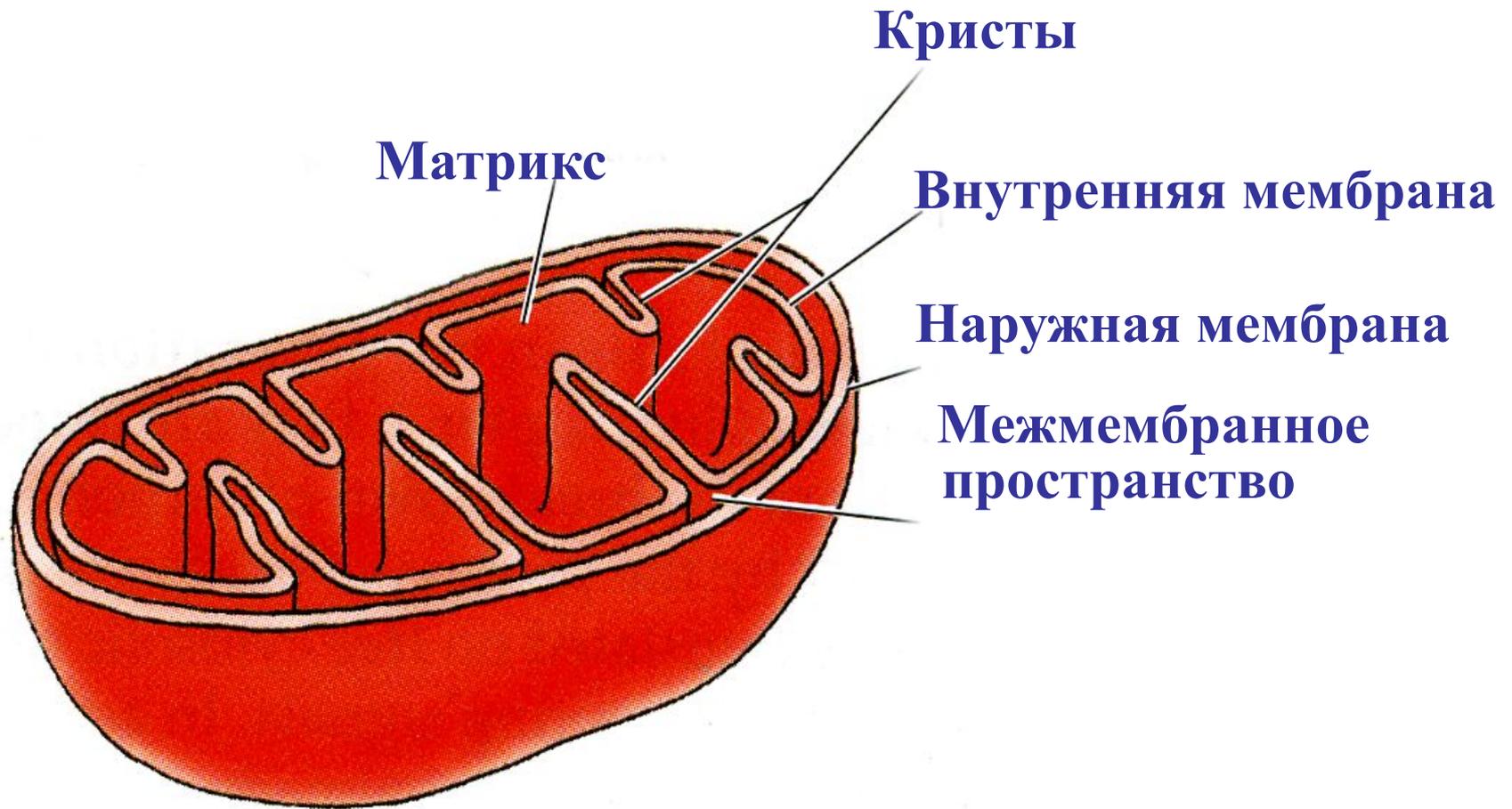


На занятии рассматриваются следующие вопросы:

- митохондрии;
- биологическая роль системы энергообеспечения;
- биологическая роль каркасно-двигательной системы;
- цитоскелет.

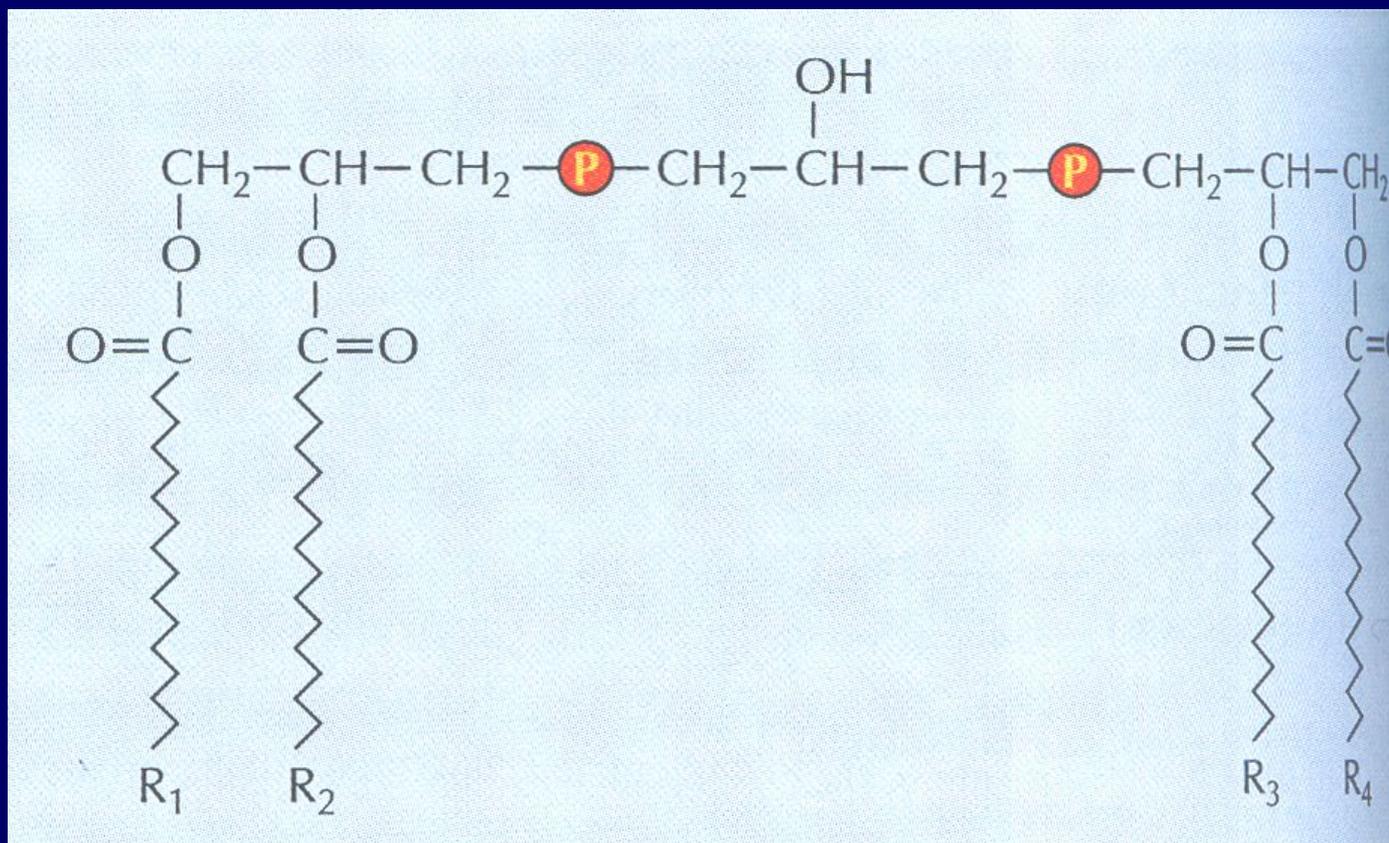


Митохондрия



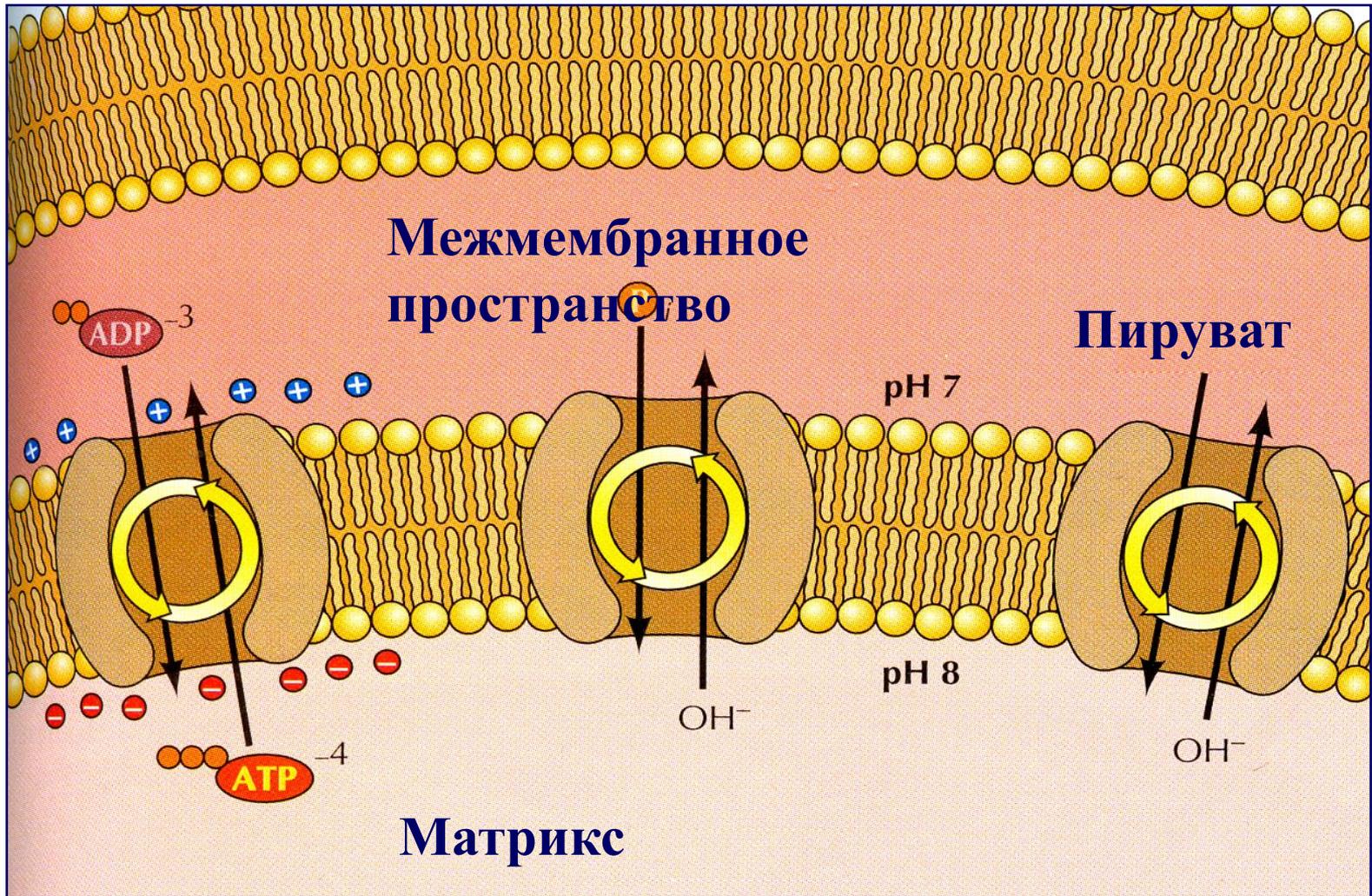
Структура митохондрий

Толщина митохондрий относительно постоянна (около 0,5 мкм), а длина колеблется, от 7 мкм до 60 мкм.

