

**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.

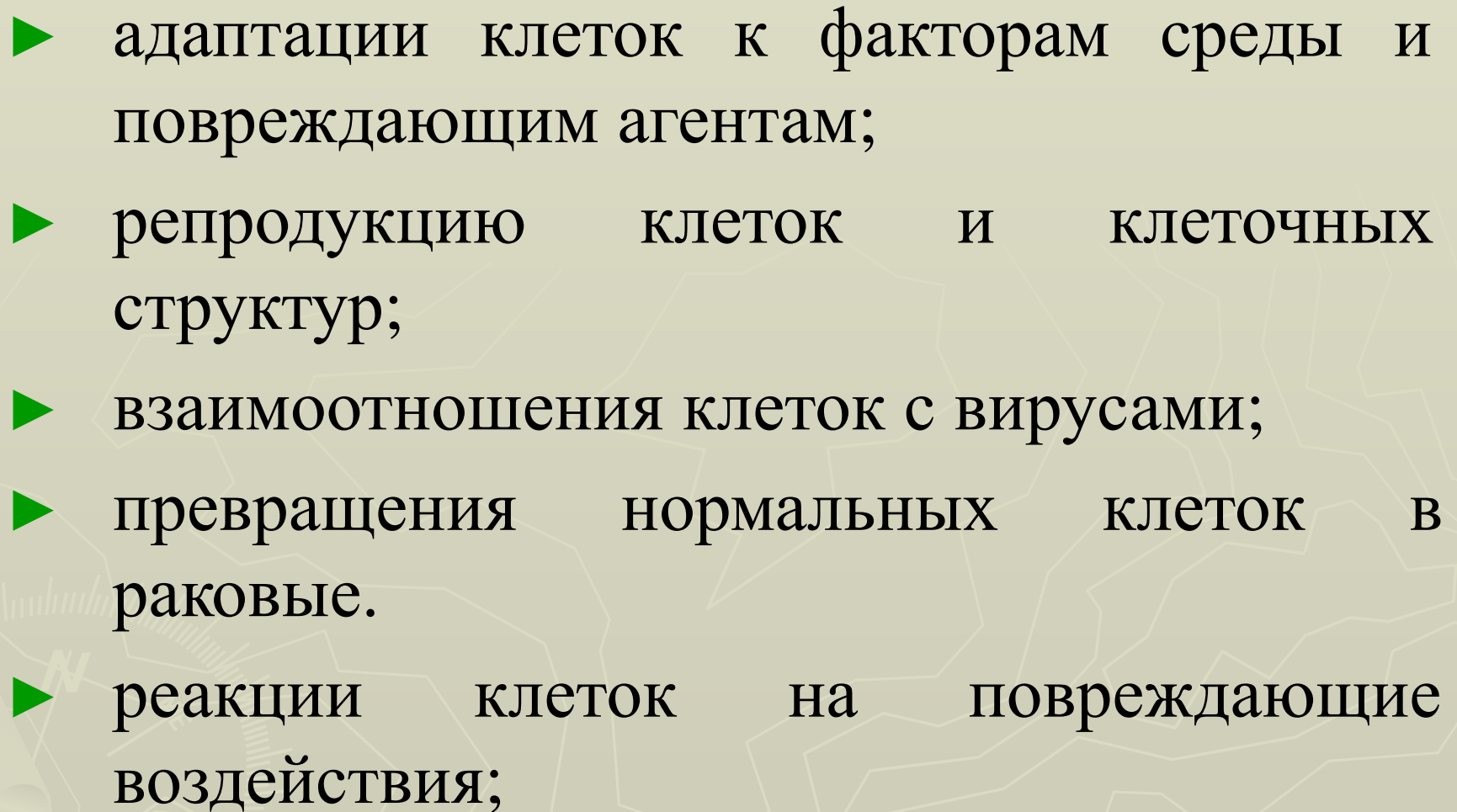
Предмет «Клеточная биология»

- ▶ 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



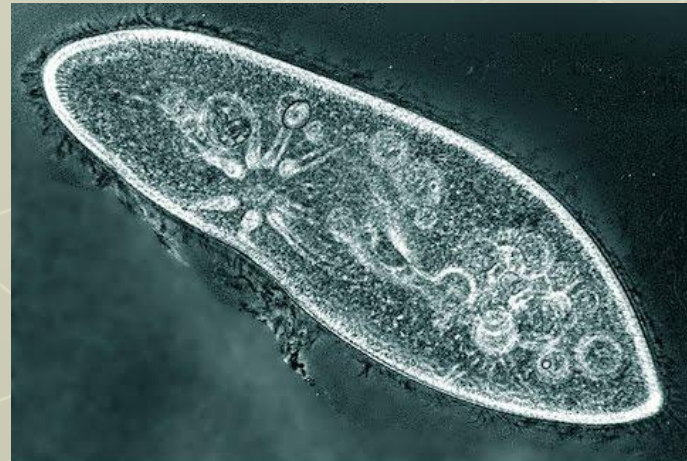
Роберт Гук

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



**Антони ван
Левенгук**

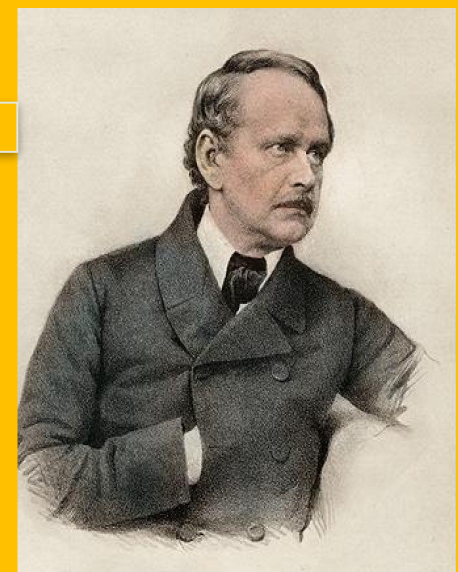
- ❖ Усовершенствовал микроскоп, который дал увеличение в 300 раз.
- ❖ Впервые наблюдал мир микроскопических организмов (инфузории).



