

**КЛЕТКА -  
ЭЛЕМЕНТАРНАЯ  
ЕДИНИЦА ЖИВОГО.  
МЕМБРАНЫ**



## *Цель:*

- ▶ сформировать знания о клетке как элементарной единице живого; изучить строение и функции биомембраны и виды мембранного транспорта, познакомить студентов с составом и свойствами цитоплазмы, цитозоля; сформировать знания о структуре и функции клетки и клеточных органелл как основы знаний для понимания механизмов действия лекарственных средств и их метаболизма.

# Предмет «Клеточная биология»

- ▶ Цитология (от греч. "цитос" - клетка, "логос" - учение, наука) - наука о строении, функциях, метаболизме, взаимоотношениях со средой, развитии и происхождении клеток.
- ▶ Предметом цитологии являются клетки многоклеточных животных и растений, а также одноклеточных организмов (бактерии, простейшие и одноклеточные водоросли).

► **Клетка** — элементарная единица строения и жизнедеятельности всех живых организмов (кроме вирусов, о которых нередко говорят как о неклеточных формах жизни), обладающая собственным обменом веществ, способная к самостоятельному существованию, самовоспроизведению и развитию.

# На современном этапе развития цитология изучает:

- ▶ строение и функционирование клеточных структур;
- ▶ химический состав клеток;
- ▶ способы проникновения веществ в клетку и выведения их из нее, роль мембран в этих процессах;
- ▶ реакции клеток на нервные и гуморальные стимулы макроорганизма и на стимулы окружающей среды;

- ▶ адаптации клеток к факторам среды и повреждающим агентам;
- ▶ репродукцию клеток и клеточных структур;
- ▶ взаимоотношения клеток с вирусами;
- ▶ превращения нормальных клеток в раковые.
- ▶ реакции клеток на повреждающие воздействия;

# Открытие клетки - одна из величайших событий в биологии



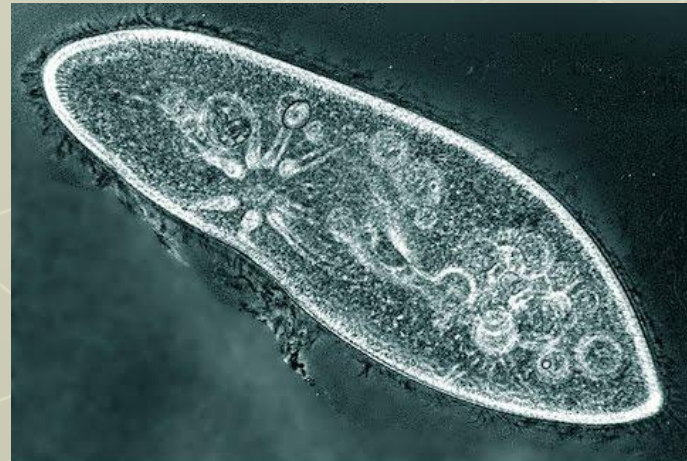
**Роберт Гук**

- ✓ 1665 смастерил микроскоп, который увеличивал изображение в 180 раз;
- ✓ 1665 - впервые увидел клеточное строение пробки и ввел понятие «клетка»



**Антони ван  
Левенгук**

- ❖ Усовершенствовал микроскоп, который дал увеличение в 300 раз.
- ❖ Впервые наблюдал мир микроскопических организмов (инфузории).

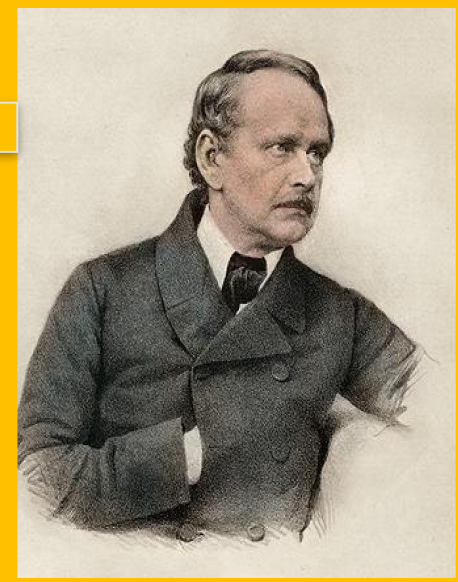




# КЛЕТОЧНАЯ ТЕОРИЯ

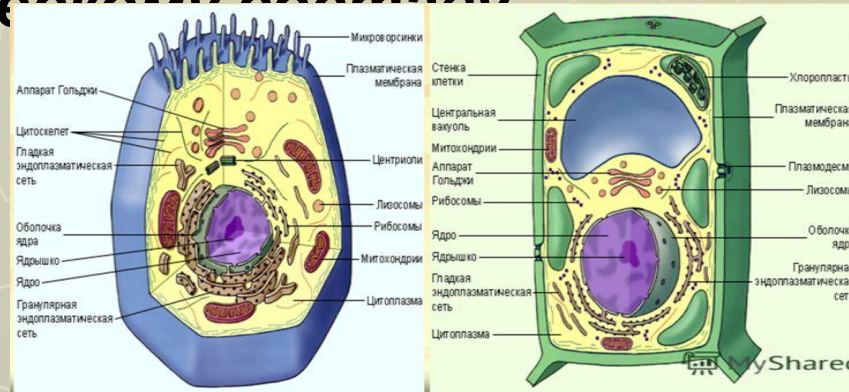


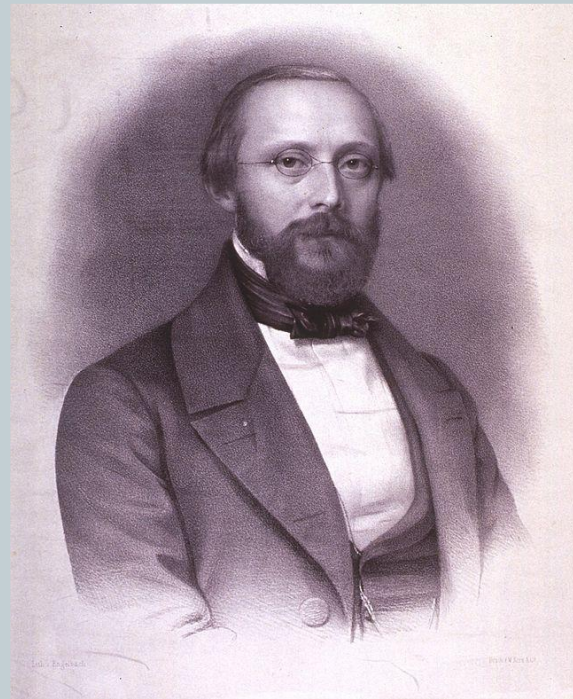
**Т. Шванн**



**М. Шлейден**

- **все живые организмы состоят из клеток;**
- **клетки растений и животных сходны по своему строению и химическому составу**





**Р. Вихров**

**КЛЕТ  
ОЧНА  
Я  
ТЕОР  
ИЯ**

- **1858 - каждая клетка берет начало от клетки;**
- **вне клетки нет жизни.**





**К. Бер**

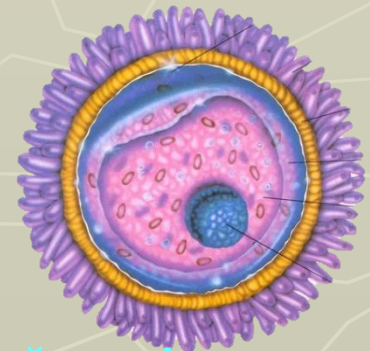
- 1827 открыл яйцеклетку млекопитающих;
- доказал, что многоклеточные организмы начинают свой раздел с одной клетки (зиготы)

**КЛЕТОЧНАЯ ТЕОРИЯ**

- клетки - единицы развития живых организмов.



**зигота**



**яйцеклітина ссавців**

# Современная клеточная теория включает следующие основные положения:

1. Клетка- элементарная единица живого, основная единица строения, функционирования, размножения и развития всех живых организмов.
2. Клетки всех одноклеточных и многоклеточных организмов имеют общее происхождение и сходны по своему строению и химическому составу, основными проявлениями жизнедеятельности и обменом веществ.
3. Размножение клеток происходит путем их деления. Новые клетки всегда возникают из предыдущих клеток.
4. У многоклеточных организмов, которые развиваются из одной клетки, различные типы клеток формируются благодаря своей специализации в течение индивидуального развития особей и образуют ткани.
5. Из тканей формируются органы, которые тесно связаны между собой.