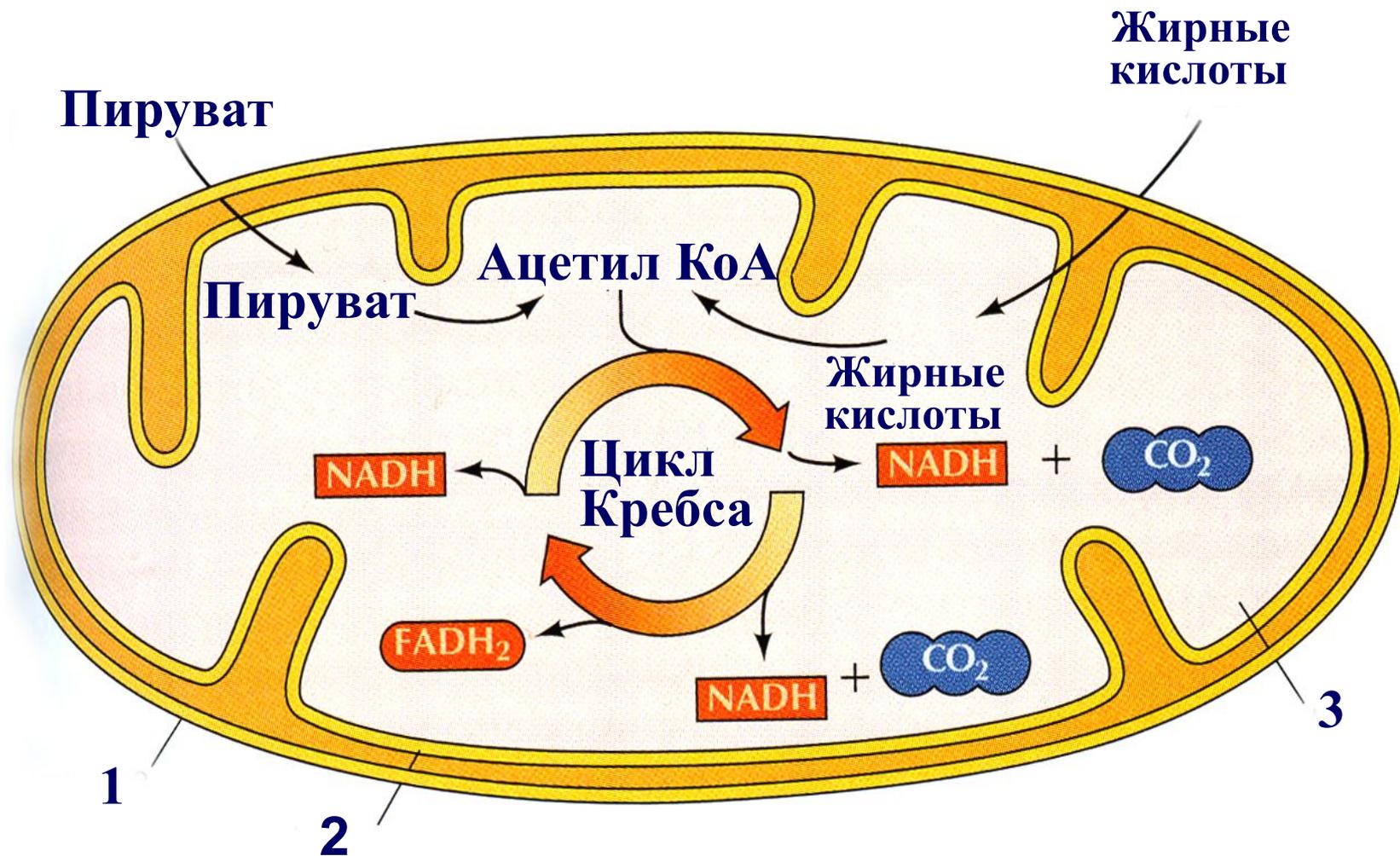


Структура кардиолипина

Митохондриальная ДНК имеет кольцевую форму. Она кодирует лишь 5 % всех белков митохондрий. Остальные 95 % митохондриальных белков кодируются ядерной ДНК и синтезируются на свободных рибосомах в цитоплазме клетки, откуда они транспортируются в митохондрии.

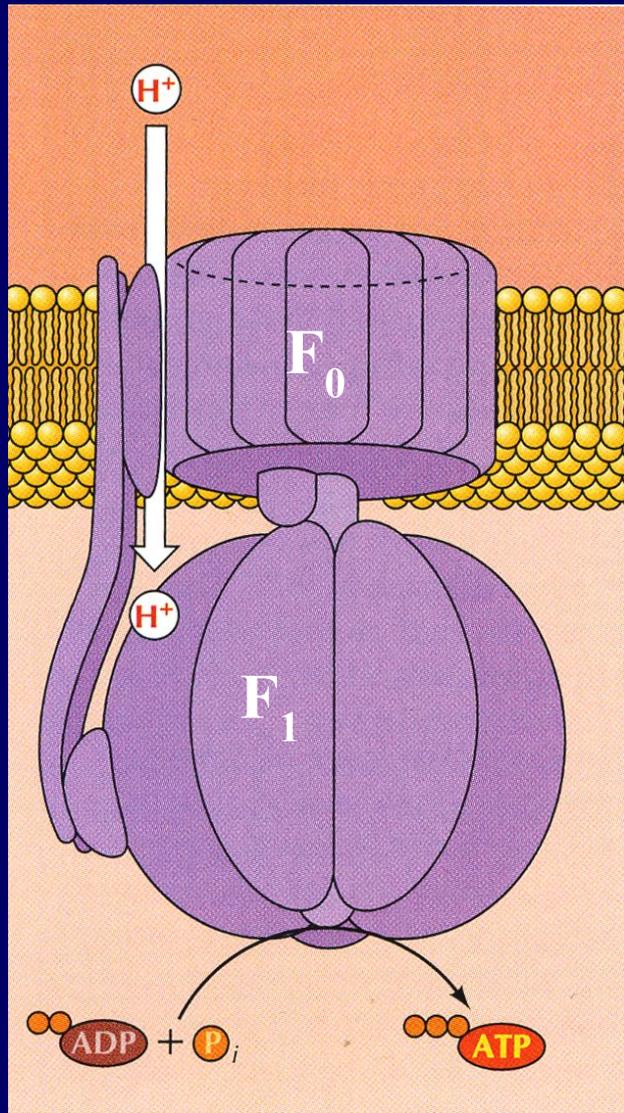


Транспорт метаболитов через внутреннюю митохондриальную мембрану



Метаболизм в матриксе митохондрий

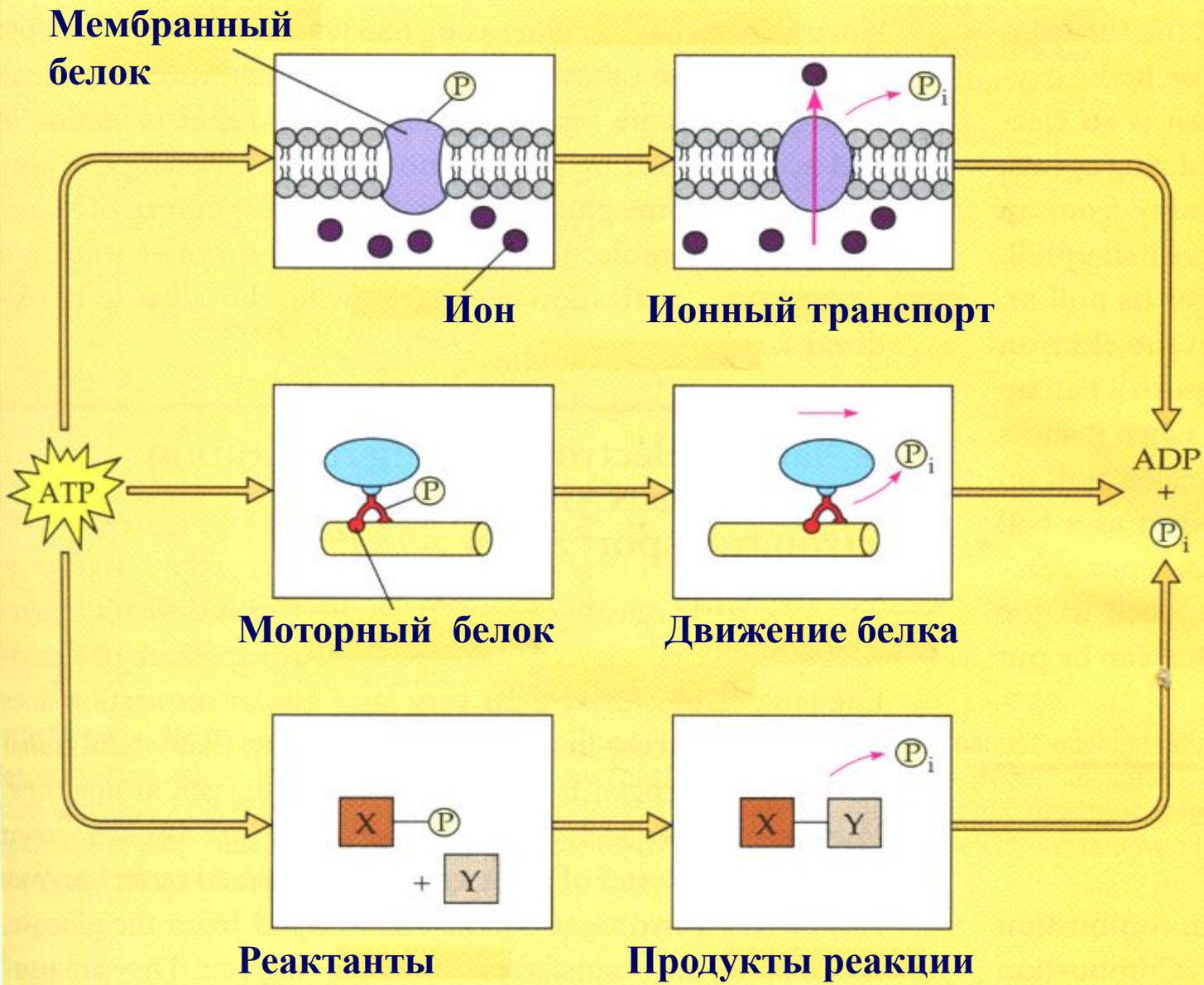
1- наружная мембрана; 2- внутренняя мембрана; 3- матрикс



Структура АТФ синтетазы

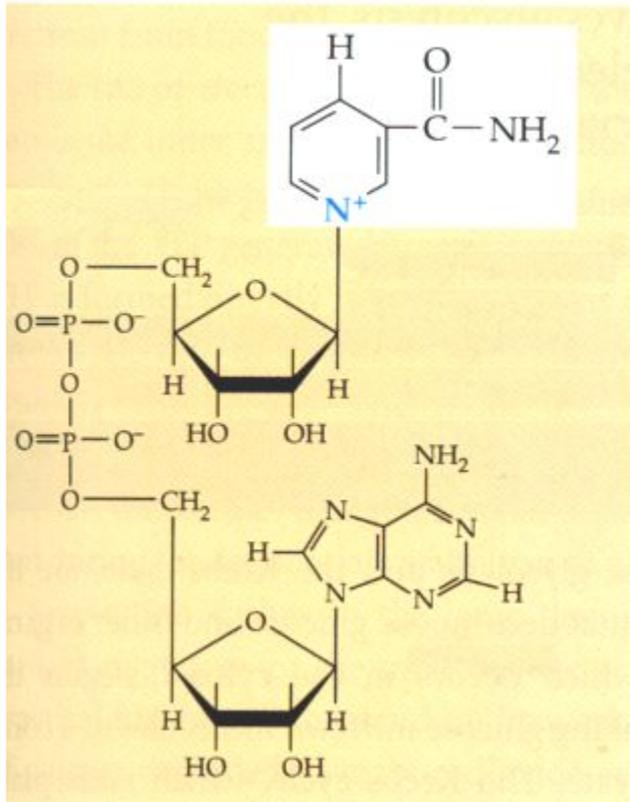
Клетки получают энергию из внешней среды в различных формах, однако накапливают и используют ее в основном в одной форме – в виде аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ).

Энергия, высвобождающаяся при гидролизе АТФ (обычно до стадии АДФ), расходуется клеткой для совершения всех видов работ: биологического синтеза сложных органических соединений, транспорта веществ, движения (включая мышечное сокращение) и др.