КЛЕТОЧНАЯ ТЕОРИЯ

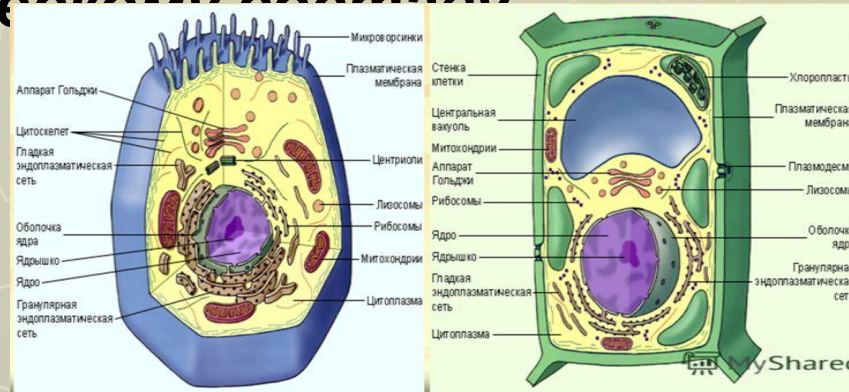


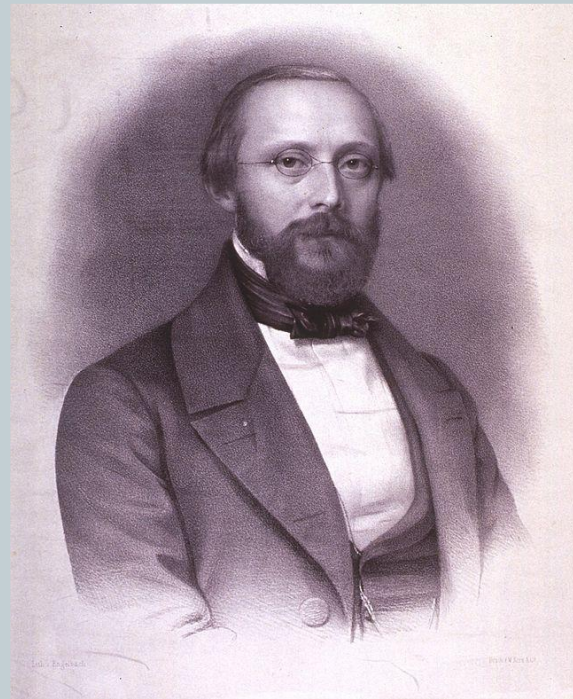
Т. Шванн



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

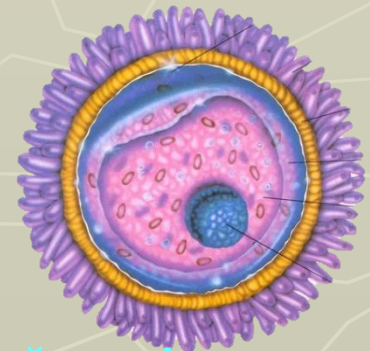
- 1827 открыл яйцеклетку млекопитающих;
- доказал, что многоклеточные организмы начинают свой раздел с одной клетки (зиготы)

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

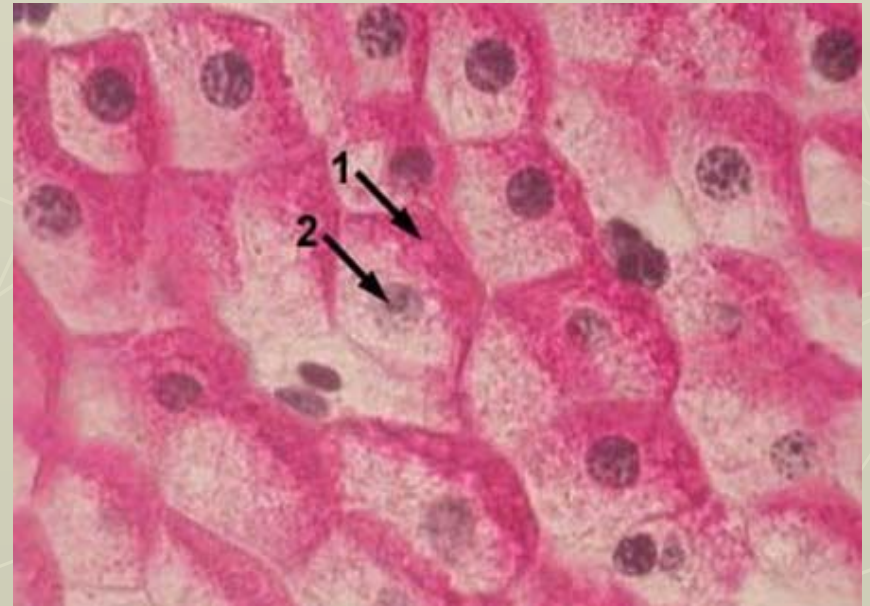
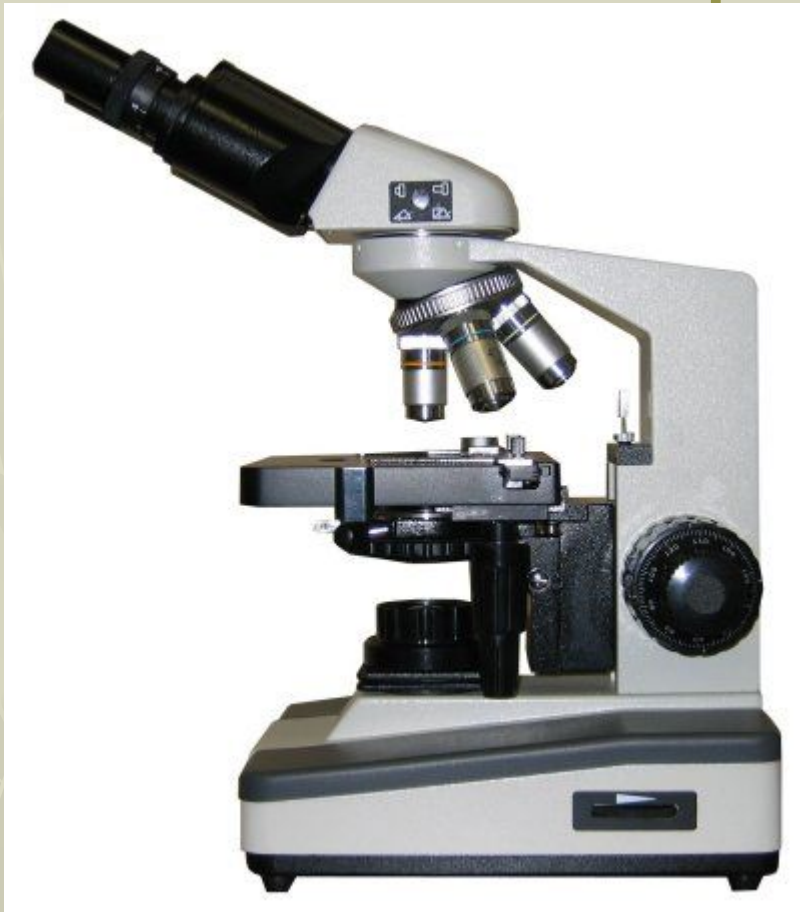
Световая
микроскопия