# Цитология – наука о клетке

## МЕТОДЫ

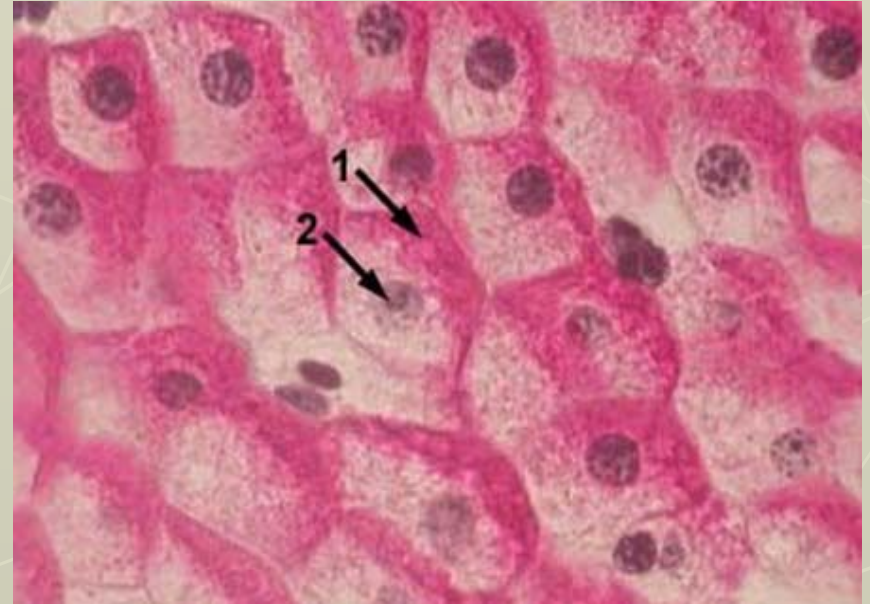
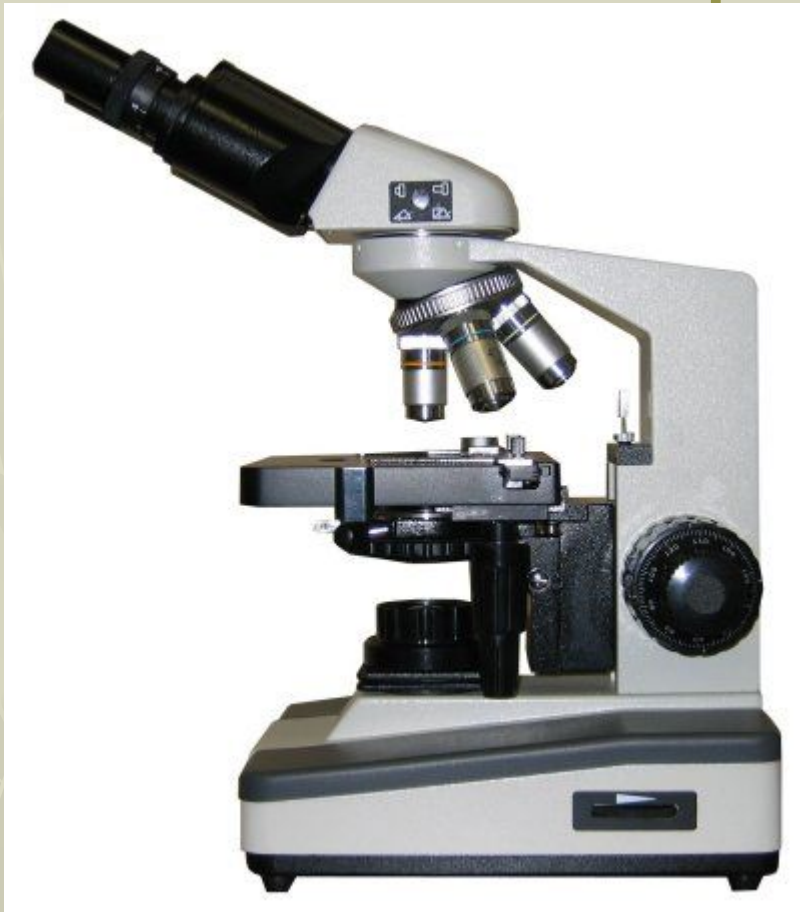
Световая  
микроскопия

Электронная  
микроскопия

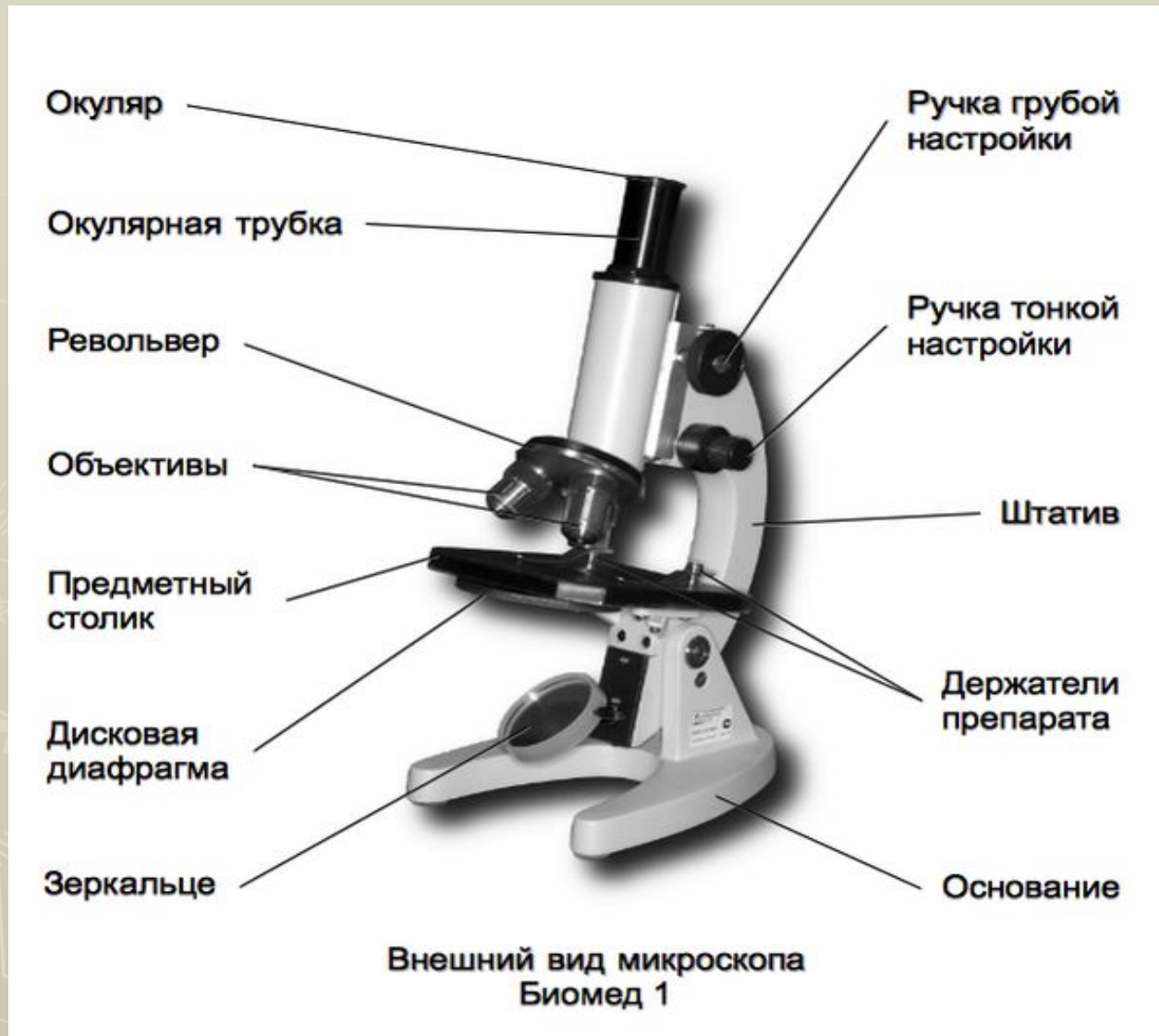
Метод  
меченых  
атомов

# Устройство светового микроскопа.

## Клетки печени под световым микроскопом.



# Устройство светового микроскопа



# Трансмиссионный (просвечивающий) и сканирующий электронные микроскопы





# Прокариотические и эукариотические клетки. Структурно-функциональная организация эукариотической клетки.

**ПРОКАРИОТЫ** клетки которые не имеют оформленного, ограниченного мембраной ядра («прокариоты» буквально означает «доядерные»).

**ЭУКАРИОТЫ**, организмы, клетки которых содержат оформленные, ограниченные оболочкой ядра («эукариоты» буквально означает «ядерные»).

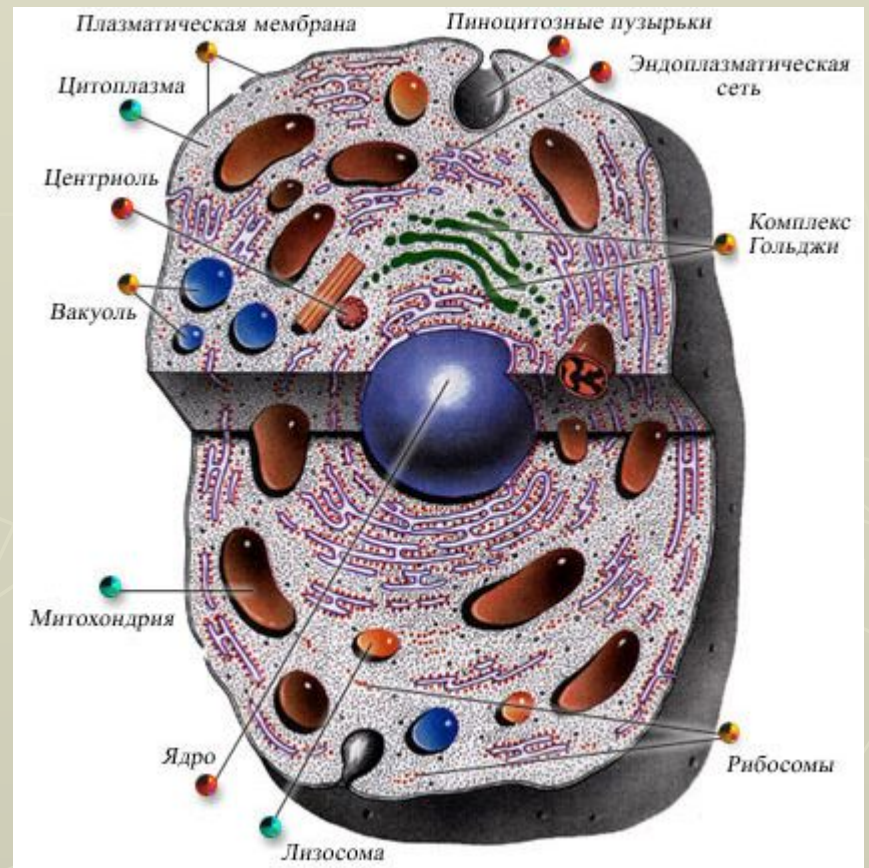
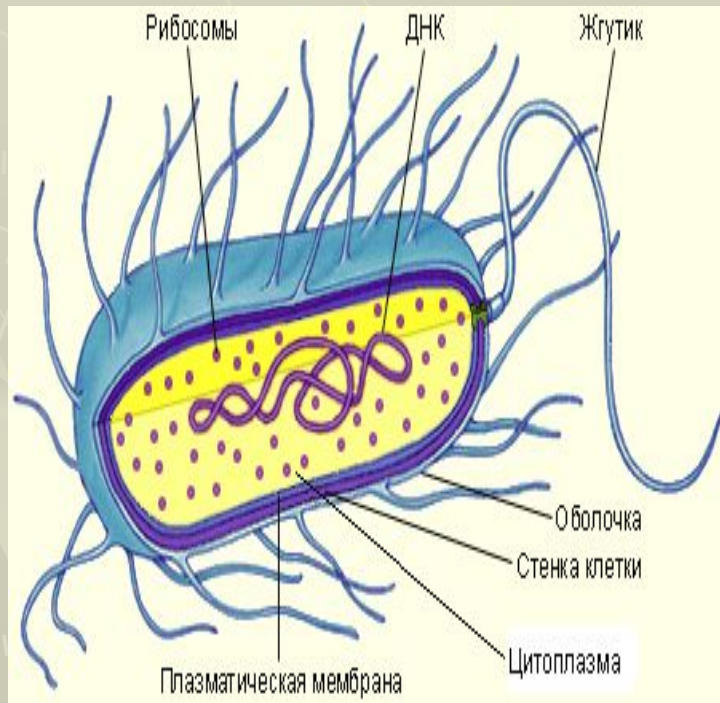
Прокариотами являются представители Царства Дробянки: бактерии и синезеленые водоросли.