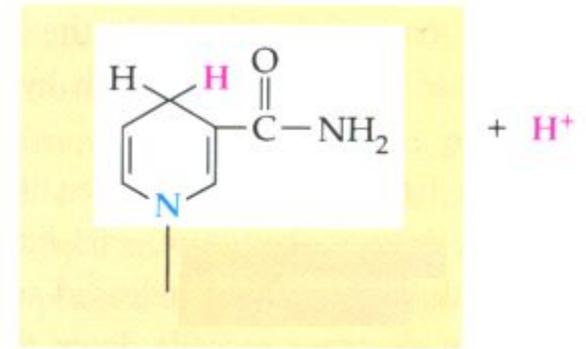


Конкретные механизмы использования АТФ для совершения всех этих работ связаны с переносом с помощью ферментов *киназ* концевых фосфатных групп АТФ на другие молекулы-акцепторы. В результате образуются фосфорилированные продукты, способные активно участвовать в других химических реакциях, либо выполнять работу.

При полном биологическом окислении перенос электронов с глюкозы на кислород осуществляется через ряд промежуточных реакций, сопровождающихся выделением лишь небольшого количества энергии. В цепи этих реакций атомы водорода (электроны вместе с протонами) с помощью специальных ферментов - *дегидрогеназ*, отнимаются от глюкозы и продуктов ее метаболизма и переносятся на первичные акцепторы и переносчики электронов и водорода *никотинамидадениндинуклеотид (НАД)* и реже - на *флавинадениндинуклеотид (ФАД)*.



Окисленная форма

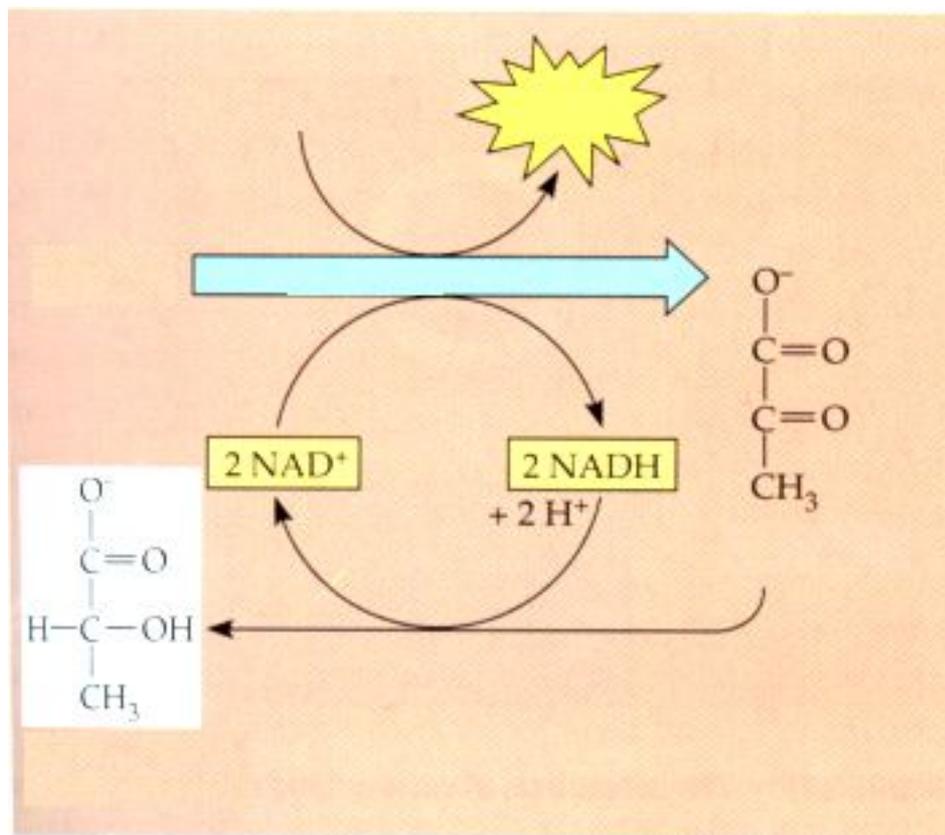


Восстановленная форма

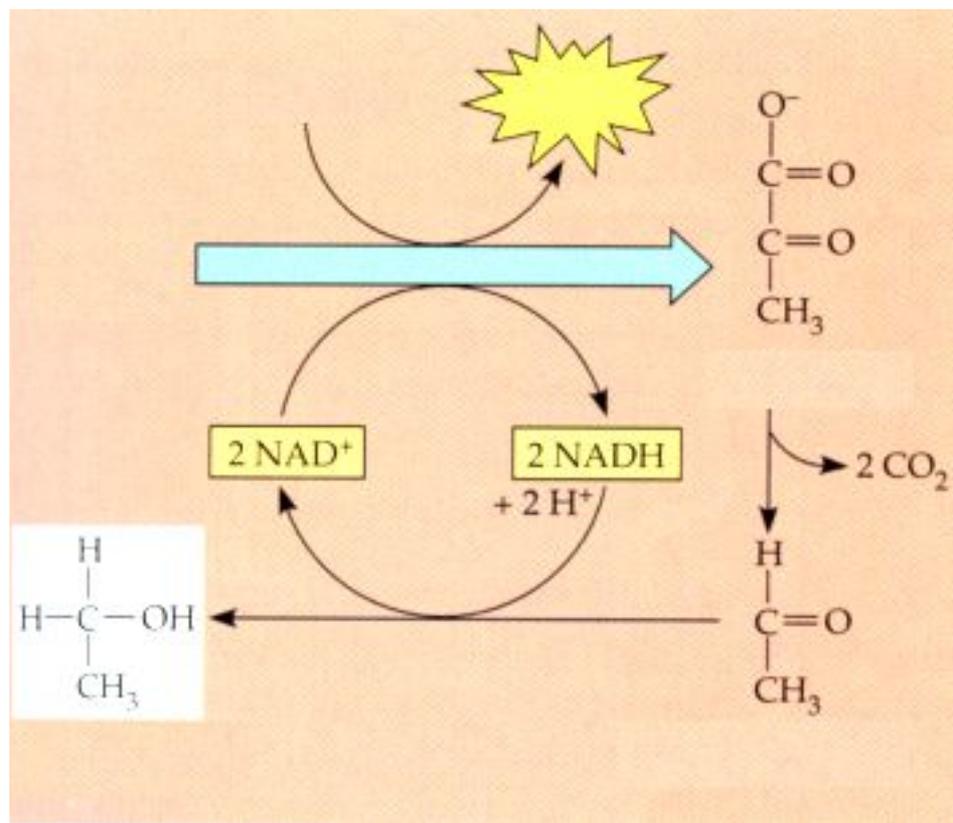
Восстановленные молекулы НАДН₂ и ФАДН₂ служат резервуарами высокоэнергетических электронов, при передаче которых на кислород освобождается энергия для синтеза АТФ. Этот процесс осуществляется при участии цепи переноса электронов, встроенной во внутреннюю мембрану митохондрий.

Суммарное уравнение гликолиза:





Молочнокислое брожение



Спиртовое брожение

Клеточное дыхание включает три группы реакций.

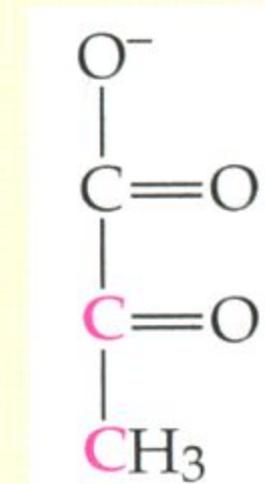
1.Образование ацетилкофермента А.

2.Цикл трикарбоновых кислот.

3.Перенос электронов по дыхательной цепи и окислительное фосфорилирование.

Цитозоль

Митохондрия



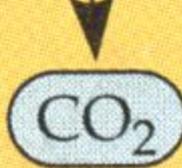
Пируват



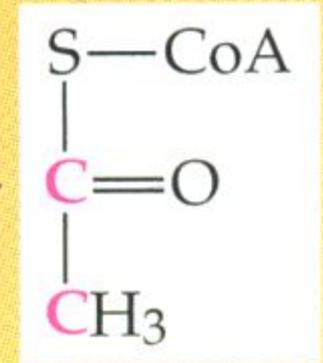
1

2

3



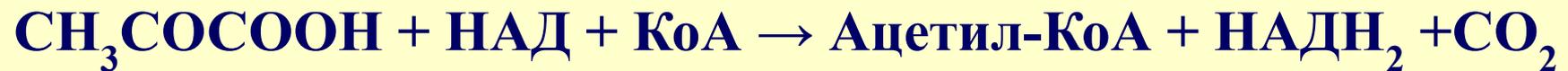
КоА

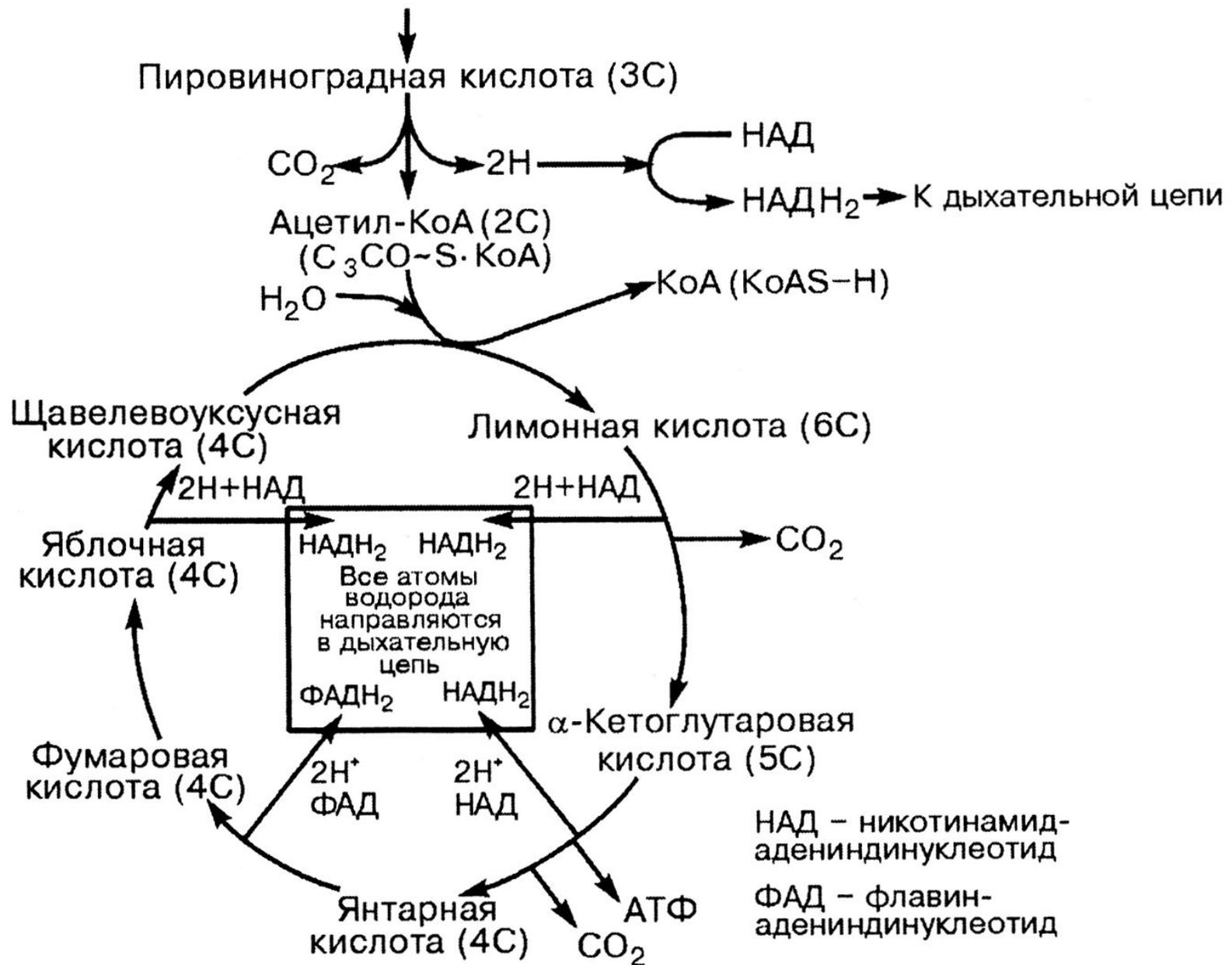


Ацетил КоА

Образование ацетилкофермента А

Окисление молекулы пирувата сопровождается восстановлением молекулы НАД до НАДН₂ и образованием молекулы диоксида углерода по уравнению :