Электронная
микроскопия

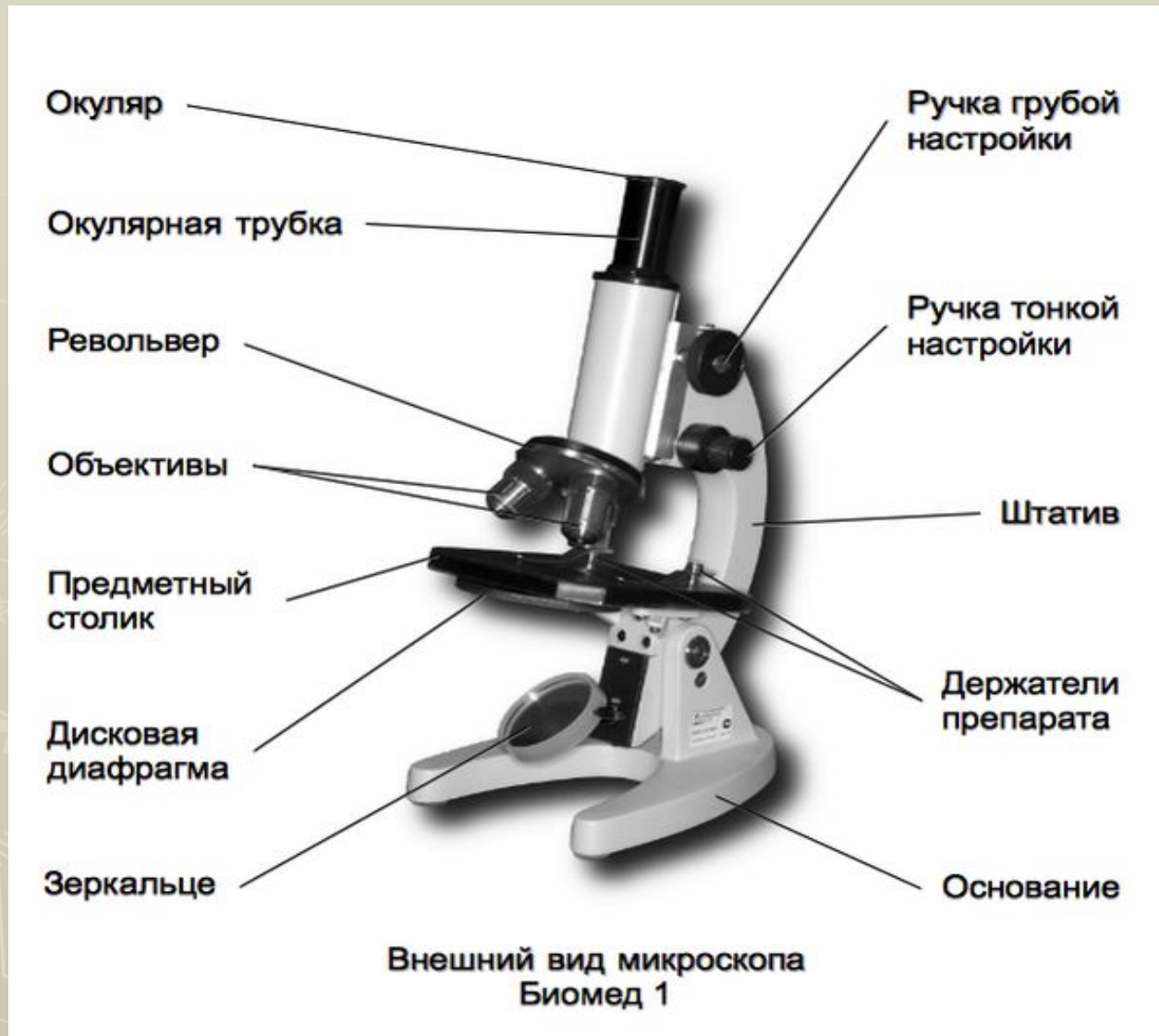
Метод
меченых
атомов

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»).