Эукариотами являются представители Царств Растения, Грибы, Животные.

Признак	Прокариоты	Эукариоты
Размер клеток	1-10 мкм	10-100 мкм
Метаболизм	Анаэробный или аэробный	Аэробный
Ядро	Нет	Есть
Органеллы	Отсутствуют мембранные органеллы.	Развиты мембранные и немембранные органеллы
Рибосомы	Рибосомы прокариотического типа	Рибосомы эукариотического типа
ДНК	Кольцевая ДНК в цитоплазме	Очень длинная ДНК с большим количеством некодирующих участков организована в хромосомы и окружена ядерной мембраной

Признак	Прокариоты	Эукариоты
РНК и белки	РНК и белки синтезируются в одном компартменте	Синтез и процессинг РНК происходят в ядре, синтез белков - в цитоплазме
Цитоплазма	Отсутствие цитоскелета, движения цитоплазмы, эндо- и экзоцитоза	Имеются цитоскелет из белковых волокон, движение цитоплазмы, эндоцитоз и экзоцитоз
Деление клеток	Бинарное деление	Митоз, мейоз преимущественно
Клеточная организация	Одноклеточные	Одноклеточные или многоклеточные с клеточной дифференцировкой

# Про- и эукариоты



# Растительные и животные клетки

- ▶ Общее в строении и функциях растительной и животной клеток:
- ▶ 1). Мембранное строение органоидов;
- ▶ 2). Наличие сформированного ядра, содержащего хромосомный набор;
- ▶ 3). Сходный набор органоидов, характерных для всех эукариот;
- ▶ 4). Подобие химического состава клеток;
- ▶ 5). Сходство процессов непрямого деления клетки (митоз);
- ▶ 6). Сходство функциональных свойств (биосинтез белка), использование превращения энергии;
- ▶ 7). Участие в процессе размножения

# Различия в строении растительной и животной клетки.

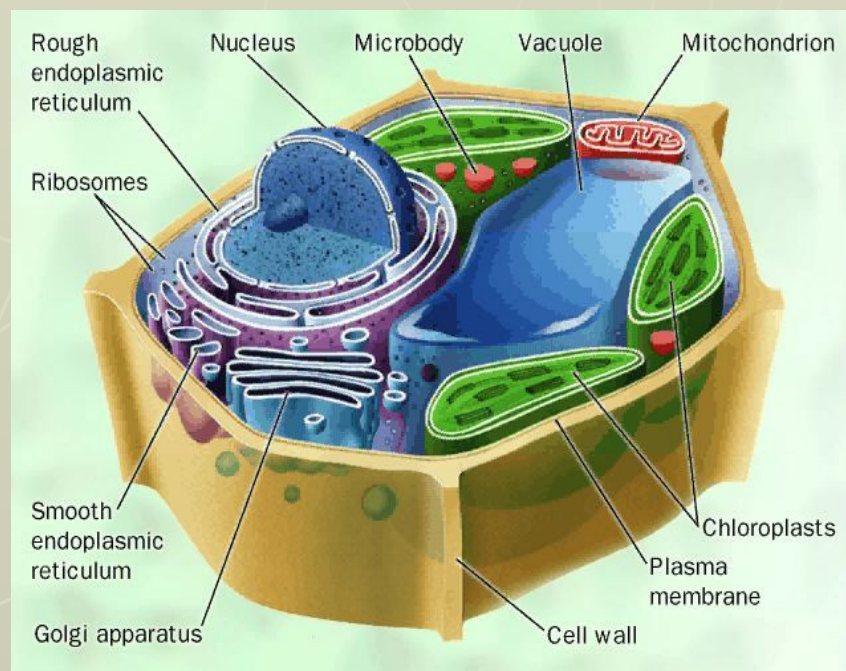
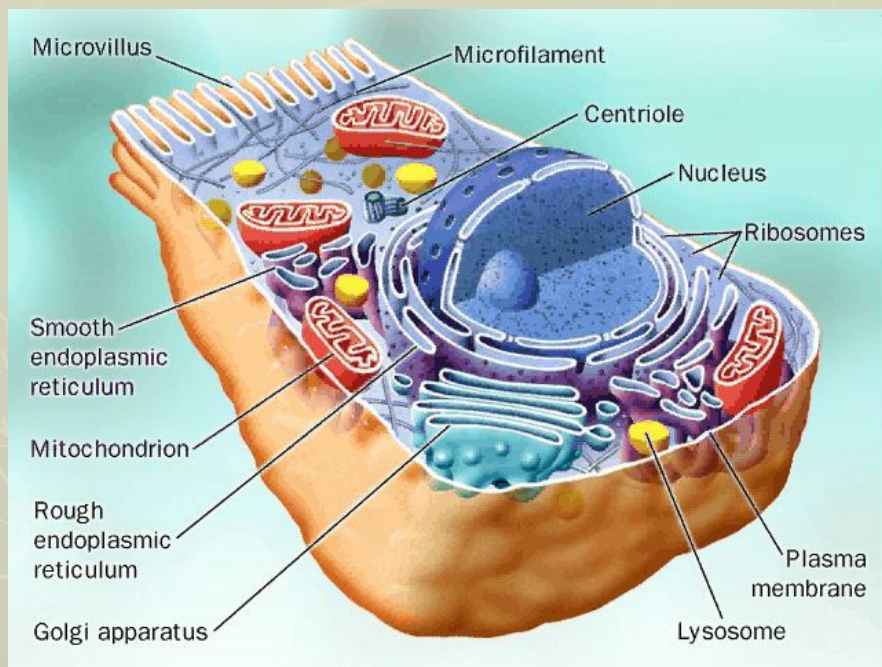
## Растительная клетка

- Есть пластиды;
- Автотрофный тип питания;
- Синтез АТФ происходит в хлоропластах и митохондриях;
- Имеется целлюлозная клеточная стенка;
- Крупные вакуоли;
- Клеточный центр только у низших.

## Животная клетка

- Пластиды отсутствуют;
- Гетеротрофный тип питания;
- Синтез АТФ происходит в митохондриях;
- Целлюлозная клеточная стенка отсутствует;
- Вакуоли мелкие;
- Клеточный центр есть у всех клеток.

# Схема строения эукариотической клетки животных и растений



## **Химический состав клетки. Единство химического состава живых организмов.**

В состав живых организмов входят более 70 химических элементов, встречающихся в природе. Однако соотношение различных химических элементов в живой и неживой природе неодинаково.

Например, состав неживой природы наряду с кислородом представлен также кремнием, железом, магнием, алюминием и т. д.

В живых организмах 98% их химического состава приходится на четыре элемента — углерод, кислород, азот, водород.



Биологически значимые элементы (химические элементы, необходимые организму человека или животного для обеспечения нормальной жизнедеятельности) классифицируют на макроэлементы (содержание больше 0,001%) и микроэлементы (содержание менее 0,001%).

К макроэлементам относят: Углерод, Водород, Азот, Кислород, Фосфор, Сера. Эти макроэлементы называют биогенными (органогенными) элементами или макронутриентами.

Макроэлементами также являются: Калий, Кальций, Магний, Натрий, Хлор.

Микроэлементами (микронутриентами) называются элементы, содержание которых в организме мало, но они участвуют в биохимических процессах и необходимы живым организмам.

Более 30 микроэлементов считаются необходимыми для жизнедеятельности растений, животных и человека.

Например: Бром, Железо, Йод, Кобальт, Марганец, Медь, Молибден, Селен, Фтор, Хром, Цинк, Ванадий, Кремний.

## Процентное содержание некоторых химических элементов в клетке

Химический элемент	Процентное содержание
кислород	65—75 %
углерод	15—18 %
водород	8—10 %
азот	2—3 %
калий	0,15—0,4 %
сера	0,15—0,2 %
фосфор	0,2—1,0 %
хлор	0,05—0,1 %
магний	0,02—0,03 %
натрий	0,02—0,03 %
кальций	0,04—2,00 %
железо	0,01—0,015 %

Химические элементы входят в состав клеток в виде ионов или в составе соединений – молекул органических и неорганических веществ.

Неорганические вещества:  
вода (70-85%),  
минеральные соли (1-1.5%).

Органические вещества:  
белки (10-20%),  
жиры (1-5%),  
углеводы (0,2-2%),  
нуклеиновые кислоты (1-2%).

## Молекулярный состав клетки

Неорганические соединения		Органические соединения	
Вода	70—80 %	Белки	10—20 %
Минеральные соли	1,0—1,5 %	Углеводы	0,2—2,0 %
		Жиры	1—5 %
		Нуклеиновые кислоты	1,0—2,0 %
		АТФ, соли и др. вещества	0,1—0,5 %

Вода играет роль универсального растворителя, в котором происходят основные биохимические процессы живых организмов. Вода хорошо растворяет как органические, так и неорганические вещества, обеспечивая высокую скорость протекания химических реакций и достаточную сложность образующихся комплексных соединений.

Роль воды в клетке состоит также в обеспечении упругости клетки, в участии в процессе терморегуляции благодаря способности к медленному нагреванию и медленному остыванию.

Благодаря водородной связи, вода остаётся жидкой в широком диапазоне температур, причём именно в том, который представлен на планете Земля.



Водородная связь между молекулами воды обозначена чёрными линиями.

Жёлтые линии обозначают ковалентную связь, которая удерживает вместе атомы кислорода (красный) и водорода (серый).

Минеральные соли в клетке содержатся в основном в растворенном состоянии в виде катионов ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ) и анионов ( $Cl^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $PO_4^{3-}$ ).

Уравновешенность содержания катионов и анионов в клетке, обеспечивает постоянство внутренней среды организма. Например, в клетке среда слабощелочная, внутри клетки высокая концентрация ионов  $K^+$ , а в окружающей клетку среде - ионов  $Na^+$ .

Минеральные соли принимают участие в обмене веществ клетки.



Белки являются основным веществом любой клетки. Это сложные органические вещества - полимеры, молекулы которых имеют большие размеры и состоят из аминокислот. Белки различны по своему строению и по выполняемым функциям. В состав белковой молекулы входят следующие элементы: H, O, C, N, P, S.