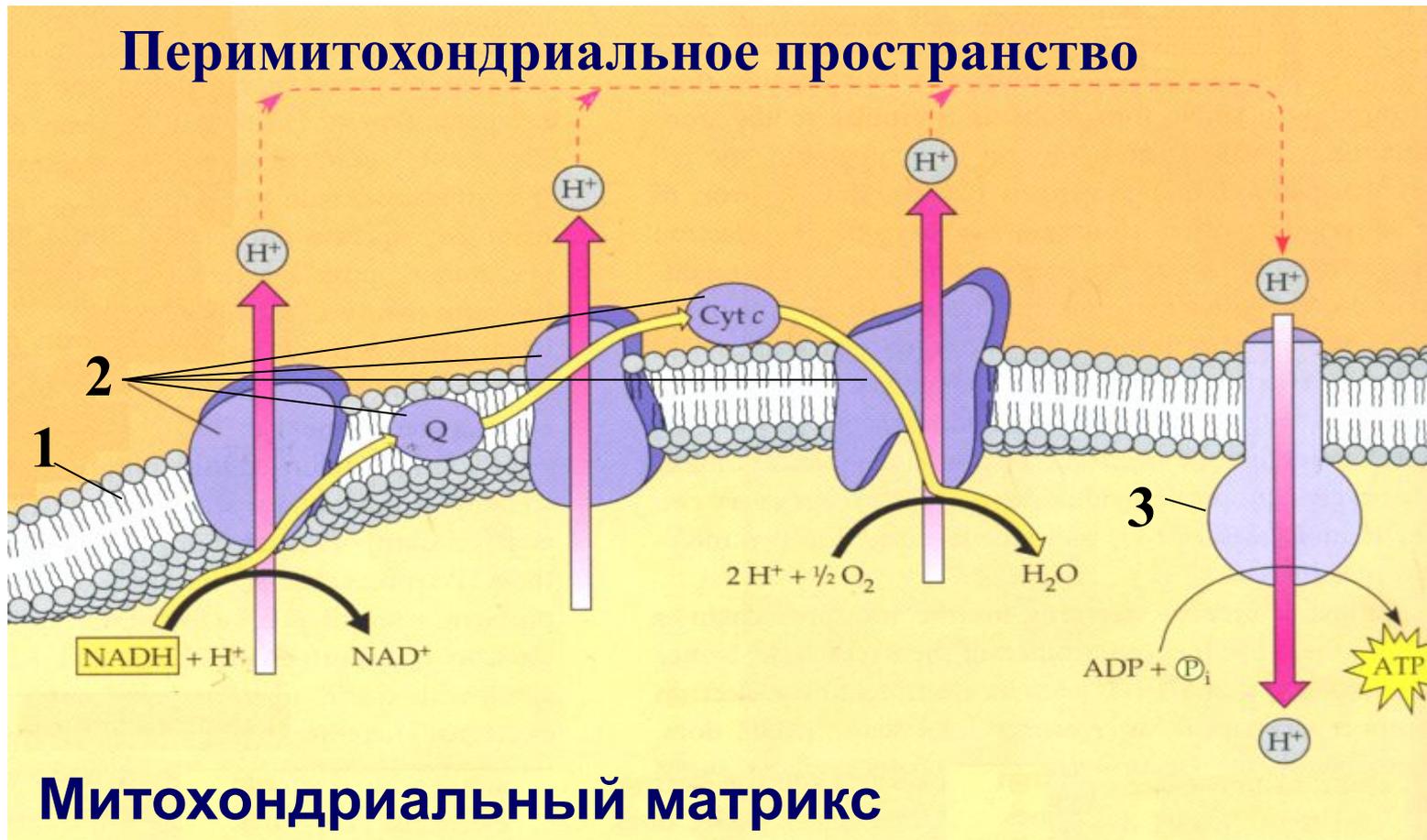




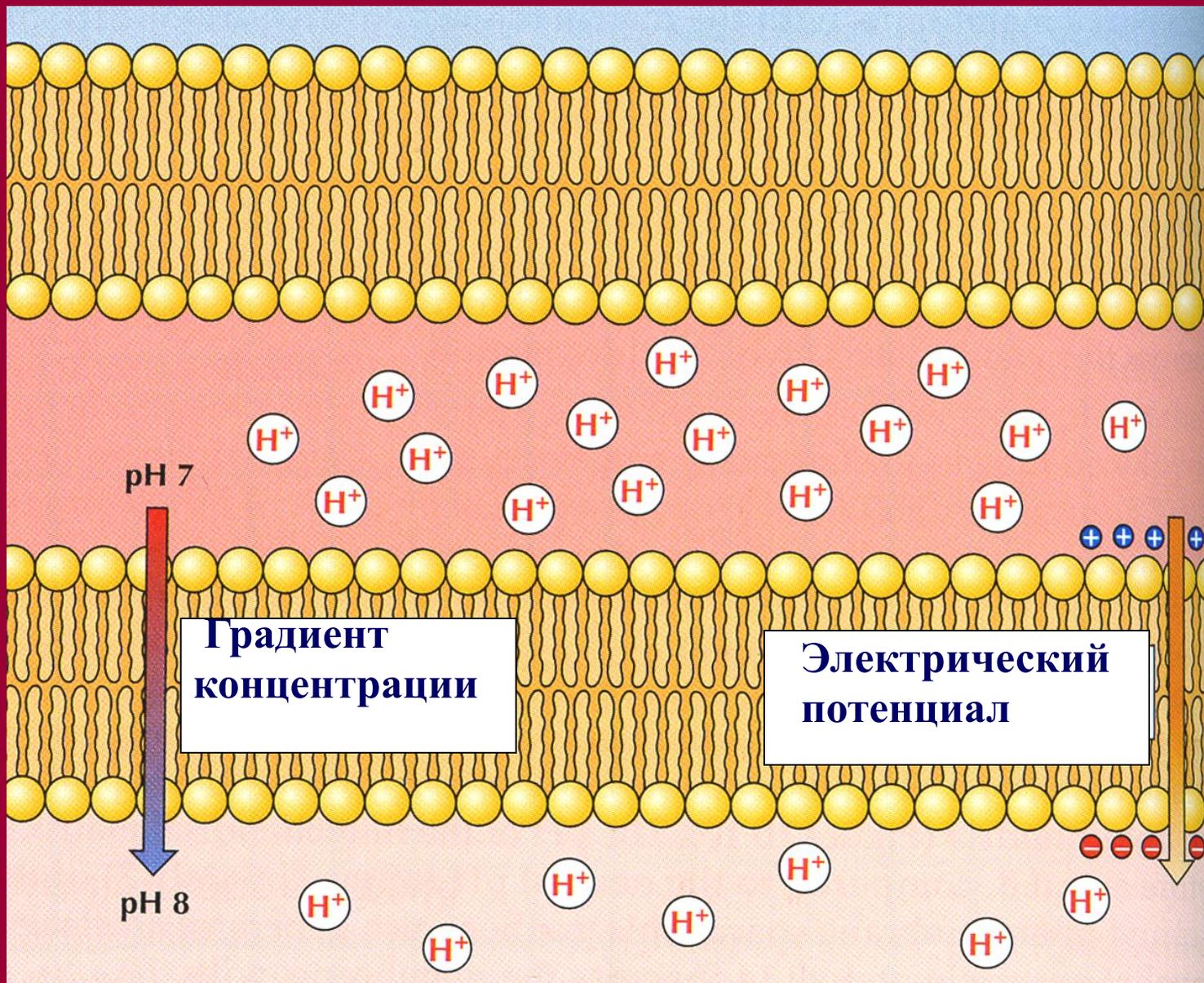
Упрощенная схема Цикла Кребса

Итоговое уравнение окислительно-восстановительных реакций в цикле Кребса имеет следующее выражение:

