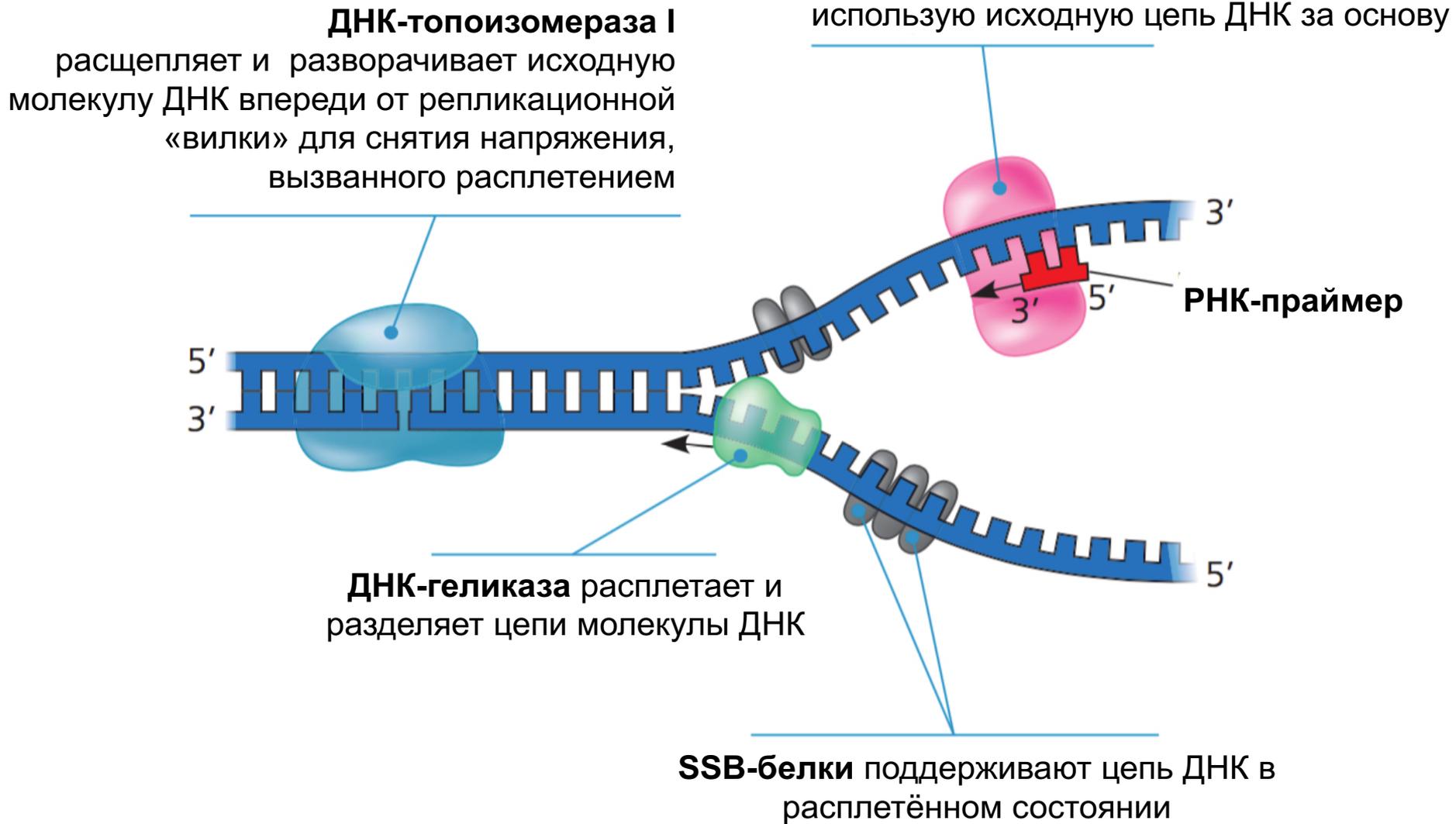


0.25  $\mu\text{m}$

# Репликация – образование копии цепей ДНК