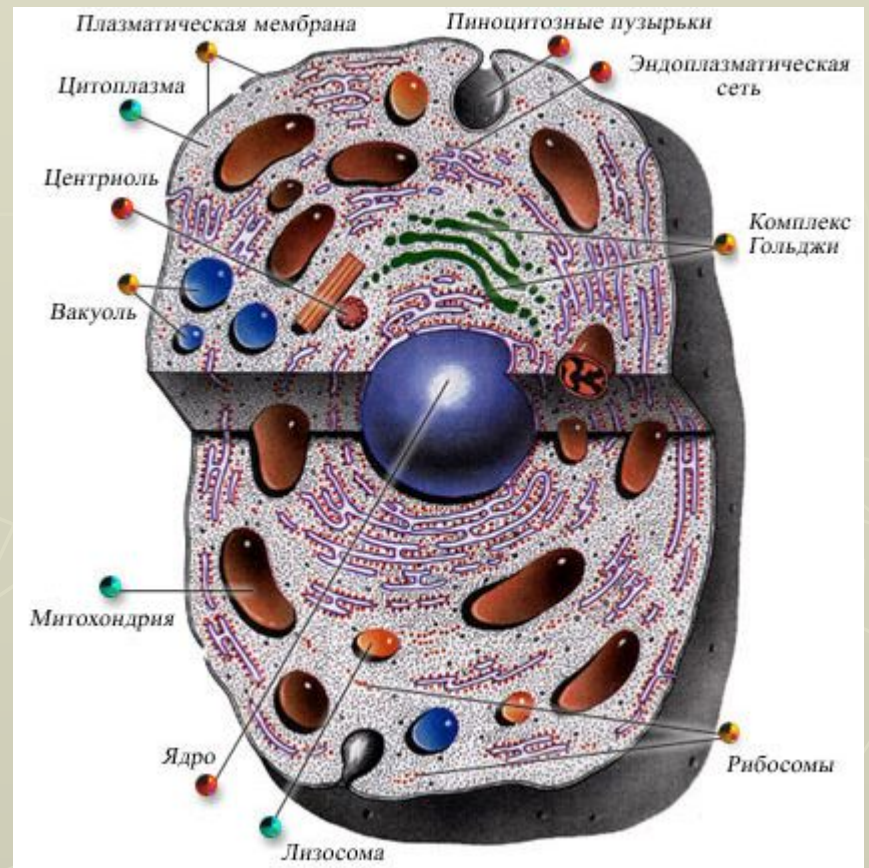
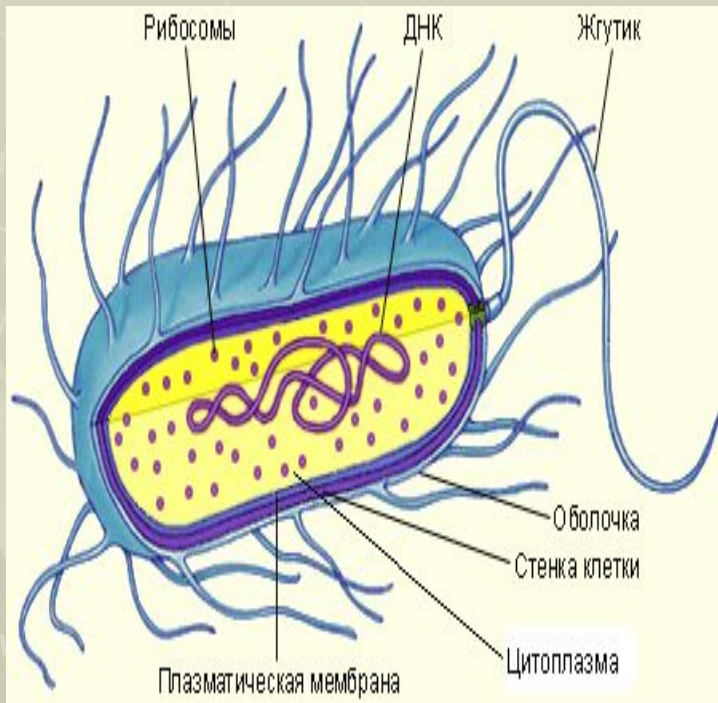
Прокариотами являются представители Царства Дробянки: бактерии и синезеленые водоросли.

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.