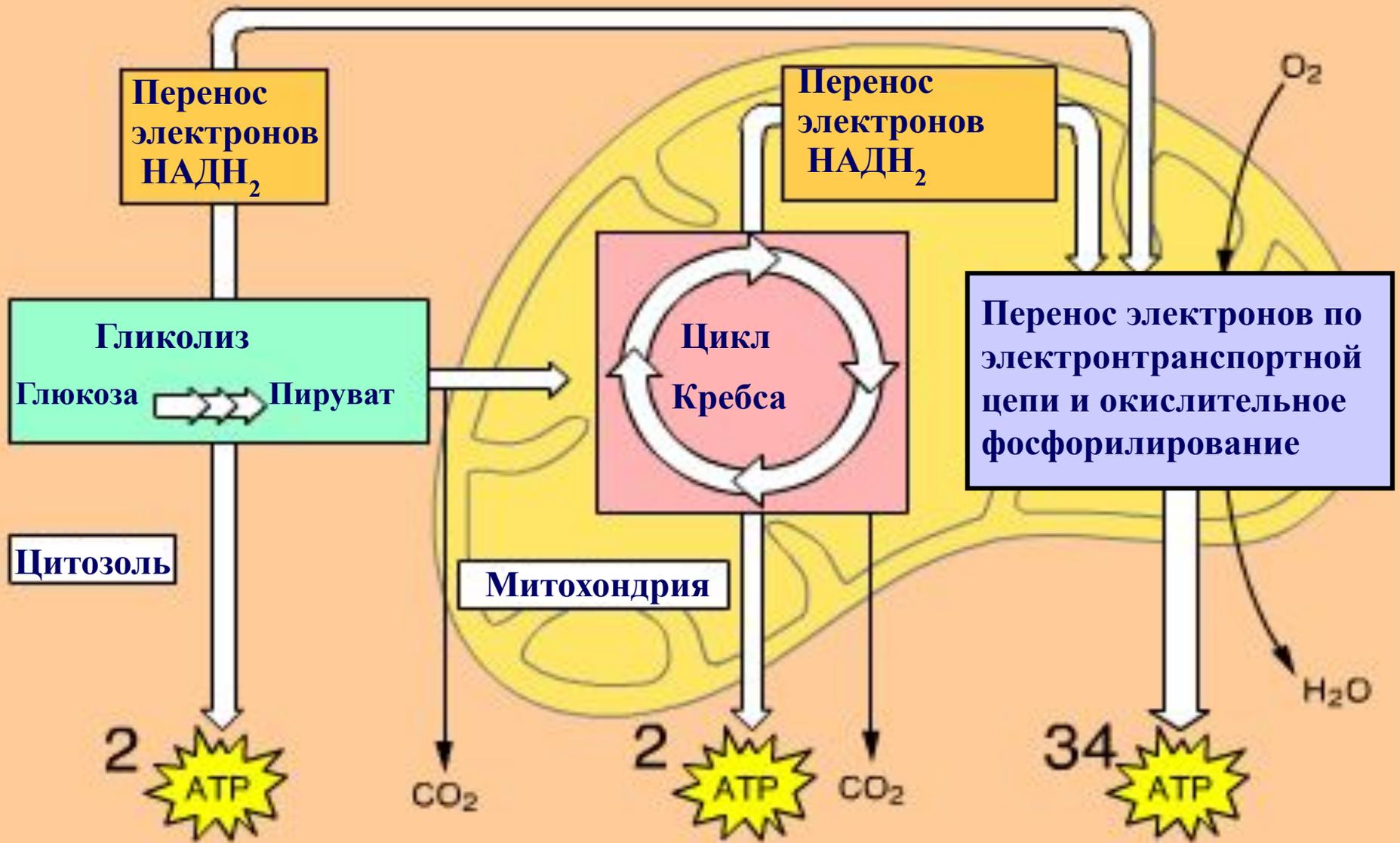




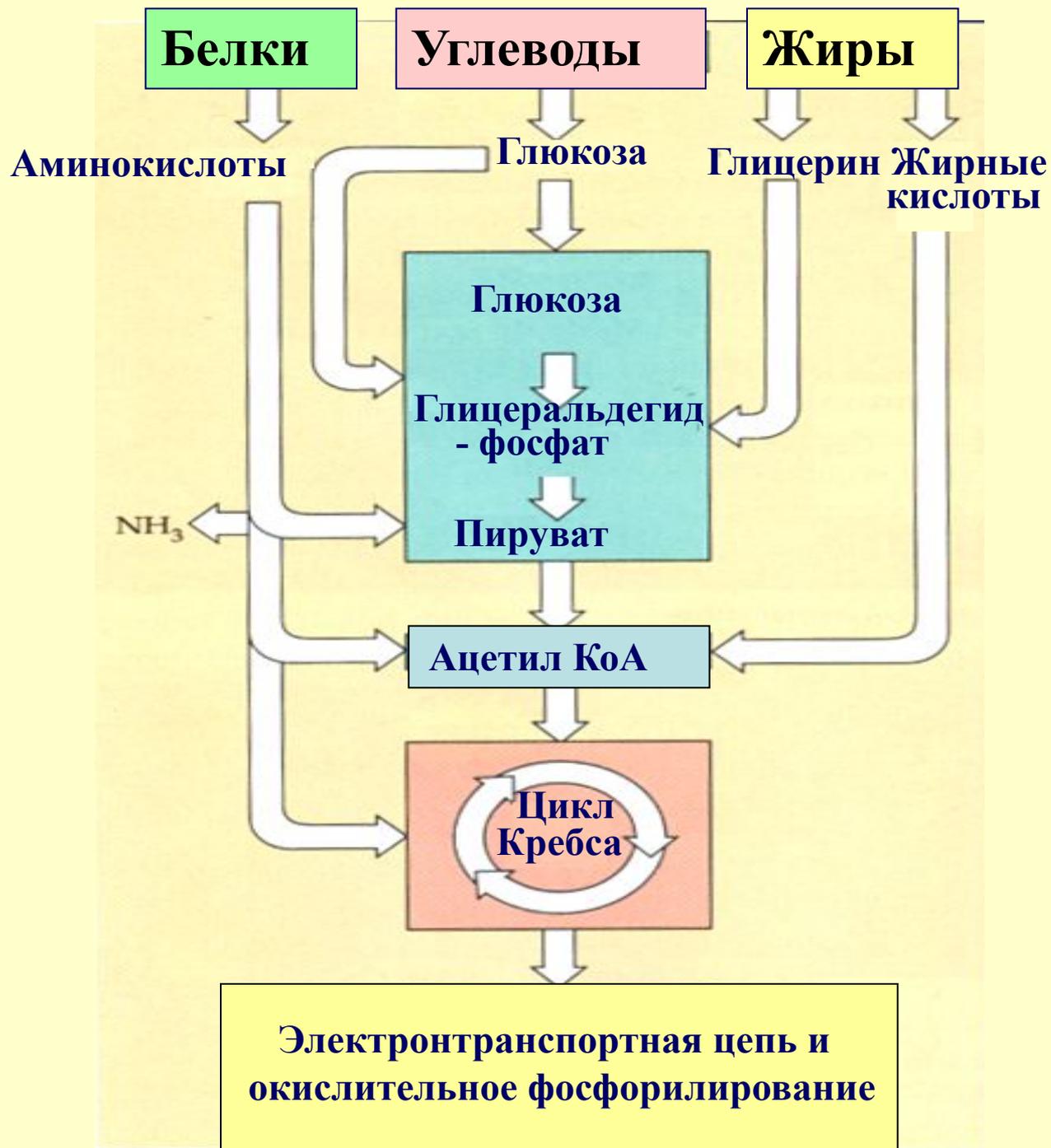
Перенос электронов и окислительное фосфорилирование
1-внутренняя мембрана; 2-электронтранспортная цепь; 3-АТФ-синтетаза



Природа электрохимического протонного градианта

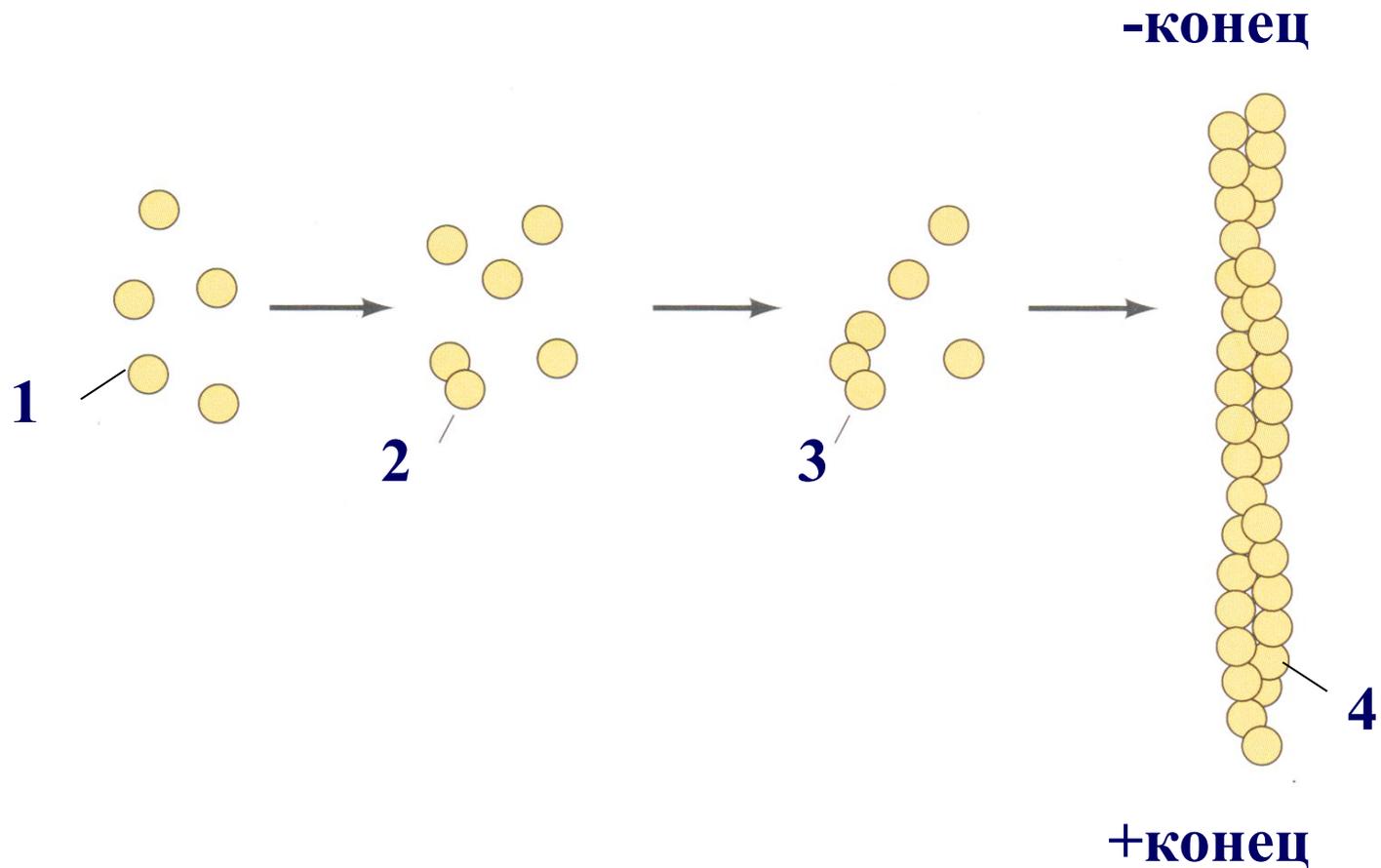


Общая схема клеточного дыхания



Каркасно–двигательная система (цитоскелет) клетки, образована тремя основными элементами: микрофиламентами, микротрубочками и промежуточными филаментами..

Микрофиламенты – тонкие фибриллы, диаметр которых составляет примерно 7 нм , а длина может достигать нескольких мкм, образованные белком – актином. На долю актина приходится более 10% всех белков клетки.



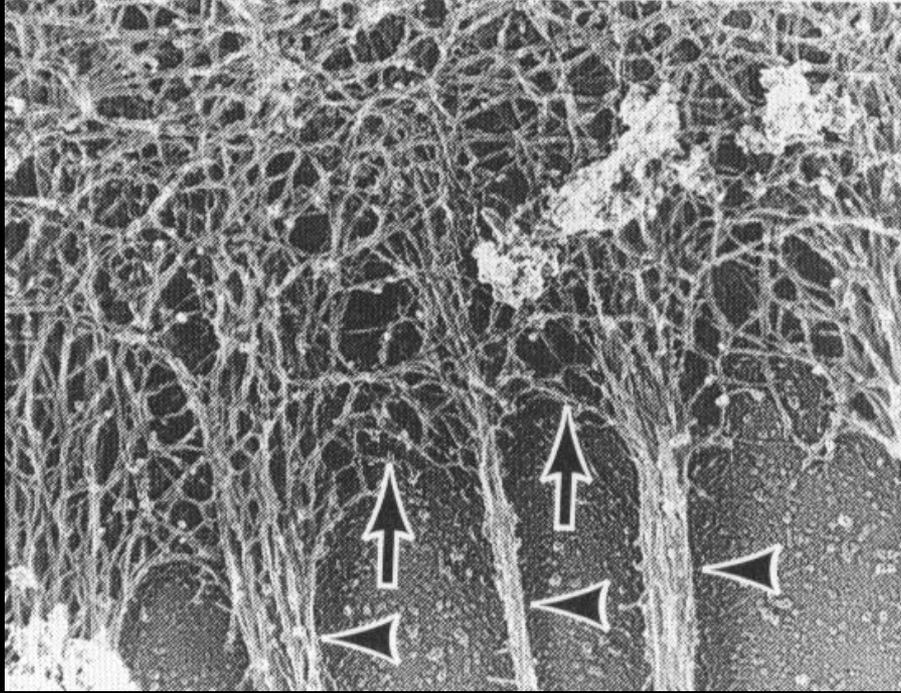
Образование и структура актиновых филаментов

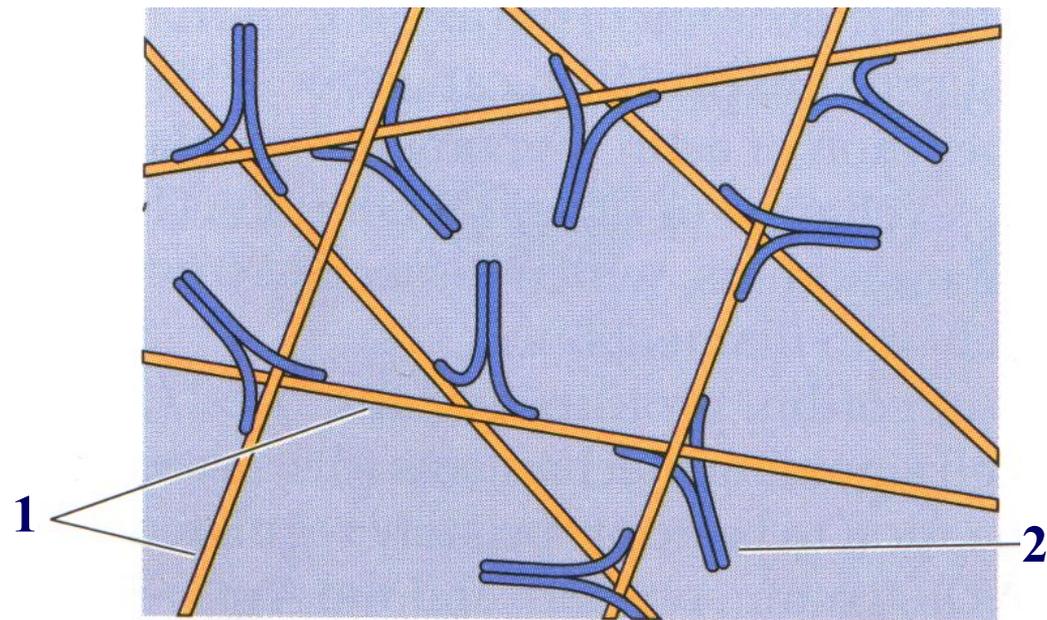
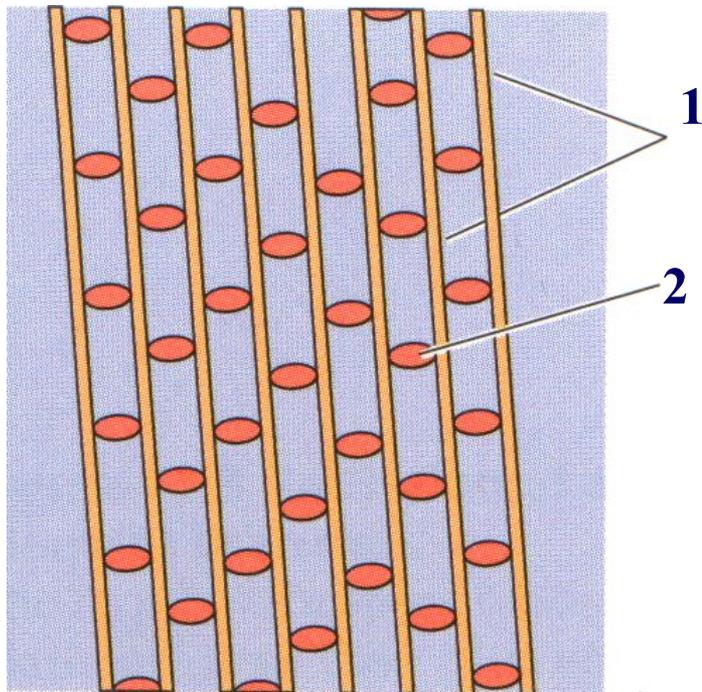
1- G актин; 2- актиновый димер; 3-актиновый тример; 4-актиновый филамент

Актиновый мономер полимеризуется с образованием актиновых димеров и актиновых тримеров. Дальнейший рост осуществляется путем присоединения актиновых мономеров к обоим концам актинового филамента.