Функции белков:

1. Строительная (Структурная) - участвуют в образовании клеточных структур (белки входят в состав хромосом и всех клеточных мембран).
2. Ферментативная – обеспечивает ускорение или замедление биохимических реакций в организме.

3. Транспортная (гемоглобин – перенос O<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub>).

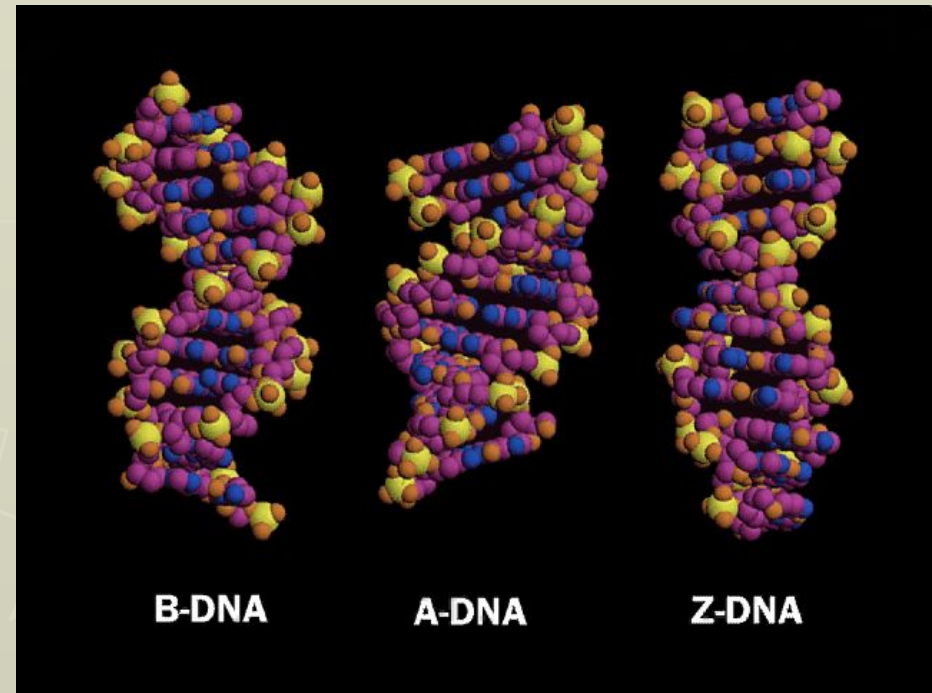
4. Энергетическая – при расщеплении 1г белка выделяется 17,6кДж.

5. Защитная – выработка антител, белков, обезвреживающих антигены (чужеродные белки внедрившиеся в организм).

6. Двигательная – специальные сократительные белки обеспечивают все виды движений клеток и организмов (сокращение мускулатуры, движение растений, хромосом при делении и т.д.).

Нуклеиновые кислоты (ДНК и РНК) - высокомолекулярные органические соединения, биополимеры.

Они присутствуют в клетках всех живых организмов и выполняют важнейшие функции по хранению, передаче и реализации наследственной информации.



Пространственные модели молекулы ДНК.

Углеводы (моносахариды, дисахариды, полисахариды) выполняют следующие функции.

1. Энергетическая - в процессе окисления 1г углеводов освобождается 17,6кДж.
2. Строительная (структурная).
3. Запасающая – запас в растительных клетках крахмала, в животных – гликогена.
4. Рецепторная функция. Некоторые олигосахариды или полисахариды образуют комплексы с белками - гликопротеиды. Гликопротеиды располагаются на поверхности мембраны клетки. Они узнают "свои" и "чужие" клетки и обеспечивают их соединение.

Жиры (липиды) - это органические вещества, нерастворимые в воде, но хорошо растворимые в органических растворителях. Липиды являются макромолекулами, но не являются полимерами.

### Классификация липидов.

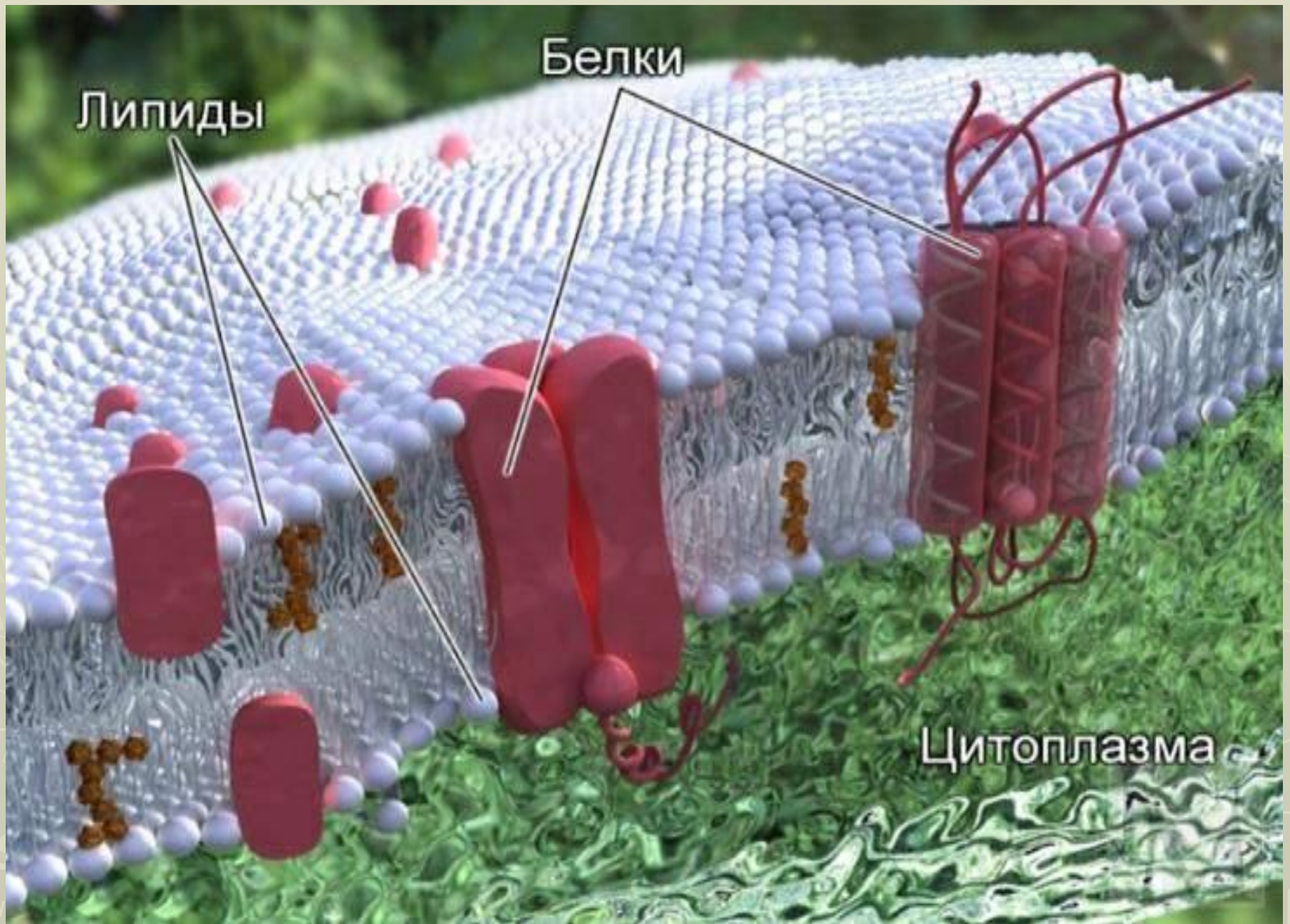
1. простые липиды (жиры, воска)
2. сложные липиды (фосфолипиды, гликолипиды, липопротеины)
3. жироподобные вещества (например, стеринны – холестерин).

# **Биологические мембраны. Клеточная мембрана. Рецепторы клетки.**

Биологическая мембрана является структурным компонентом цитолеммы, мембранных органоидов и ядерной оболочки.

В настоящее время общепризнанна жидкостно-мозаичная модель биологической мембраны Сенджера-Николсона (1972 год). Согласно данной модели биологическая мембрана имеет липидный матрикс, в котором находятся отдельные белковые структуры.

- ▶ **Биологические мембраны — это активный молекулярный комплекс с высокоизбирательными свойствами, обеспечивающий обмен веществ и энергии с окружающей средой.**
- ▶ **В мембранах находятся специфические молекулярные насосы и каналы, с помощью которых регулируются молекулярный и ионный состав внутриклеточной среды. Помимо внешней цитоплазматической мембраны (*плазмолемма*) в клетках эукариотов имеются еще и внутренние мембраны, ограничивающие различные внутриклеточные *компарменты* (отсеки), например митохондрии, лизосомы, хлоропласты и т. д**



Липиды

Белки

Цитоплазма



# Свойства мембран

- ▶ ■ мембраны представляют собой плотную структуру толщиной в несколько молекул, 60-100 А, образующую сплошную перегородку между отдельными клетками и внутриклеточными отсеками;
- ▶ ■ мембраны главным образом состоят из липидов и белков. В мембранах имеются также *углеводные компоненты*, связанные с липидами и белками;
- ▶ ■ липиды мембран представлены относительно небольшими молекулами, несущими гидрофильные и гидрофобные группы. В водной среде эти молекулы спонтанно образуют *замкнутые бимолекулярные слои*, которые служат барьером для проникновения полярных соединений;
- ▶ ■ большинство функций мембран опосредуются специфическими белками, которые могут играть роль насосов, каналов, рецепторов, ферментов и т. д.

# Функции биологических мембран

- ▶ **1. Ограничивающее.** Мембрана ограничивает цитоплазму от межклеточного пространства, и большинство клеточных органелл от цитоплазмы, защищает клетку от проникновения ненужных веществ, поддерживает ее гомеостаз.
- ▶ **2. Формирование гидрофобной зоны.** Гидрофобная зона является основным барьером, предохраняющим клетку от проникновения большинства веществ. Ряд важнейших метаболических процессов протекает только в неполярной среде.

- ▶ **3. Барьерная.** Через мембрану проходят далеко не все вещества, которые находятся в клетке и за ее пределами, то есть мембрана является полупроницаемой.
- ▶ **4. Транспортная.** Это перенос веществ через мембрану, которая обеспечивает перемещение определенных молекул и ионов, создает трансмембранную разницу электрического потенциала, которая служит толчком для транспорта.
- ▶ **5. Компартаментация клетки.** Система внутренних мембран разделяет содержимое клетки на отсеки (компартаменты). В них сосредоточены определенные вещества, необходимые для выполнения конкретных функций. Все мембранные органеллы являются внутриклеточными компартаментами.