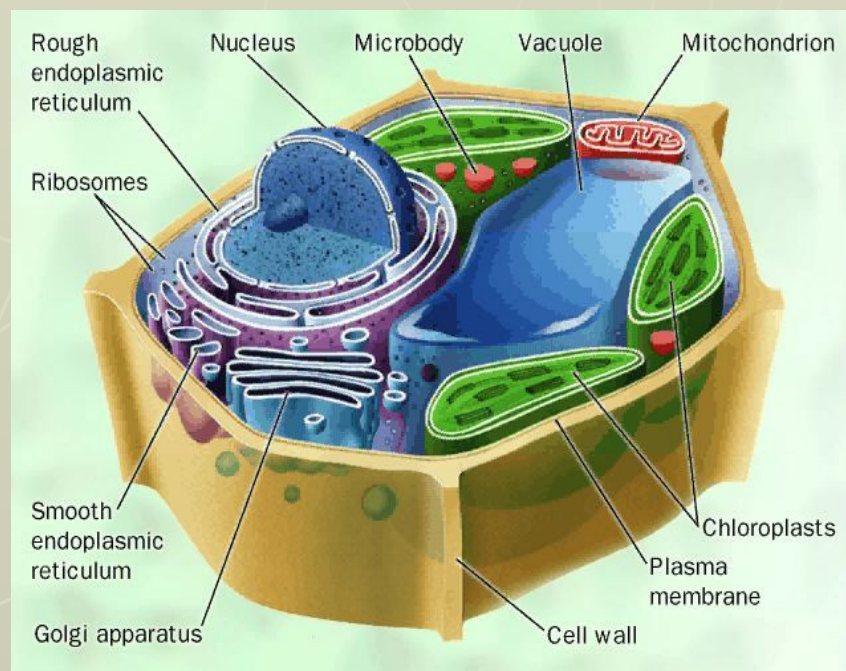
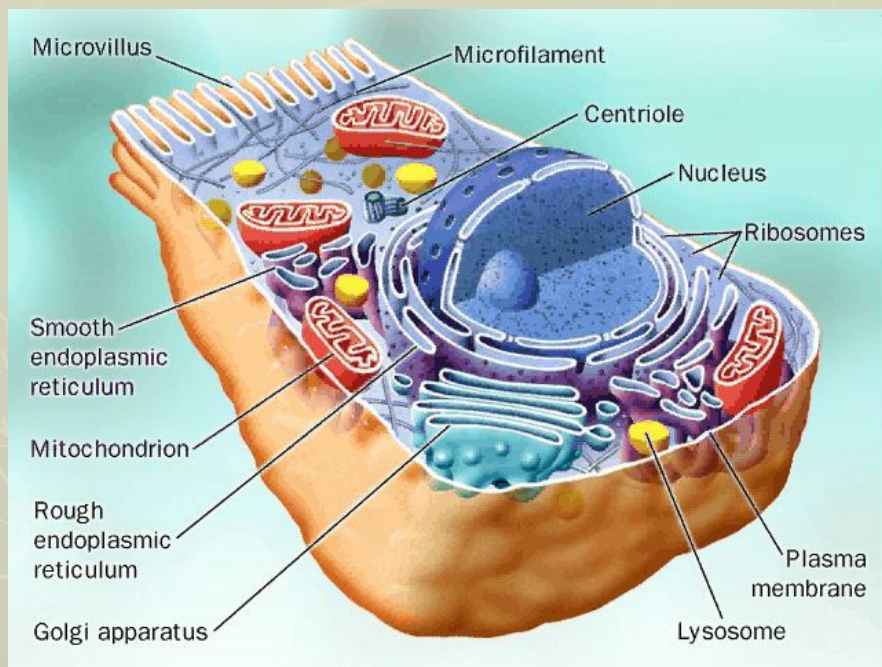
Растительная клетка

- 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_2 и CO_2).

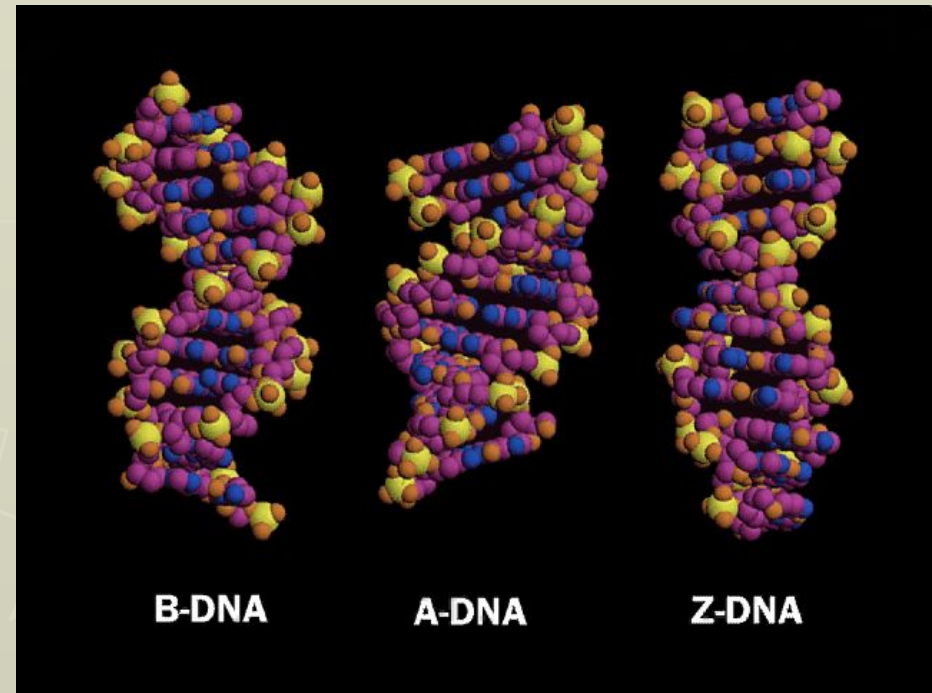
4. Энергетическая – при расщеплении 1г белка выделяется 17,6кДж.

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.