В клетке микрофиламенты организованы в высокоупорядоченные структуры двух типов: актиновые пучки, состоящих из параллельно расположенных нитей, и актиновые сети

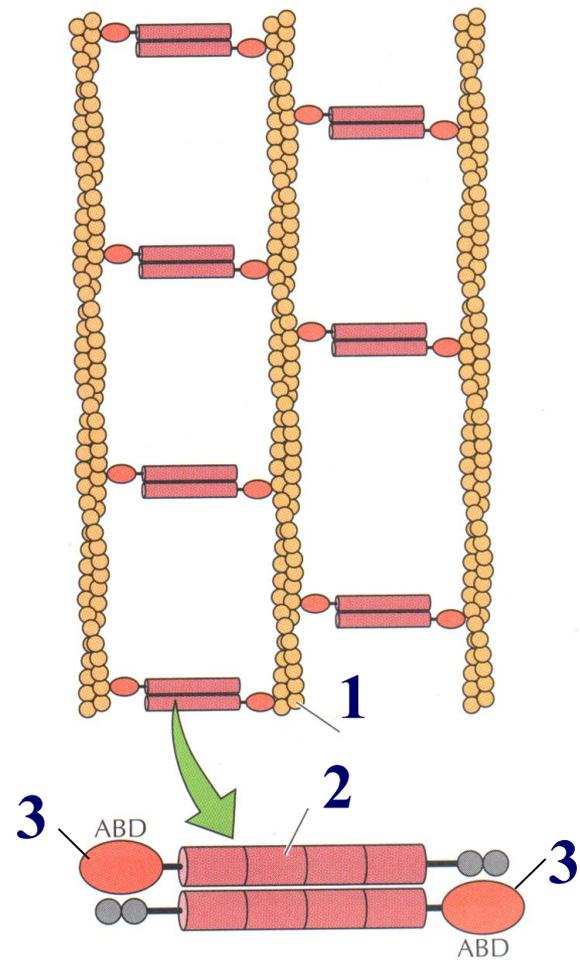
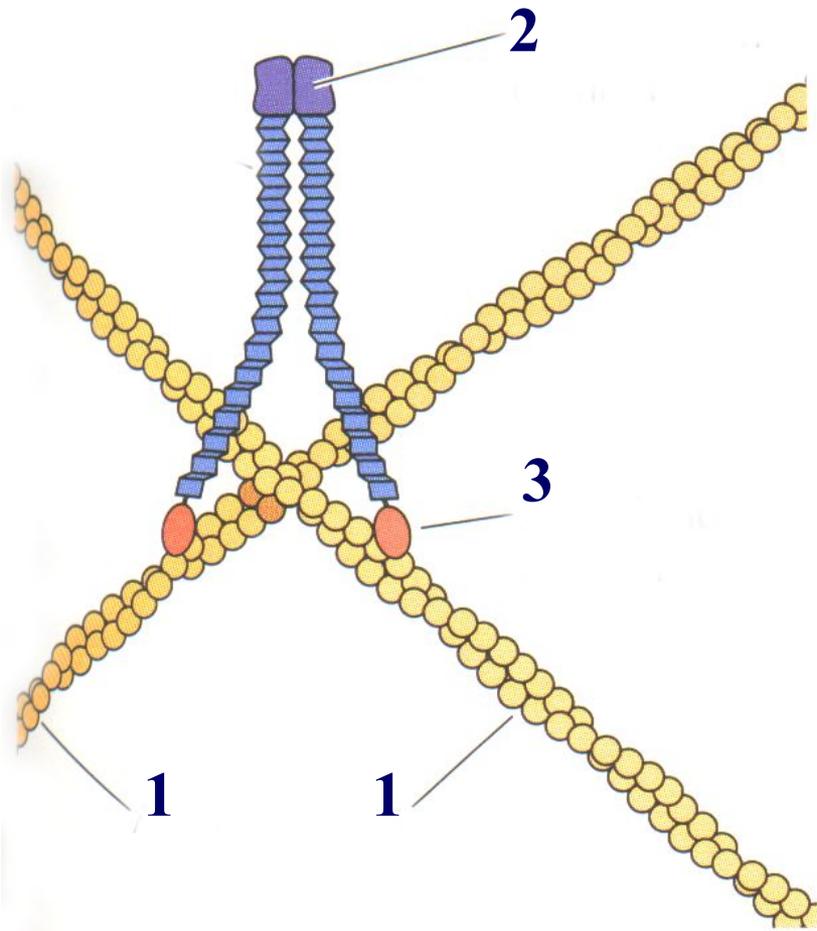
Образование актиновых пучков и актиновых сетей, и их связь с другими структурами клетки, например, плазматической мембраной, обеспечиваются различными актин - связывающими белками.





Строение актиновых пучков и актиновых сетей

1- актиновые филаменты; 2 – актин, связывающие белки

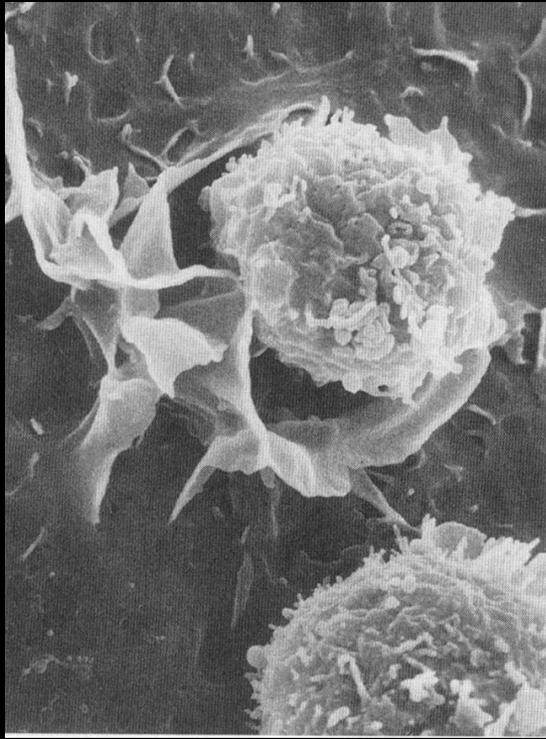


Актин - связывающие белки

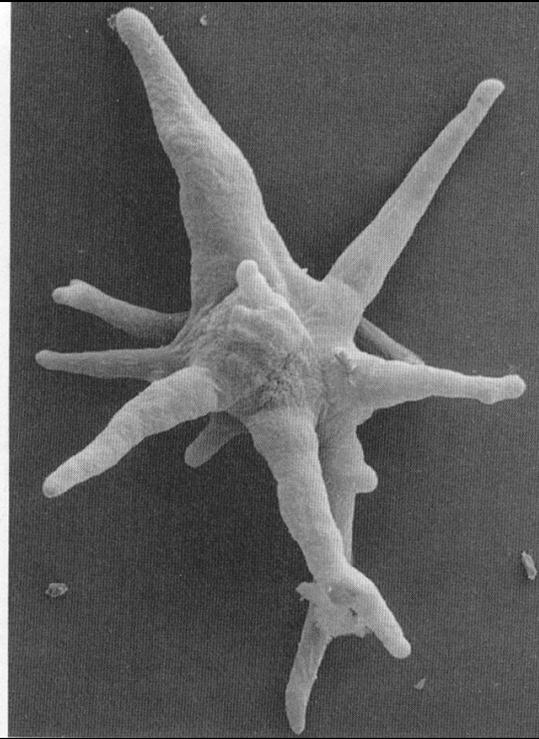
1- актиновые филаменты; 2 актин -связывающие белки;
3- актин-связывающие участки (домены)

Микрофиламенты участвуют:

- в поддержании и изменении формы клетки,**
- передвижении клетки;**
- внутриклеточном транспорте, надмолекулярных структур;**
- в формировании сократительного кольца при клеточном делении.**



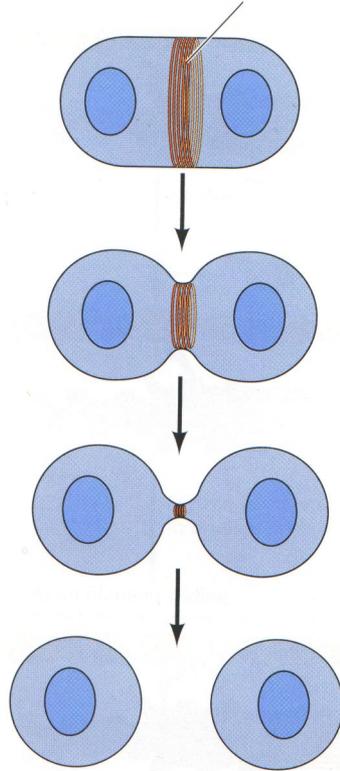
А



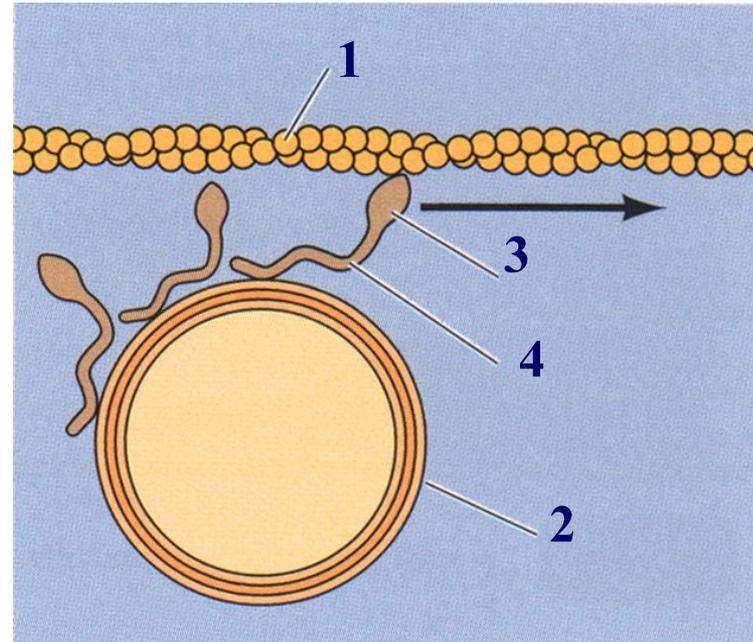
Б

Псевдоподии макрофага, поглощающего опухолевую клетку (А) и псевдоподии амебы (Б)