➤ **6. Образование органелл.** Мембранные органеллы обеспечивают одновременное протекание многих разнонаправленных метаболических процессов.

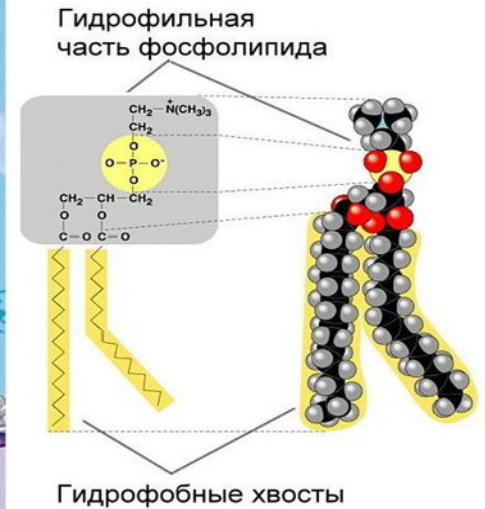
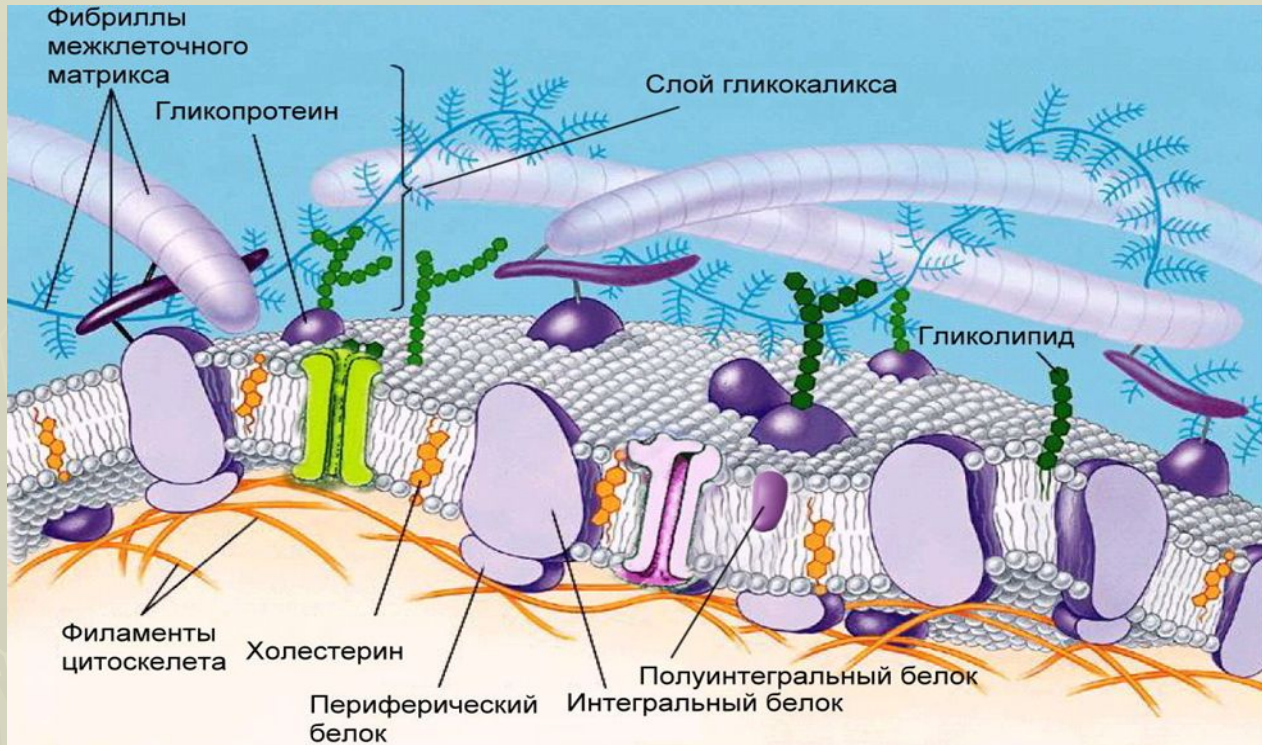
➤ **7. Рецепторная.** Наличие в мембране различных рецепторов, воспринимающих химические сигналы в виде гормонов, медиаторов и других биологически активных веществ, обуславливает способность клетки менять метаболическую активность и обмениваться "информацией" с другими клетками.

➤ **8. Образование межклеточных контактов.** Биомембраны могут образовывать следующие виды контактов: простой контакт, плотный замыкающий контакт, десмосомы, щелевой контакт, синаптические контакты.

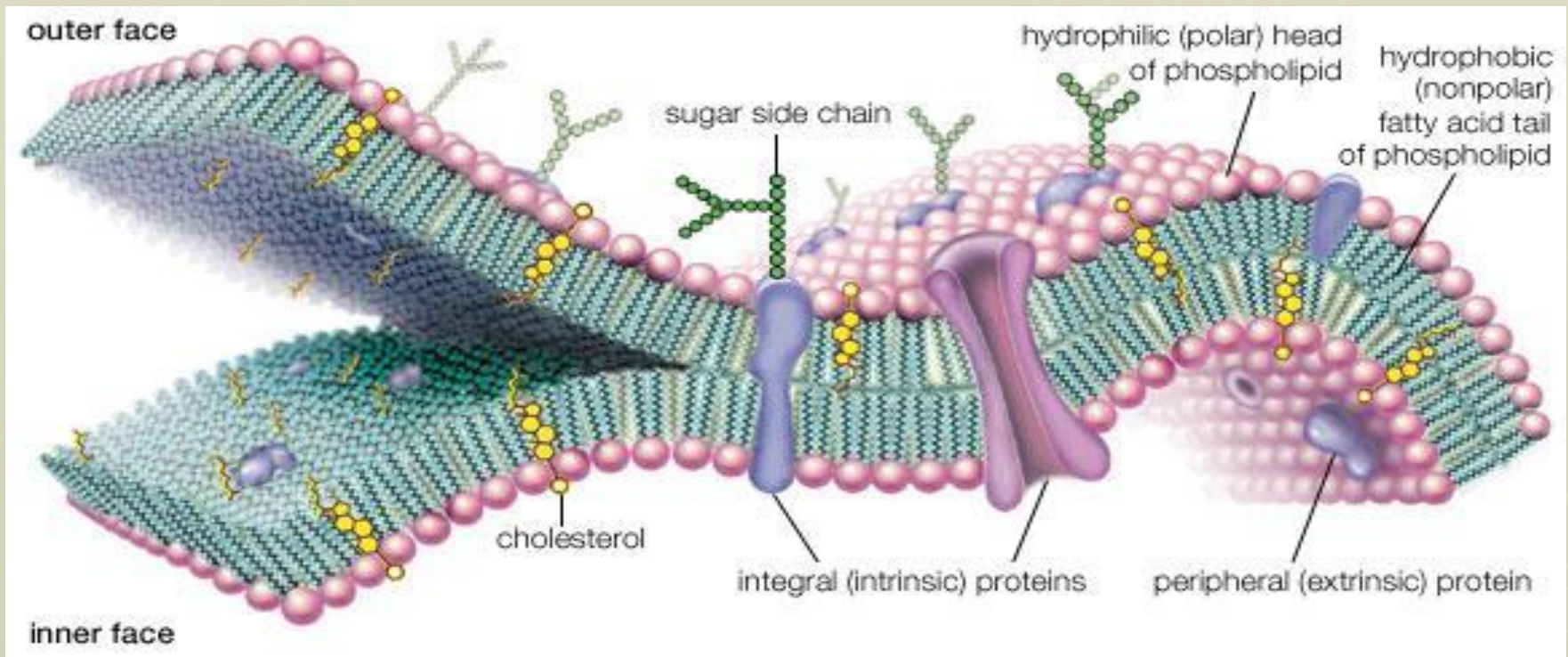
- ▶ **9. Энерготрансформирующая.** Создание градиента (разности) заряда на внутренней мембране митохондрии. Использование этого потенциала для образования АТФ.



# Строение



- ▶ Согласно современным представлениям, все клеточные и внутриклеточные мембраны устроены сходным образом: основу мембраны составляет двойной молекулярный слой липидов (липидный бислой) на котором и в толще которого находятся белки.



- ▶ Основу мембраны составляет **двойной липидный слой**, в формировании которого участвуют фосфолипиды и гликолипиды. Липидный бислой образован двумя рядами липидов, гидрофобные радикалы которых спрятаны внутрь, а гидрофильные группы обращены наружу и контактируют с водной средой. Белковые молекулы как бы «растворены» в липидном бислое.

# Белки мембраны

Интегральные  
(трансмембранные)

- Проходят через всю толщу мембраны
- Создают в мембране гидрофильные поры (транспорт веществ)

Белки-переносчики

Каналообразующие белки

Полуинтегральные  
(рецепторные)

- Погружены в толщу фосфолипидных слоев
- Выполняют рецепторные функции

Наружные  
(периферические)

- Лежат снаружи мембраны, примыкая к ней
- Выполняют многообразные функции ферментов



# Функции белков

- ▶ **Белки мембран могут участвовать в:**
- ▶ • избирательном транспорте веществ в клетку и из клетки;
- ▶ • передаче гормональных сигналов;
- ▶ • образовании «окаймленных ямок», участвующих в эндоцитозе и экзоцитозе;
- ▶ • иммунологических реакциях;
- ▶ • качестве ферментов в превращениях веществ;
- ▶ • организации межклеточных контактов, обеспечивающих образование тканей и органов.

# Липиды мембран



## Б. Мембранные липиды

- ▶ Липиды составляют большую группу органических веществ, обладающих плохой растворимостью в воде (гидрофобность) и хорошей растворимостью в органических растворителях и жирах (липофильность). Основными представителями липидов, которые входят в состав клеточных мембран являются фосфолипиды (глицерофосфаты), сфинголипиды и из стероидных липидов - холестерин.
- ▶ Характерным для липидов мембран является разделение их молекулы на две функционально различные части:
- ▶ 1) **гидрофобная** - неполярная, не несущая заряд, которая состоит из жирных кислот (хвосты);
- ▶ 2) **гидрофильная** - полярная, несущая заряд (головки).