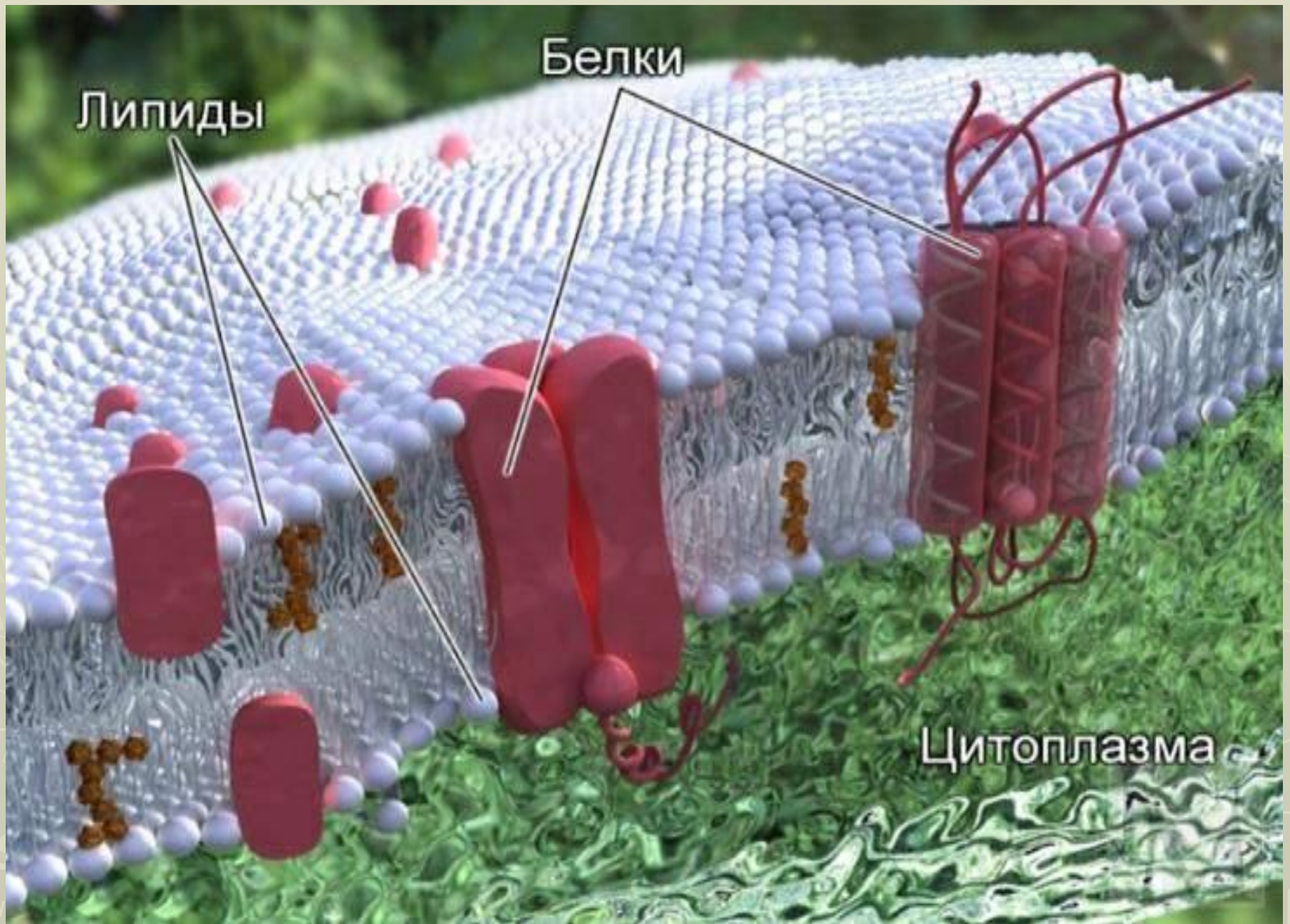
1. простые липиды (жиры, воска)
2. сложные липиды (фосфолипиды, гликолипиды, липопротеины)
3. жироподобные вещества (например, стерины – холестерин).

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. Компартиментация 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.

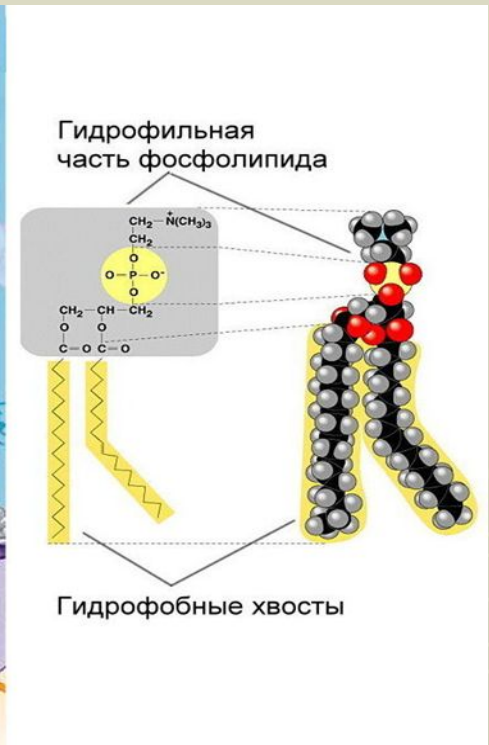
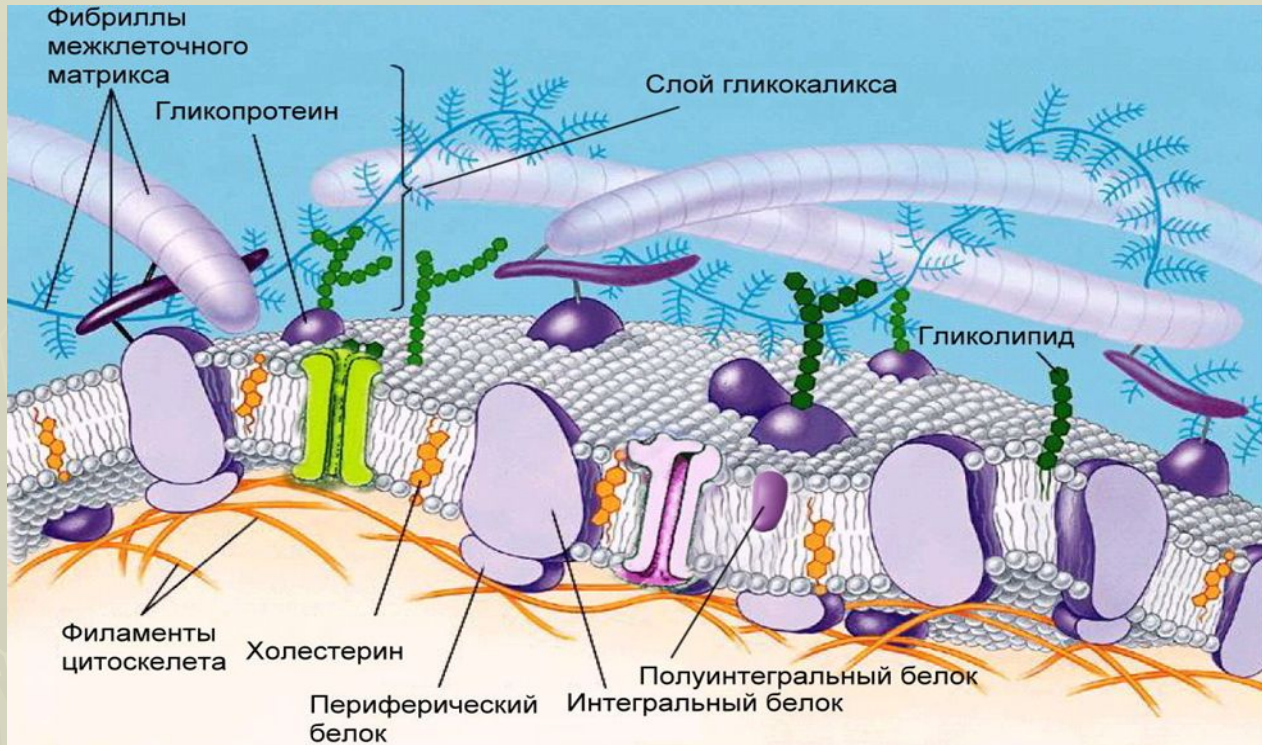
➤ **7. Рецепторная.** Наличие в мембране различных рецепторов, воспринимающих химические сигналы в виде гормонов, медиаторов и других биологически активных веществ, обуславливает способность клетки менять метаболическую активность и обмениваться "информацией" с другими клетками.