Сократительное кольцо



А



Б

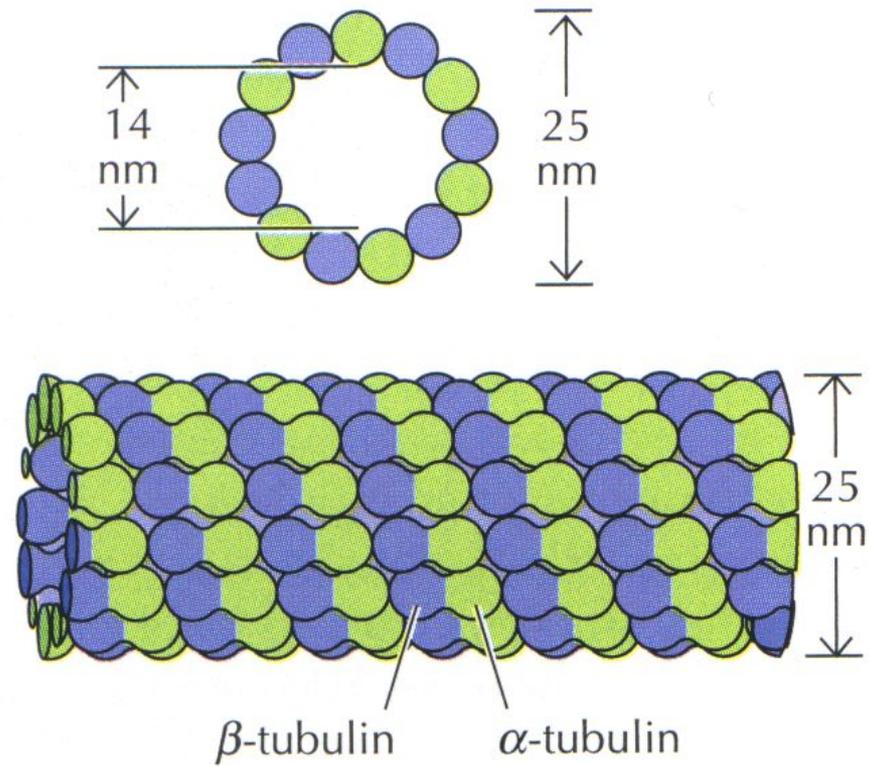
Функции микрофиламентов

А- цитотомия; Б транспорт мембранных пузырьков

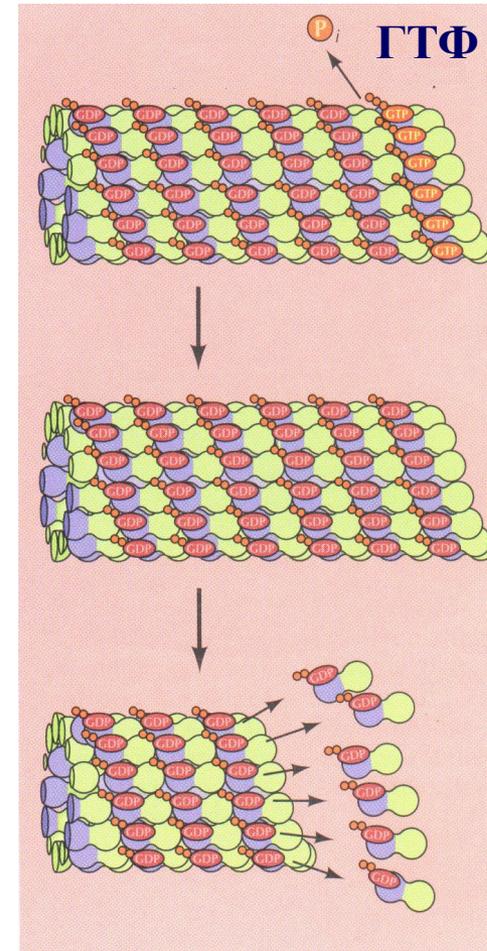
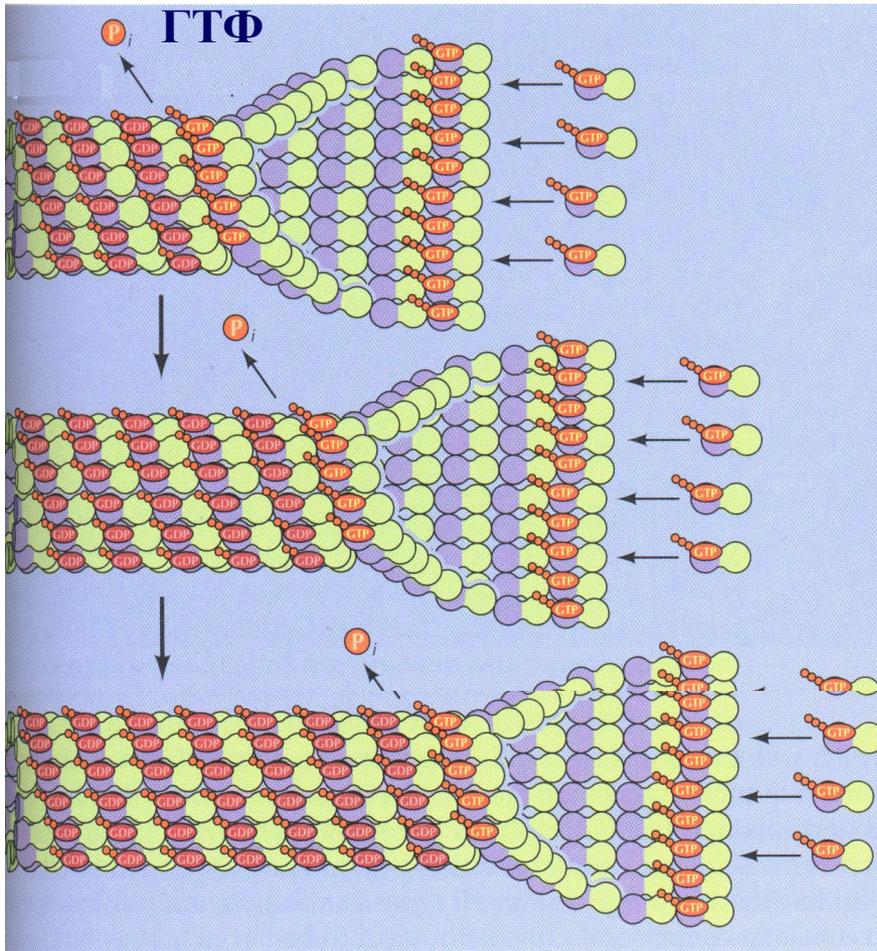
1-актиновый филамент; 2- мембранный пузырек, 3-4- миозин I

Микротрубочки – полые цилиндры диаметром 22-28 нм и длиной до 100 мкм. Их стенка образована глобулярными белками –тубулинами, каждая молекула которых состоит из двух субъединиц, получивших название альфа и бета тубулинов.

Молекула тубулина представляет собой гетеродимер, состоящий из двух разных субъединиц, из α -тубулина и β -тубулина, которые при ассоциации образуют собственно белок тубулин.



Структура микротрубочки



Динамика неустойчивости микротрубочек

**В основе неустойчивости лежит гидролиз ГТФ,
связанного с бэтта -тубулином**

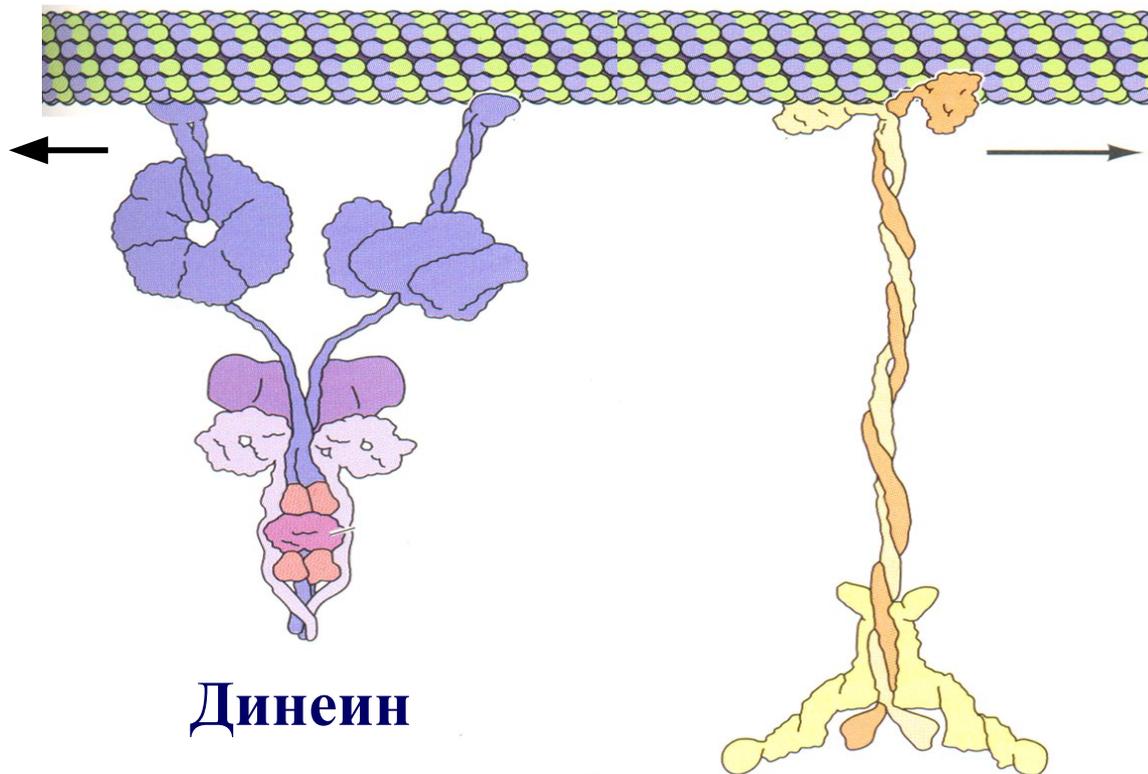
Процесс начала полимеризации тубулинов, нуклеация, происходит в центрах организации микротрубочек . В клетках животных такими центрами служат клеточные центры, включающие центриоли, и окружающую их зону цитоплазмы (собственно центросома), от которой отходят радиально тонкие фибриллы.

Микротрубочки выполняют следующие функции:

- поддерживают форму клетки;**
- обеспечивают подвижность клетки за счет движения ресничек и жгутиков;**
- участвуют в образовании веретена деления;**
- осуществляют транспорт клеточных органелл и других надмолекулярных структур.**