# Функции липидов

- ▶ • формируют липидный бислой - структурную основу мембран;
- ▶ • обеспечивают необходимую для функционирования мембранных белков среду;
- ▶ • участвуют в регуляции активности ферментов;
- ▶ • служат «якорем» для поверхностных белков;
- ▶ • участвуют в передаче гормональных сигналов.
- ▶ Изменение структуры липидного бислоя может привести к нарушению функций мембран.

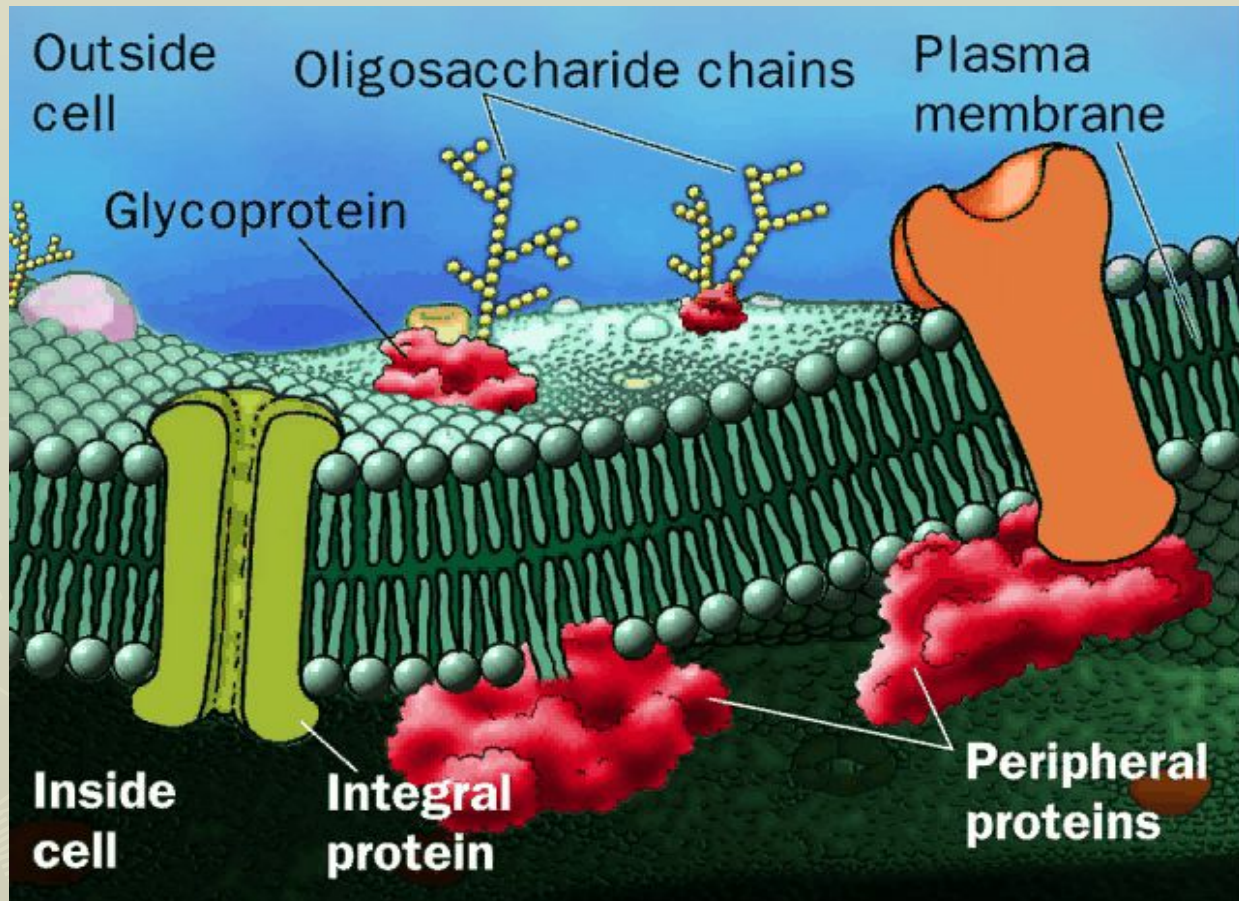
# Углеводы



- ▶ **Углеводы** в составе мембран не представлены самостоятельными соединениями, а обнаруживаются только в соединении с белками (гликопротеины) или липидами (гликолипиды). Длина углеводных цепей колеблется от двух до восемнадцати остатков моносахаридов. Большая часть углеводов расположена на наружной поверхности плазматической мембраны. Функции углеводов в биомембранах – контроль за межклеточными взаимодействиями, поддержание иммунного статуса, рецепция, обеспечение стабильности белковых молекул в мембране.

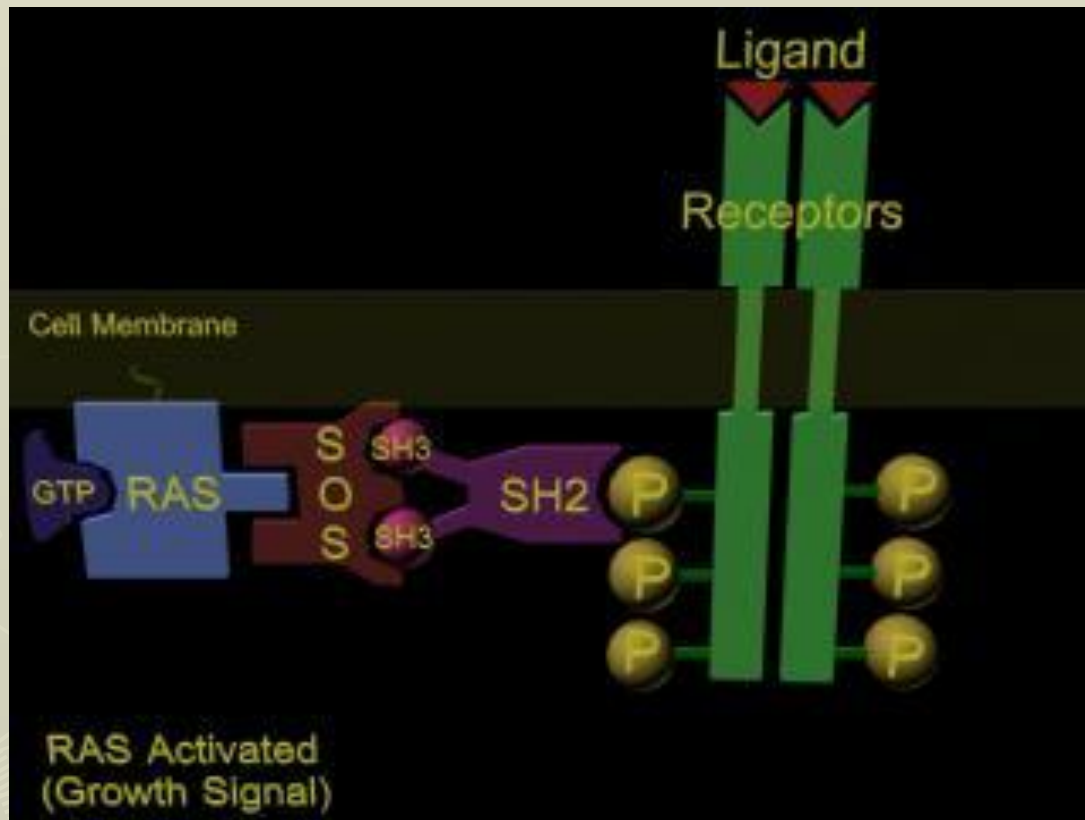
# *ГЛИКОКАЛИКС*

- ▶ На наружной поверхности плазматической мембраны в животной клетке белковые и липидные молекулы связаны с углеродными цепями и образуют **гликокаликс**.
- ▶ Углеводные цепи выполняют роль рецепторов. Благодаря им осуществляется межклеточное распознавание, клетка приобретает способность специфически реагировать на внешние воздействия.



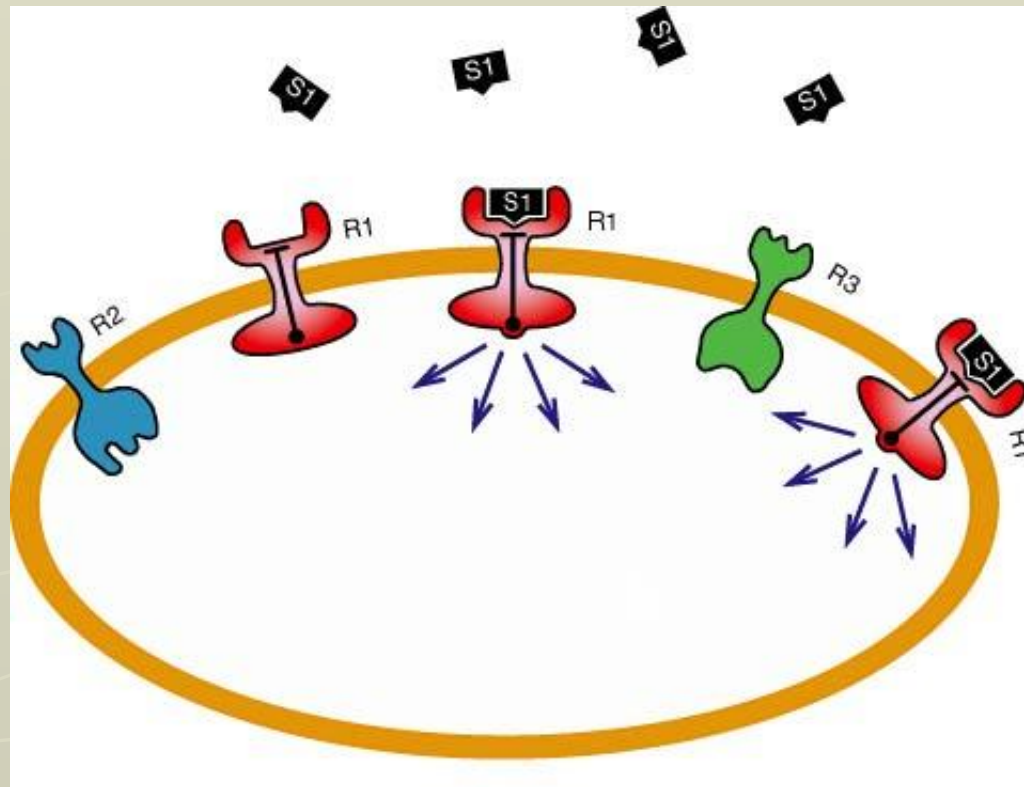
Клеточная оболочка (цитолема) в своей основе имеет биологическую мембрану, поверх которой находится гликокалекс – комплекс гликопротеинов и олигосахаридов толщиной 10-20 мкм. Клеточная оболочка выполняет все функции биологической мембраны.