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

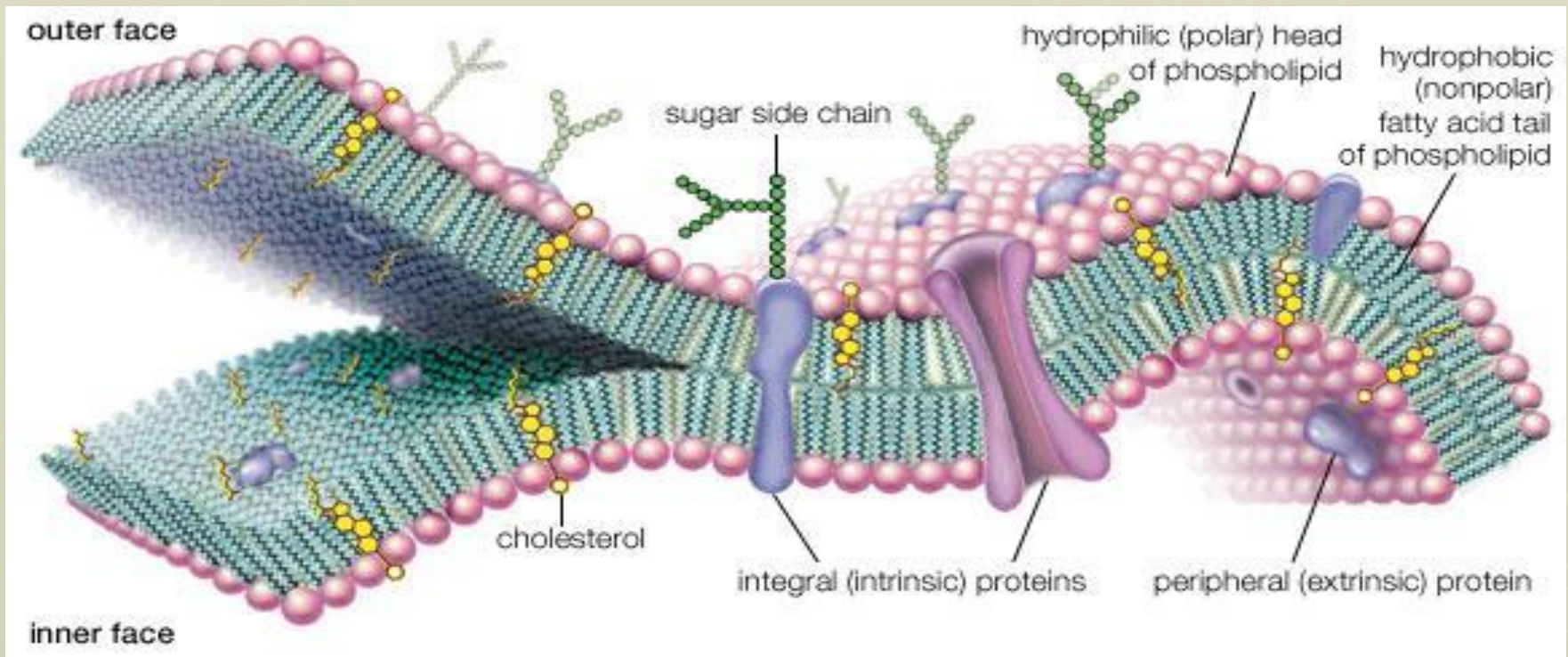
- ▶ **9. Энерготрансформирующая.** Создание градиента (разности) заряда на внутренней мембране митохондрии. Использование этого потенциала для образования АТФ.



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.