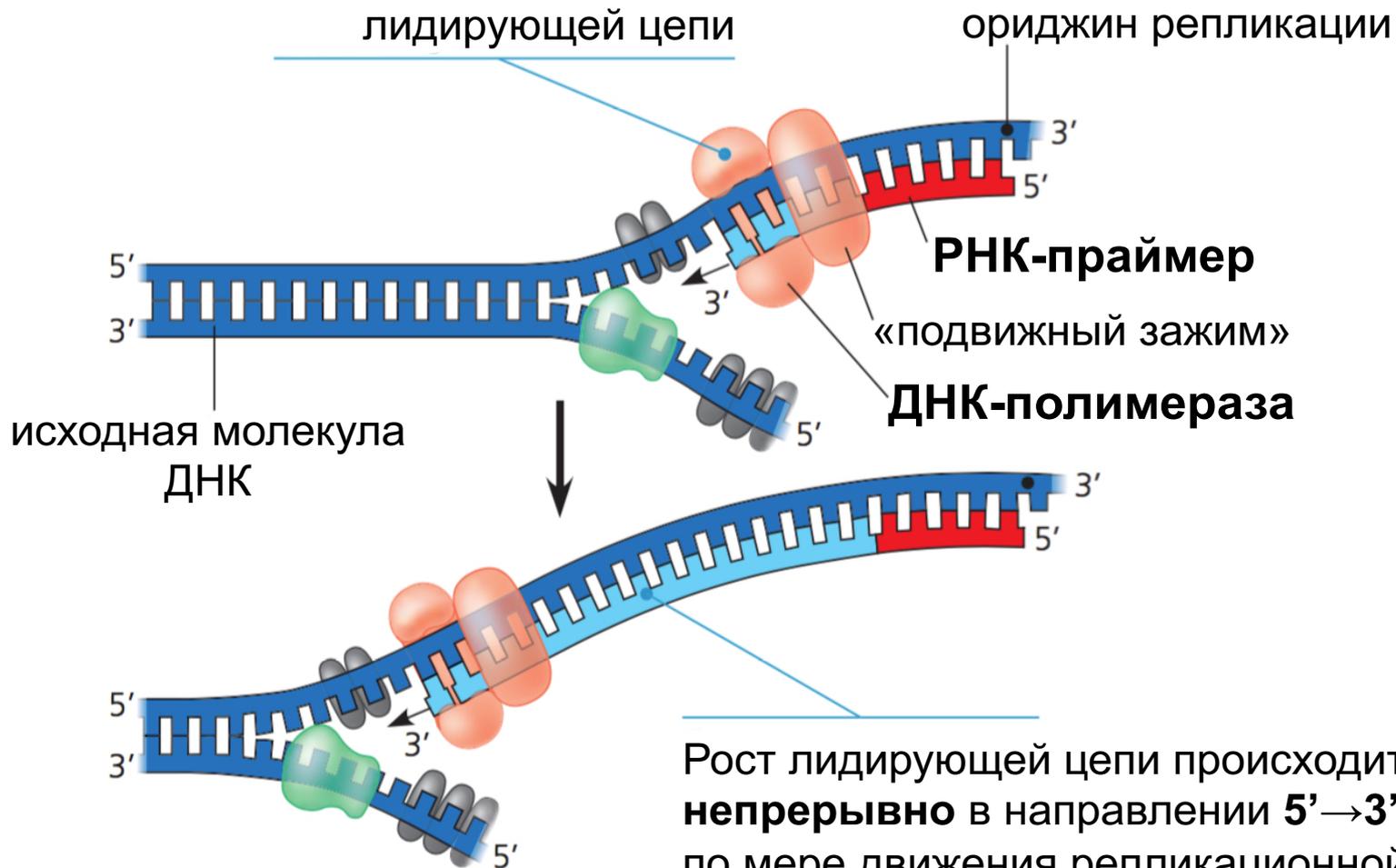


# Фаза инициации: ключевые белки



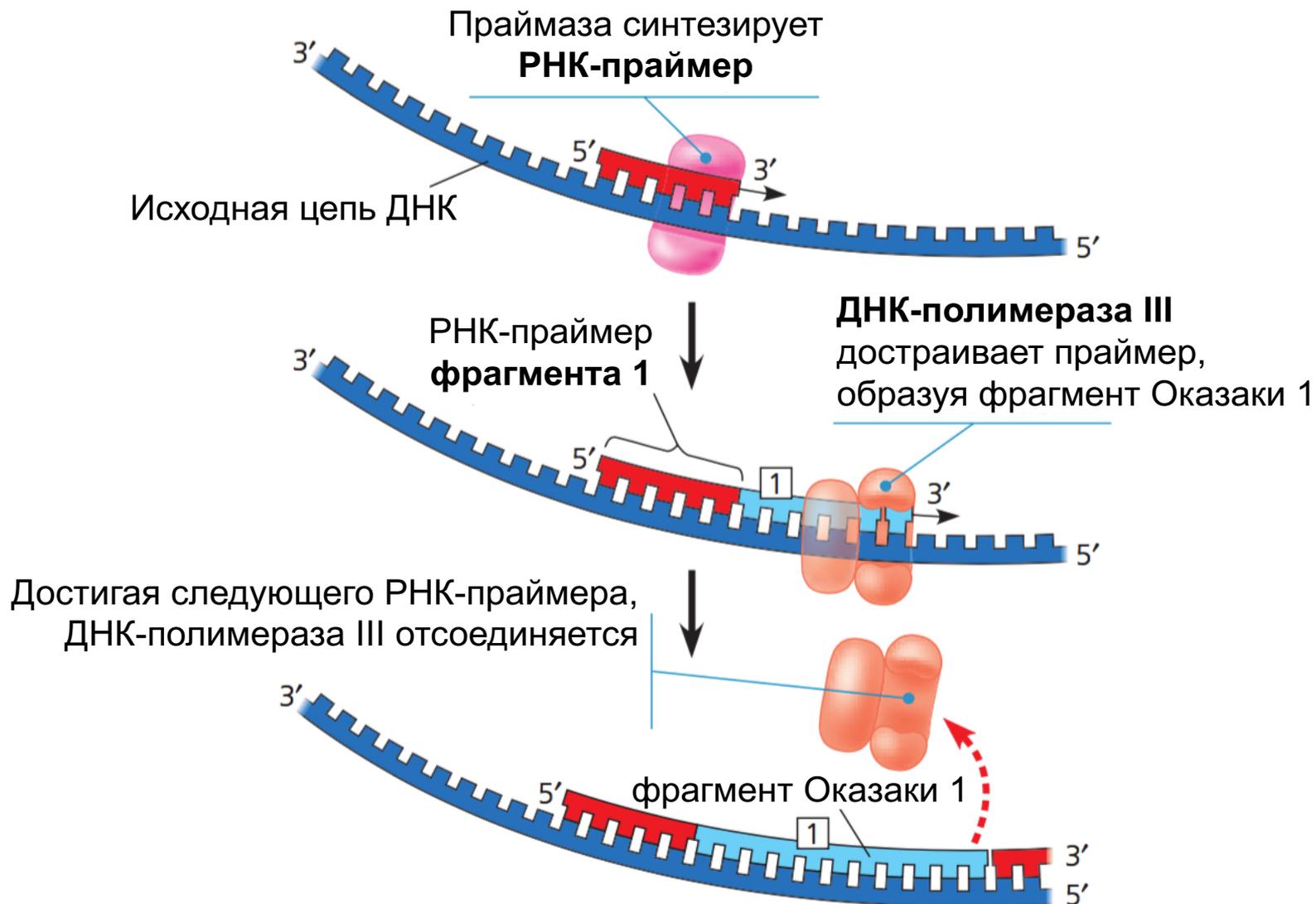
# Фаза элонгации: синтез лидирующей цепи

После формирования РНК-праймера  
**ДНК-полимераза** приступает к синтезу  
лидирующей цепи