Цитолемма (плазмолемма) содержит сложные структуры - рецепторы, воспринимающие различные раздражения ("сигналы") внешней среды. Основное количество рецепторов располагается в гликокаликсе. Рецепторы клеточной оболочки специализированы для восприятия «сигналов»: гормонов, биологически активных веществ, антигенов, иммуноглобулинов и их фрагментов, компонентов комплемента. Рецепторы обычно представлены гликопротеидами. Они способны свободно перемещаться как по поверхности клеточной мембраны, так и внутри.



Сигнальная молекула (лиганд) присоединяется к рецептору. Сигнал передается через мембрану клетки. Ферментные систему внутри клетки активизируются.





Специфичность рецепции. Рецептор воспринимает только сигнал определенного типа. Сигнал S1 воспринимают только рецепторы R1.

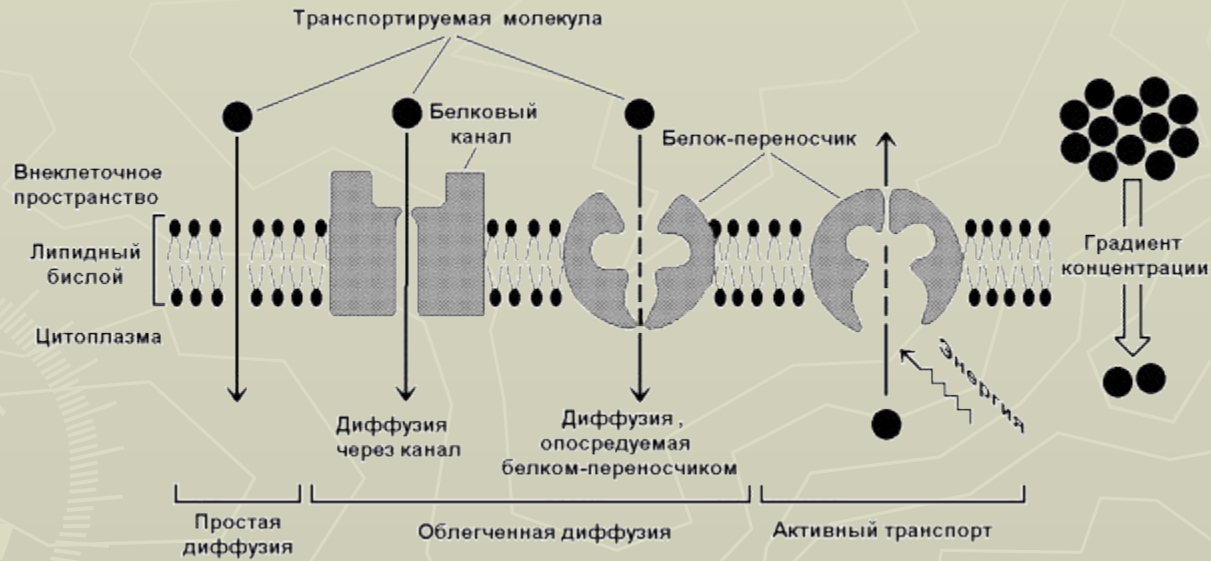
# КЛЕТОЧНАЯ СТЕНКА

- ▶ В растительных клетках извне мембраны расположена плотная структура - клеточная оболочка, или клеточная стенка
- ▶ состоит из полисахаридов
- ▶ целлюлоза
- ▶ гемицеллюлоза
- ▶ пектины

# ТРАНСПОРТ ВЕЩЕСТВ

- ▶ Активный - перенос молекул через мембрану с помощью специальных белков против концентрационного градиента с затратой энергии АТФ.
- ▶ Пассивный - без затраты энергии АТФ концентрационным градиентом (диффузия, осмос)

# Транспорт веществ через мембрану



- ▶ **Простая диффузия** - перенос веществ через мембрану без участия специальных механизмов. Транспорт происходит по градиенту концентрации без затраты энергии. Путём простой диффузии транспортируются малые биомолекулы –  $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $O_2$ , мочеви́на, гидрофобные низкомолекулярные вещества. Скорость простой диффузии пропорциональна градиенту концентрации.
- ▶ **Облегчённая диффузия** - перенос веществ через мембрану при помощи белковых каналов или специальных белков-переносчиков. Осуществляется по градиенту концентрации без затраты энергии. Транспортируются моносахариды, аминокислоты, нуклеотиды, глицерол, некоторые ионы. Характерна кинетика насыщения – при определённой (насыщающей) концентрации переносимого вещества в переносе принимают участие все молекулы переносчика и скорость транспорта достигает предельной величины.
- ▶ **Осмоз** - транспорт растворителя через полупроницаемую мембрану. В живых системах таким растворителем является вода, которая способна проходить через специальные водяные каналы, образованные белками-аквапоринов, и переносить молекулы и ионы растворённых в ней веществ.

- \* **Активный транспорт** – также требует участия специальных белков-переносчиков, но перенос происходит против градиента концентрации и поэтому требует затраты энергии. При помощи этого механизма через клеточную мембрану транспортируются ионы  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , через митохондриальную – протоны. Для активного транспорта веществ характерна кинетика насыщения.



# Натрий - калиевая АТФаза (активный транспорт)

- Другое название -  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -АТФазы или  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -насос
- $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -насос выкачивает 3 иона  $\text{Na}^+$  из клетки в обмен на 2 иона  $\text{K}^+$
- Фермент регулирует концентрацию  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  внутри клетки, потоки  $\text{H}_2\text{O}$ , поддерживает постоянный объем клетки, обеспечивает  $\text{Na}^+$ -связано транспорт многих молекул, участвующих в создании мембранного потенциала и потенциалов действия.

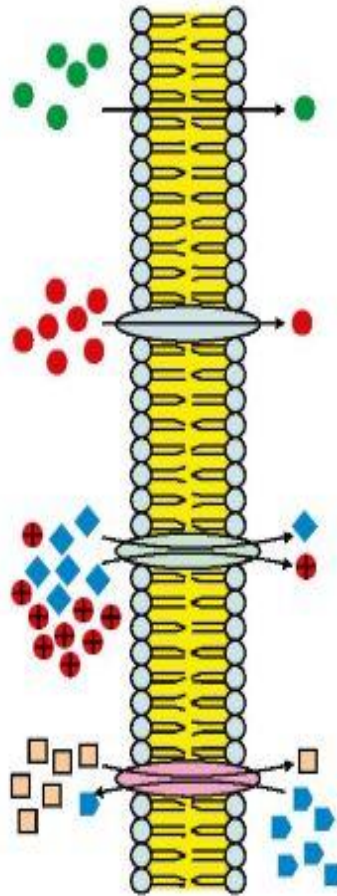
# *Кальциевая АТФаза (активный транспорт)*

- Другое название -  $\text{Ca}^{2+}$ -АТФазы или  $\text{Ca}^{2+}$ -насос
- $\text{Ca}^{2+}$ -насос выкачивает ионы кальция из клетки, регулируя концентрацию  $\text{Ca}^{2+}$  в цитоплазме, который необходим для процесса мышечного сокращения.



Наружная  
поверхность  
мембраны

Внутренняя  
поверхность  
мембраны



**Простая диффузия** без участия белков-переносчиков, например O<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, мочевины, спирт, гидрофобные низкомолекулярные вещества (●)

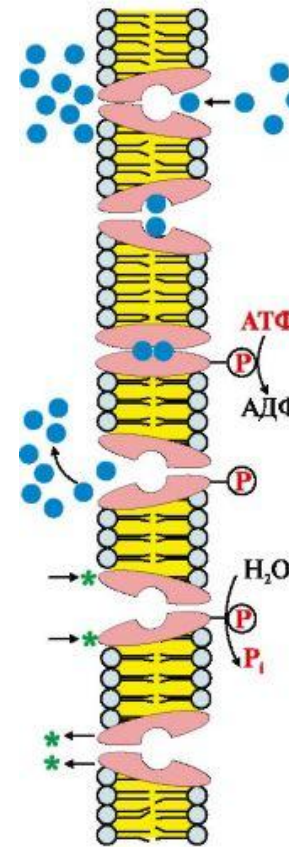
**Облегченная диффузия** при участии белков-переносчиков, например, перенос глюкозы (●) в клетки тканей с помощью переносчиков ГЛЮТов

**Пассивный симпорт** – перенос двух ионов по градиенту концентрации в одном направлении, например HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (◆) и H<sup>+</sup> (●)

**Пассивный антипорт** – перенос ионов по градиенту концентрации, в противоположных направлениях, например HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> и Cl<sup>-</sup>