- Конец

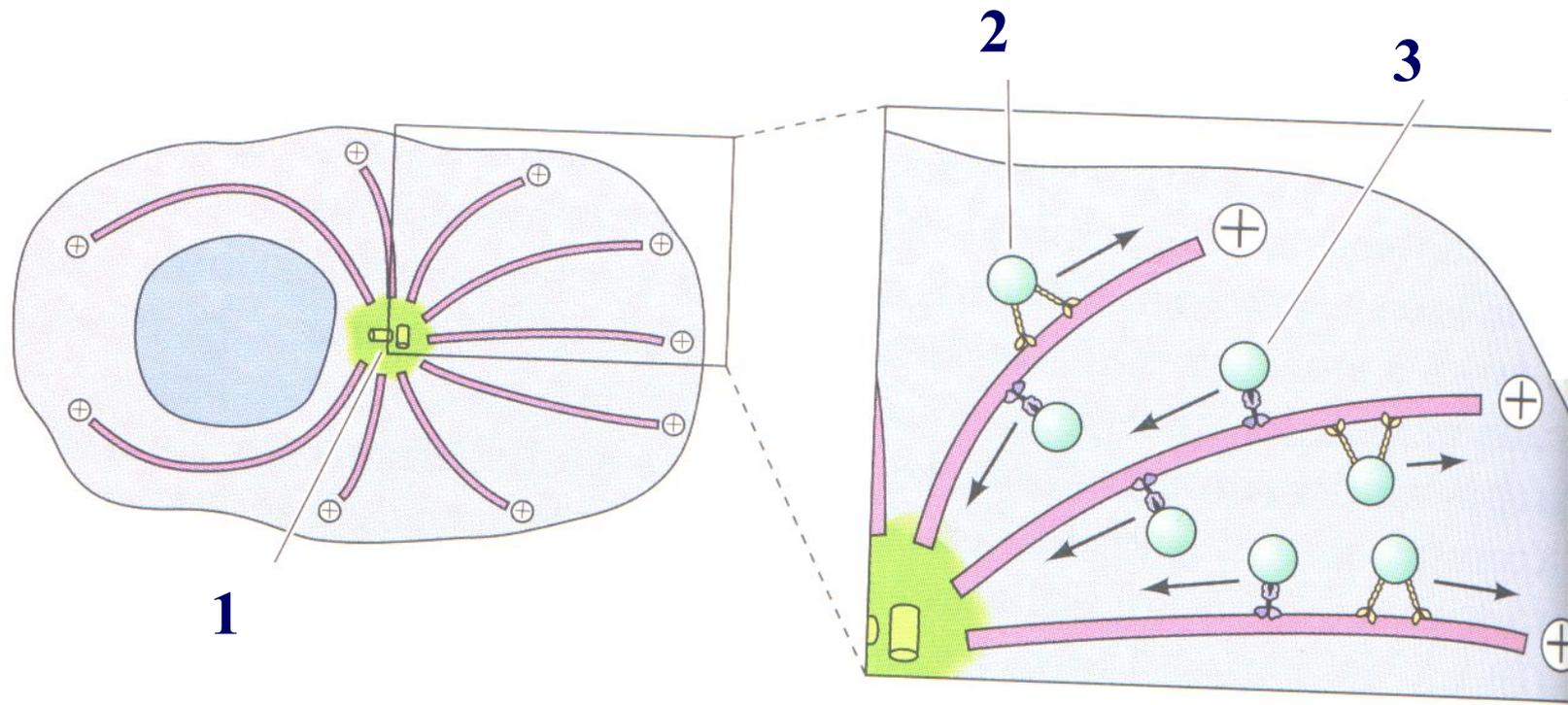
+ Конец



Динеин

Кинезин

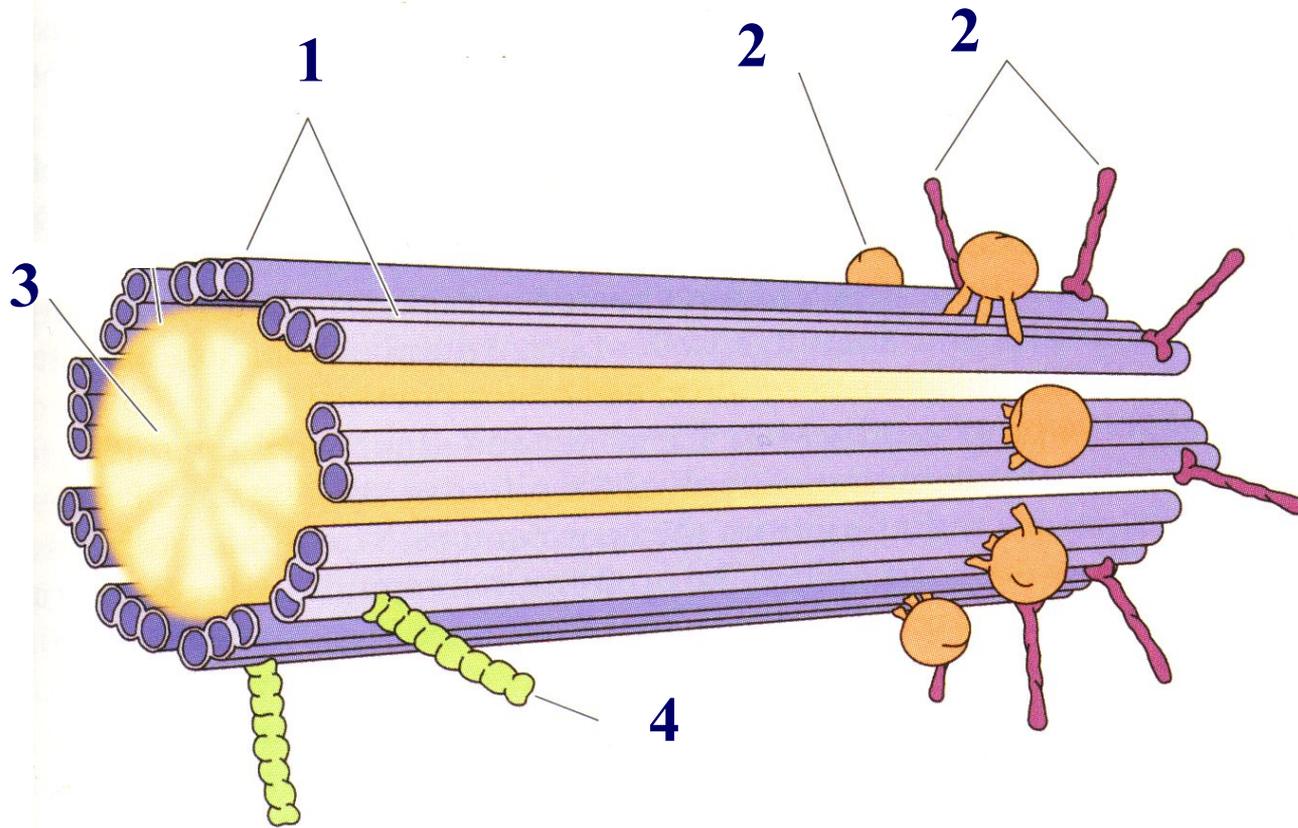
Микротубулярные моторные белки



Транспорт мембранных пузырьков по микротрубочкам
1- центросома; 2- пузырек, переносимый кинезином;
3- пузырек, переносимый динеином

Кинезины - обеспечивают перенос компонентов клетки от центра к периферии (вакуоли ЭР, лизосомы, секреторные вакуоли и др.), динеины - от периферии к центру (эндоцитозные вакуоли, рециклизация вакуолей ЭР и аппарата Гольджи и др.)

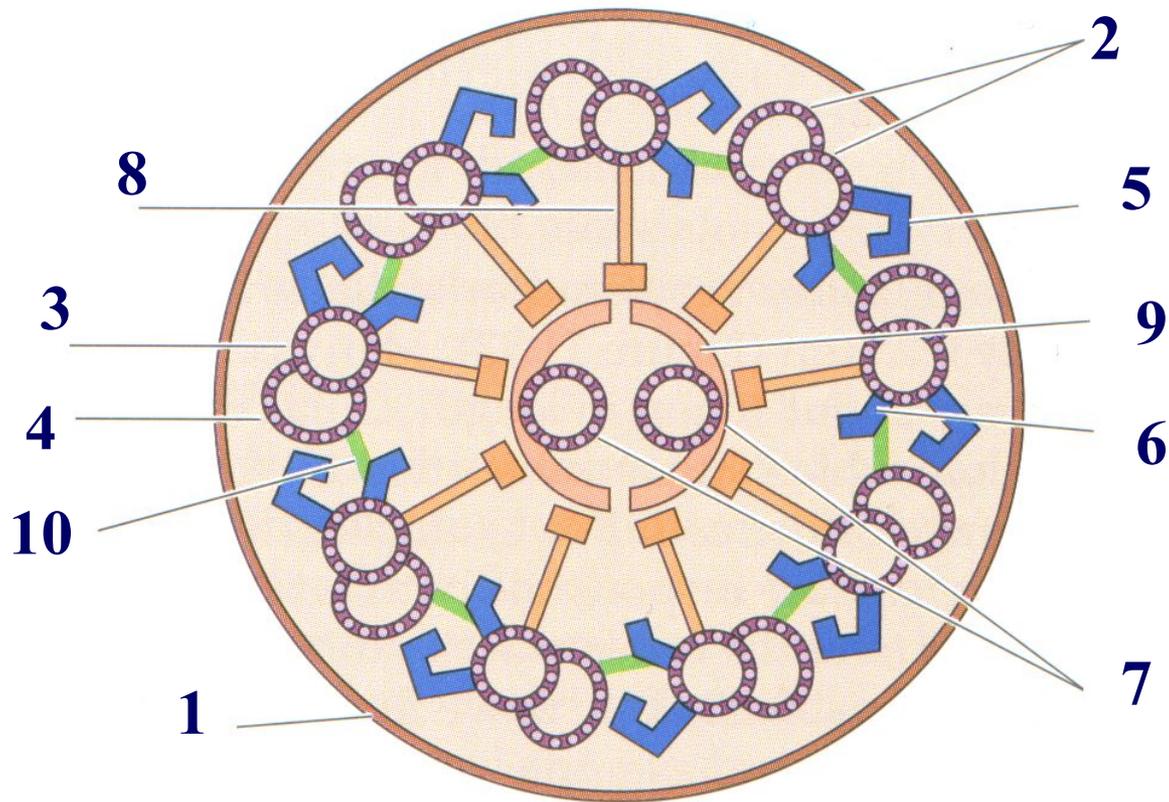
В клетках животных микротрубочки участвуют в образовании центриолей, базальных телец, аксоном ресничек и жгутиков. В делящихся клетках они образуют веретено деления.



Строение центриоли

**1- триплеты микротрубочек;; 2- придатки; 3 – гамма- тубулин;
4- центриновые нити**

Ширина цилиндра - 0, 15 мкм; длина - 0,3-0,5 мкм



Строение реснички

1- плазматическая мембрана; 2- дуплет микротрубочек; 3 – А мик-ротрубочка ; 4 - Б микротрубочка; 5-наружная динеиновая ручка; 6- внутренняя динеиновая ручка; 7- центральная пара микротрубочек; 8-радиальная спица; 9- внутренняя втулка; 10-нексиновая связка

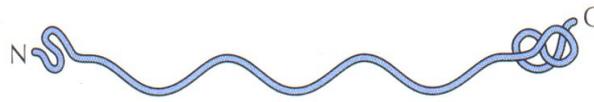
Промежуточные филаменты образованы жесткими и прочными белковыми волокнами, перевитыми попарно или по трое между собой и объединенных в общую структуру, похожую на канат. Диаметр их составляет 8-10 нм.

Промежуточные филаменты построены более , чем из 50 различных сходных по своему строению белков, которые можно разделить на шесть типов. Некоторые из этих белков характерны только для определенных клеток , например, кератины, другие - обнаруживаются во всех клетках(ламины).

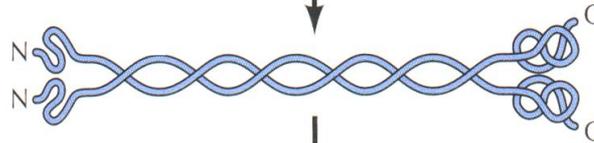


Структура белков промежуточных филаментов

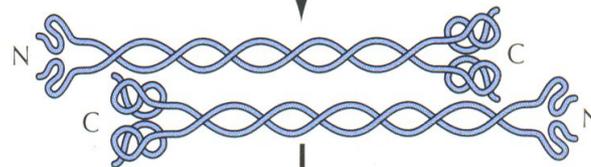
Полипептид



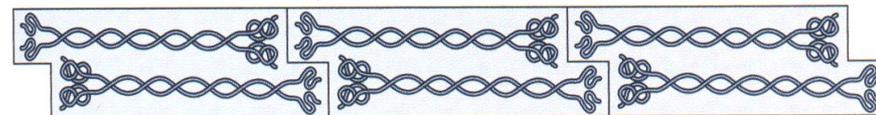
Димер



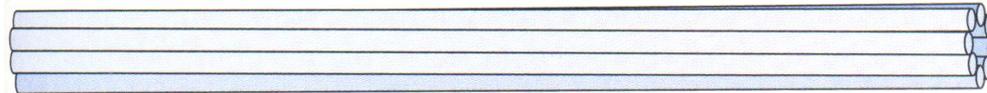
Тетрамер



Протофиламент



Филамент



Строение промежуточного филамента

Функции промежуточных филаментов:

- поддерживают форму клетки;**
- противостоят растягивающим механическим воздействиям;**
- удерживают «заякоривают» ядро и некоторые другие органеллы в клетке;**
- образуют ядерную пластинку – ламину.**

Промежуточные филаменты, по сравнению с микрофиламентами и микротрубочками и отличаются большой стабильностью и не участвуют в клеточном движении.