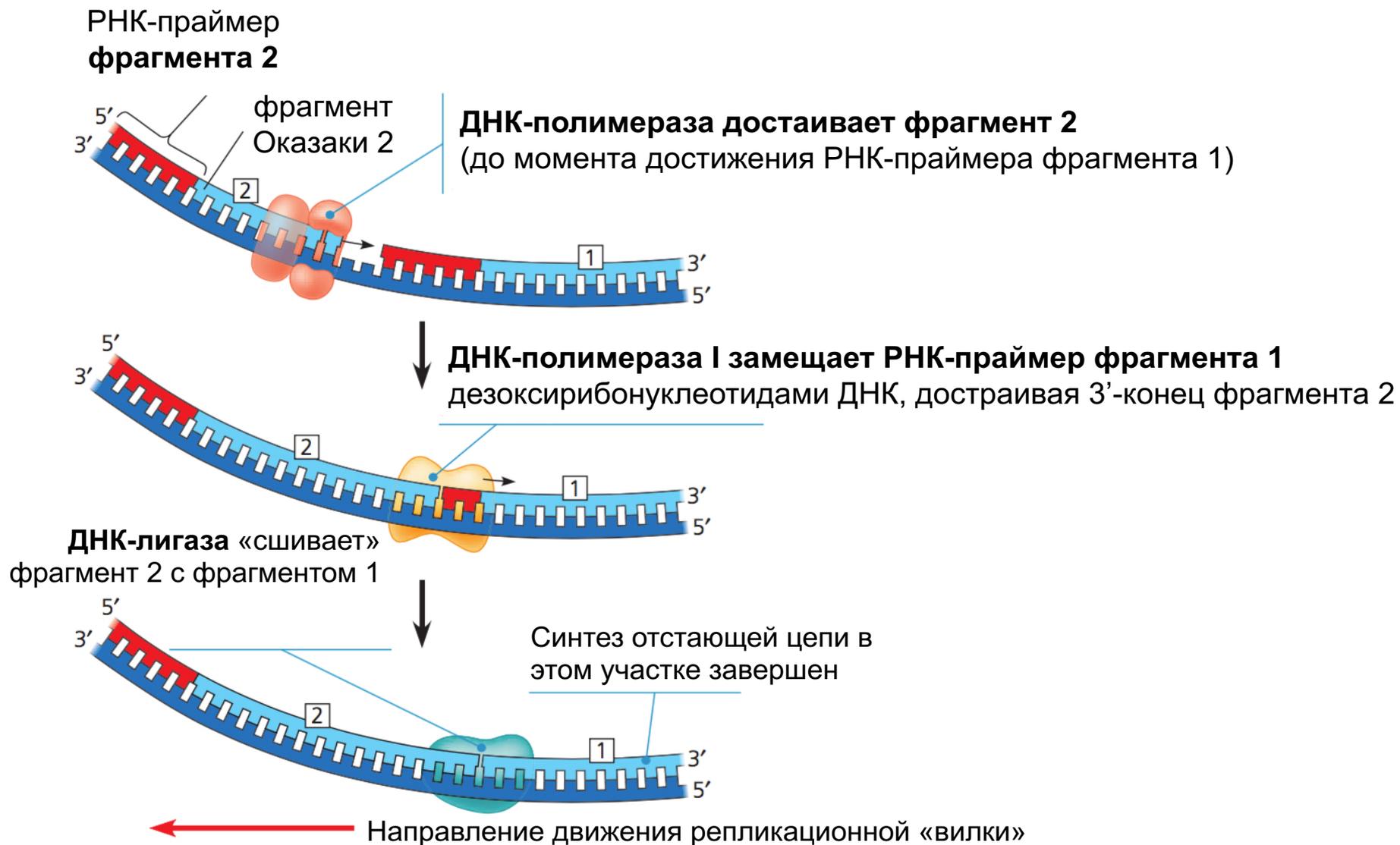


Рост лидирующей цепи происходит  
**непрерывно** в направлении **5'→3'**  
по мере движения репликационной  
«вилки»