Наружная  
поверхность  
мембраны

Внутренняя  
поверхность  
мембраны

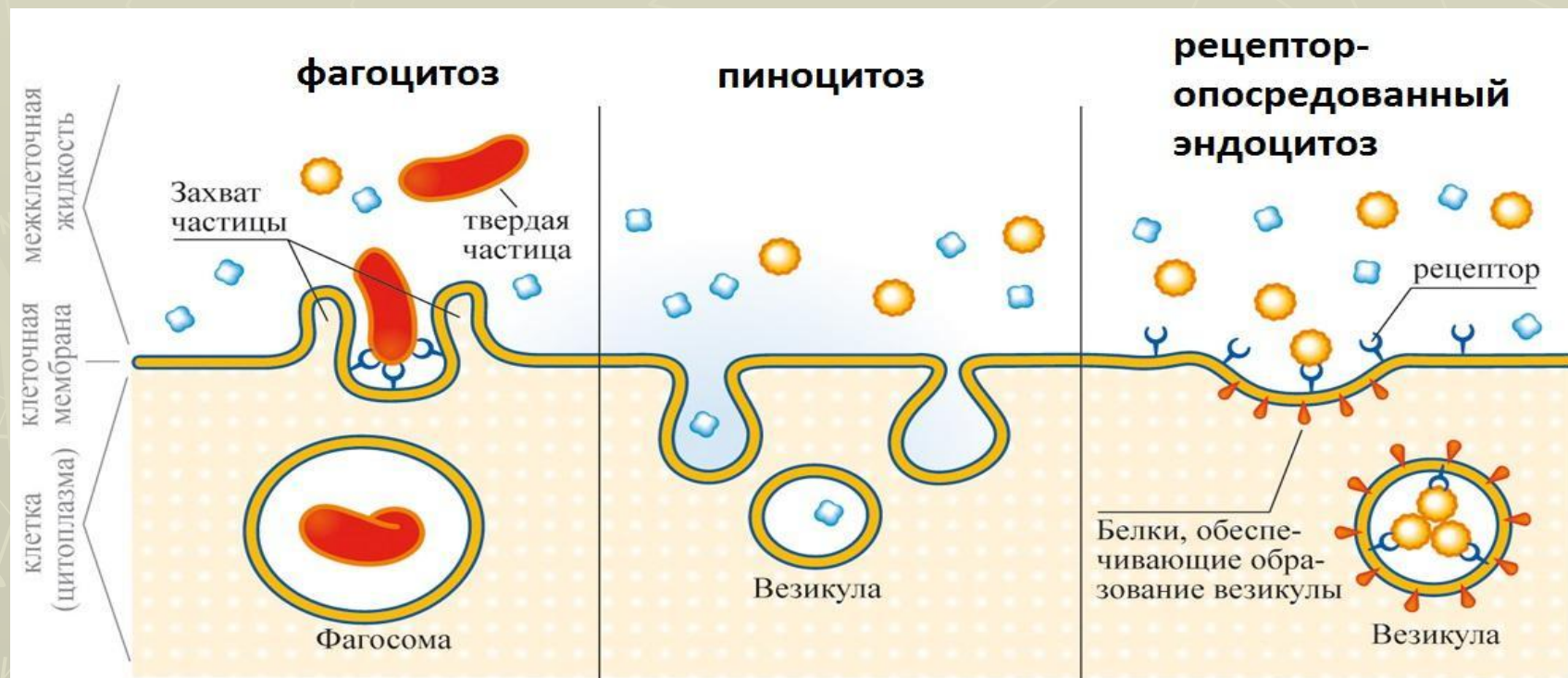


С помощью Ca<sup>2+</sup>-АТФазы цитоплазматической мембраны и мембраны эндоплазматического ретикулума поддерживается низкая концентрация кальция в цитозоле клетки и создается внутриклеточное депо Ca<sup>2+</sup> в митохондриях и эндоплазматическом ретикулуме.

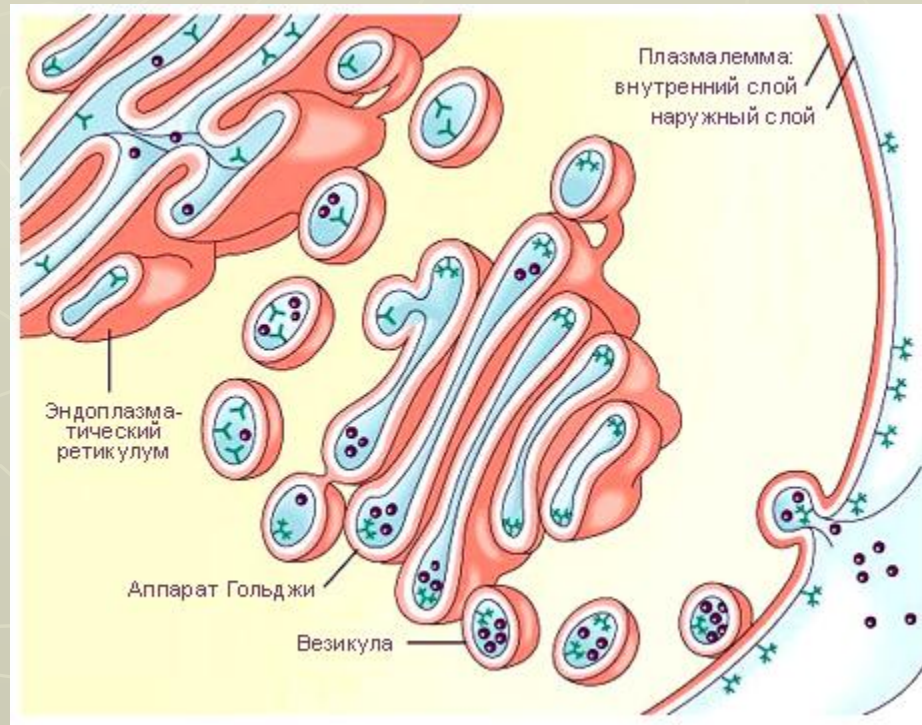
Связывание двух ионов кальция (●) в центрах Ca<sup>2+</sup>-АТФазы, обращенных в цитозоль, приводит к изменению заряда и конформации Ca<sup>2+</sup>-АТФазы. Повышается сродство фермента к АТФ и активируется аутофосфорилирование. Присоединение фосфорного остатка (P) сопровождается конформационными изменениями, Ca<sup>2+</sup>-АТФаза закрывается с внутренней стороны мембраны и открывается с наружной. Снижается сродство центров связывания к Ca<sup>2+</sup> и они отделяются от фермента. Аутодефосфорилирование активируется ионами Mg<sup>2+</sup> (\*). Ca<sup>2+</sup>-АТФаза теряет фосфорный остаток и сродство к ионам Mg<sup>2+</sup>. Изменяется конформация фермента и Ca<sup>2+</sup>-АТФаза возвращается в исходное состояние.

# Перенос через мембраны частиц и высокомолекулярных соединений

Наряду с транспортом органических веществ и ионов, осуществляемым переносчиками, в клетке существует совершенно особый механизм, предназначенный для поглощения клеткой и выведения из неё высокомолекулярных соединений при помощи изменения формы биомембраны. Такой механизм называют **везикулярным транспортом**.



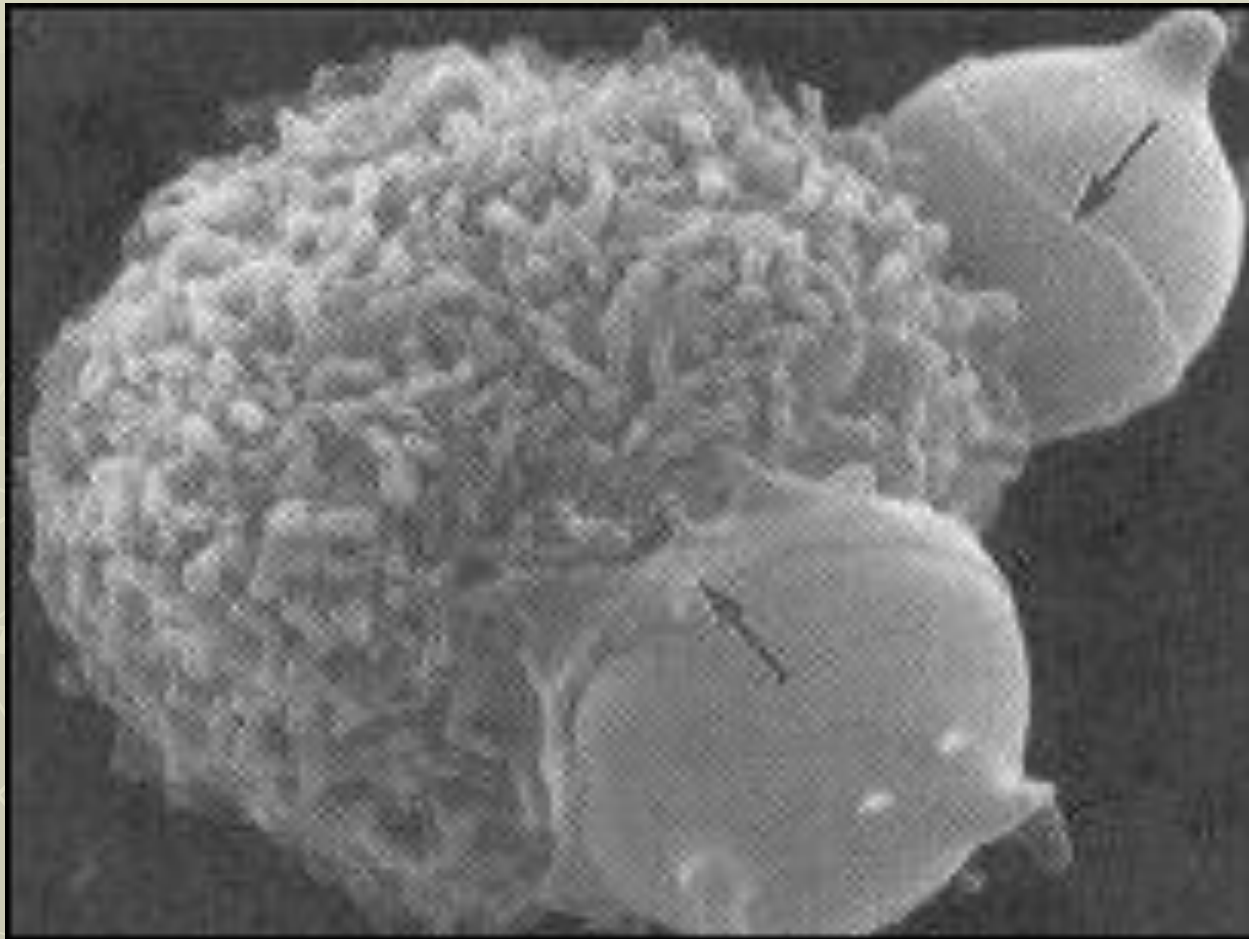
# Экзоцитоз



# Эндоmembраны

- ▶ Мембраны ЭПР, аппарата Гольджи, ядер, митохондрий, лизосом, пероксисом, пено- и фагосом
- ▶ Они разделяют клетку на компартменты, в которых осуществляются специфические функции: синтез биомолекул (ЭПР), воспроизведение генетической информации (ядро), генерация энергии (митохондрии), высвобождение продуктов жизнедеятельности (аппарат Гольджи)
- ▶ Каждый тип эндоmembран, а также ПМ характеризуется тем или иным спектром специфических мембранных ферментов, участвующих в биохимические процессы, свойственные данному типу мембран. Эти ферменты получили название маркерных
- ▶ К маркерных или векторных, ферментов относятся сравнительно стабильные ферменты, активность которых достаточно высока и может быть легко измерена
- ▶ Маркерные ферменты типично интегральными белками
- ▶ Маркерные ферменты применяют для оценки чистоты выделенных мембранных фракций

- ▶ **Фагоцитоз** - процесс захвата и поглощения клеткой крупных частиц (иногда целых клеток и их частей). Специальные клетки, осуществляющие фагоцитоз, называются фагоцитами. В результате образуются большие пузырьки - фагосомы.



**Благодарю за внимание!**