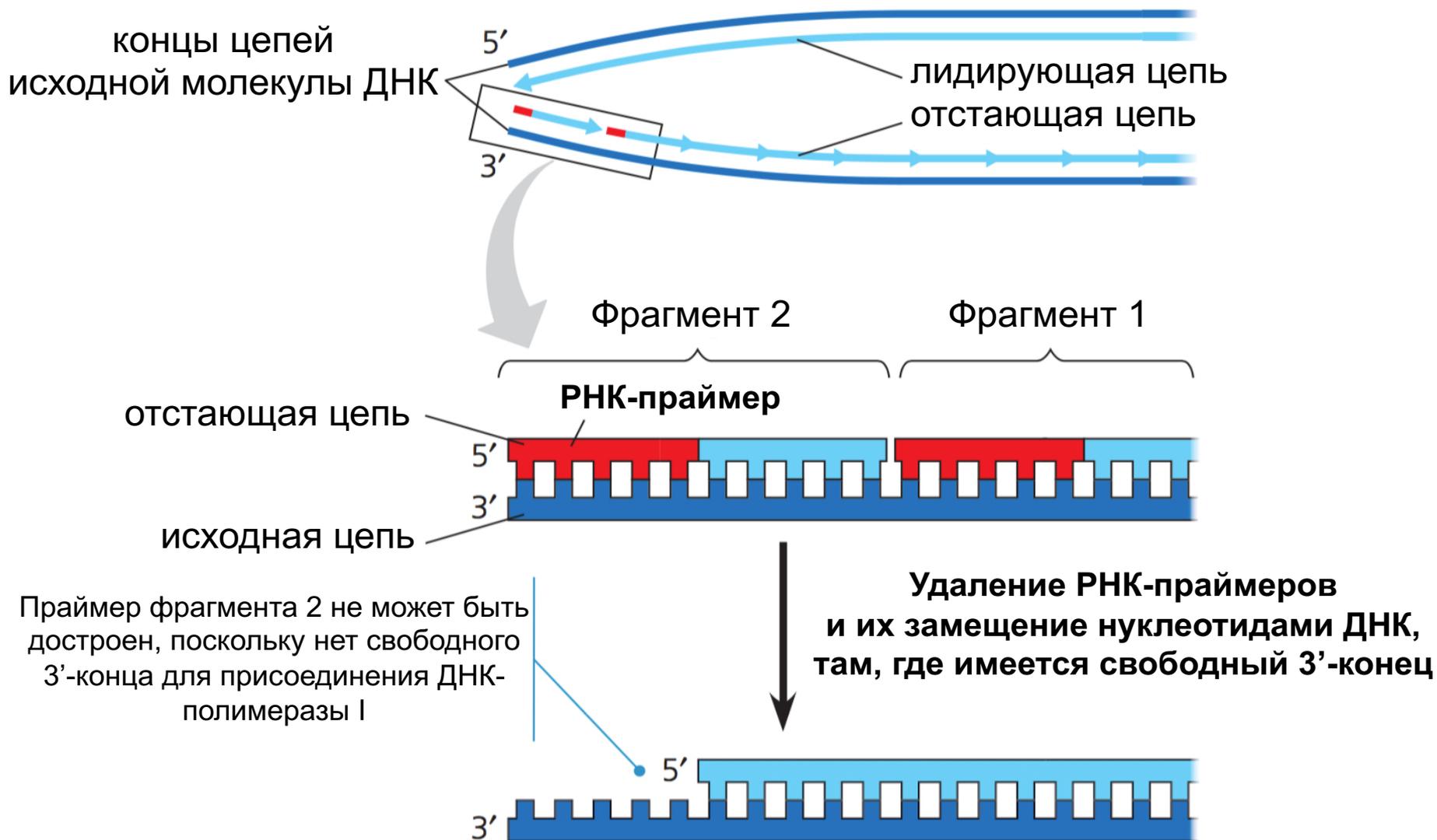
# Фаза элонгации: синтез отстающей цепи



# Фаза элонгации: синтез отстающей цепи



# Репликация: механизм укорочения цепей ДНК



# Репликация: механизм укорочения цепей ДНК