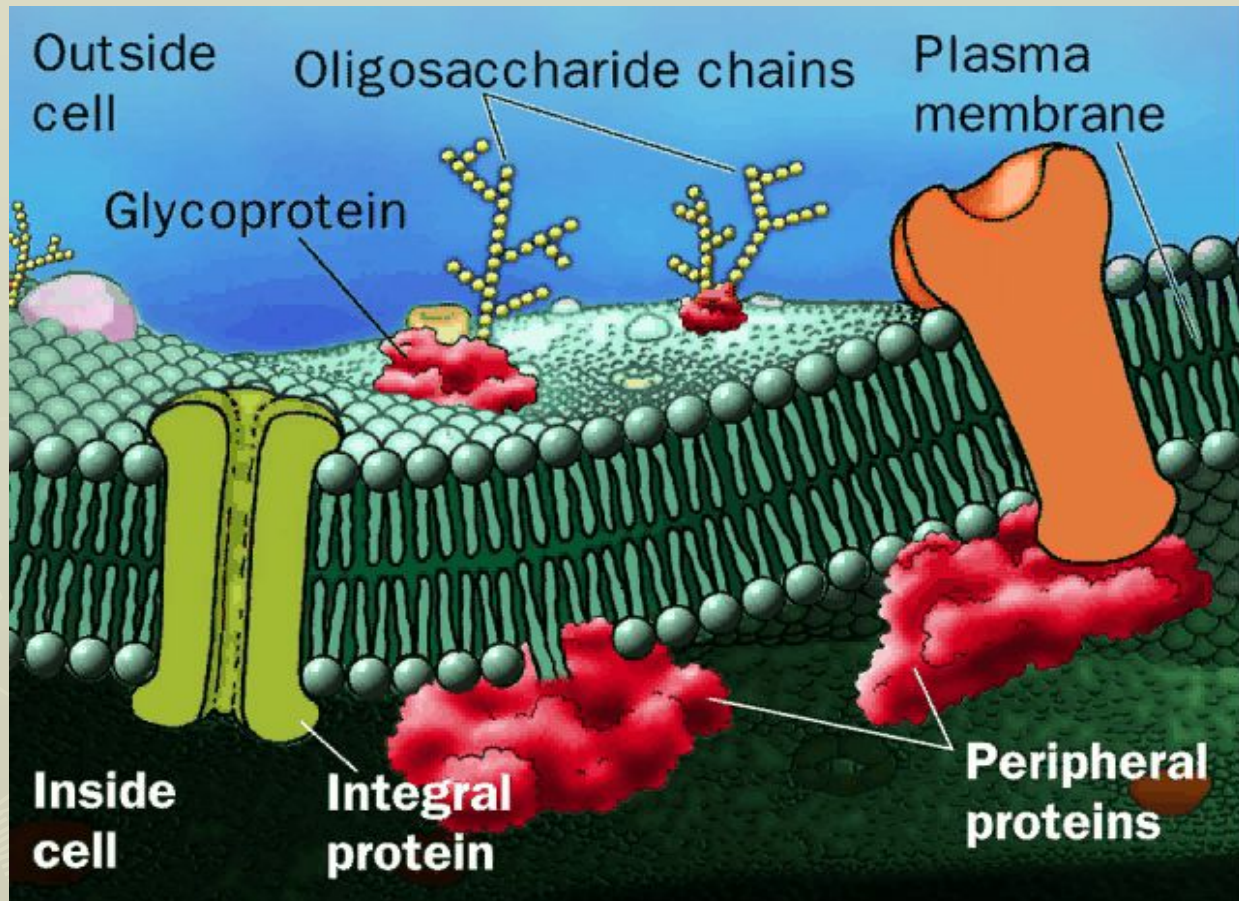
Углеводы



- ▶ **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.

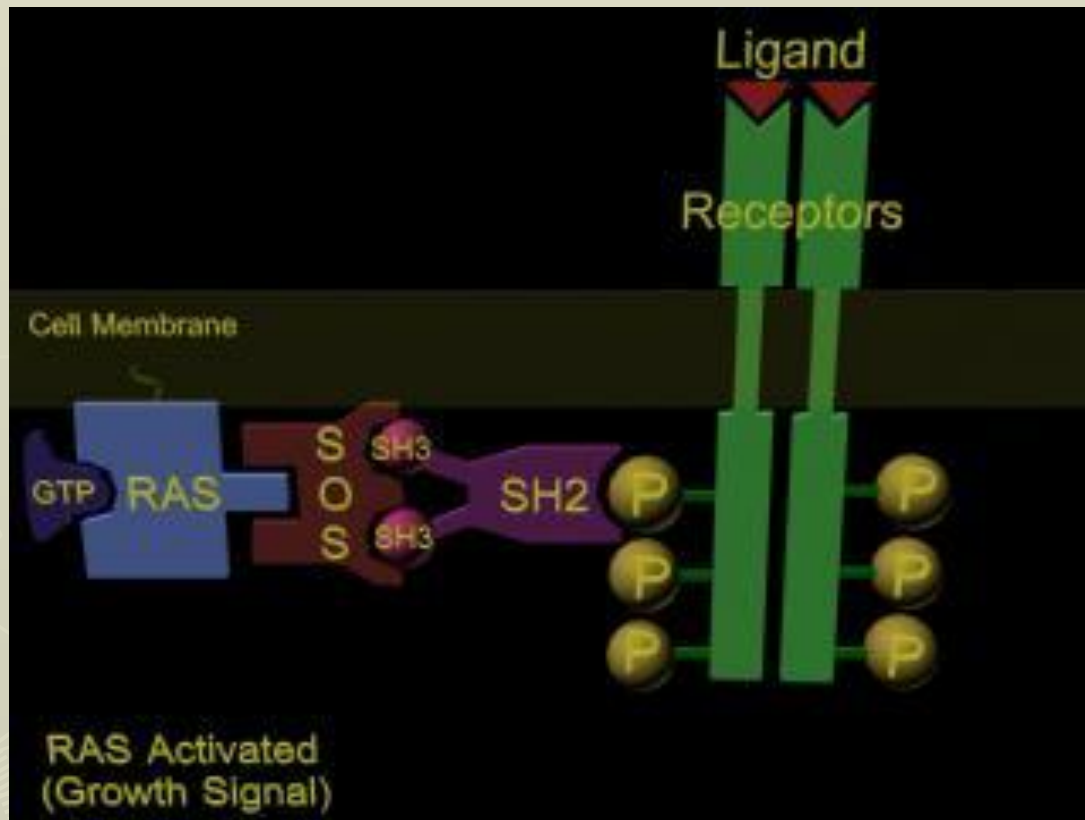
ГЛИКОКАЛИКС

- ▶ 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.

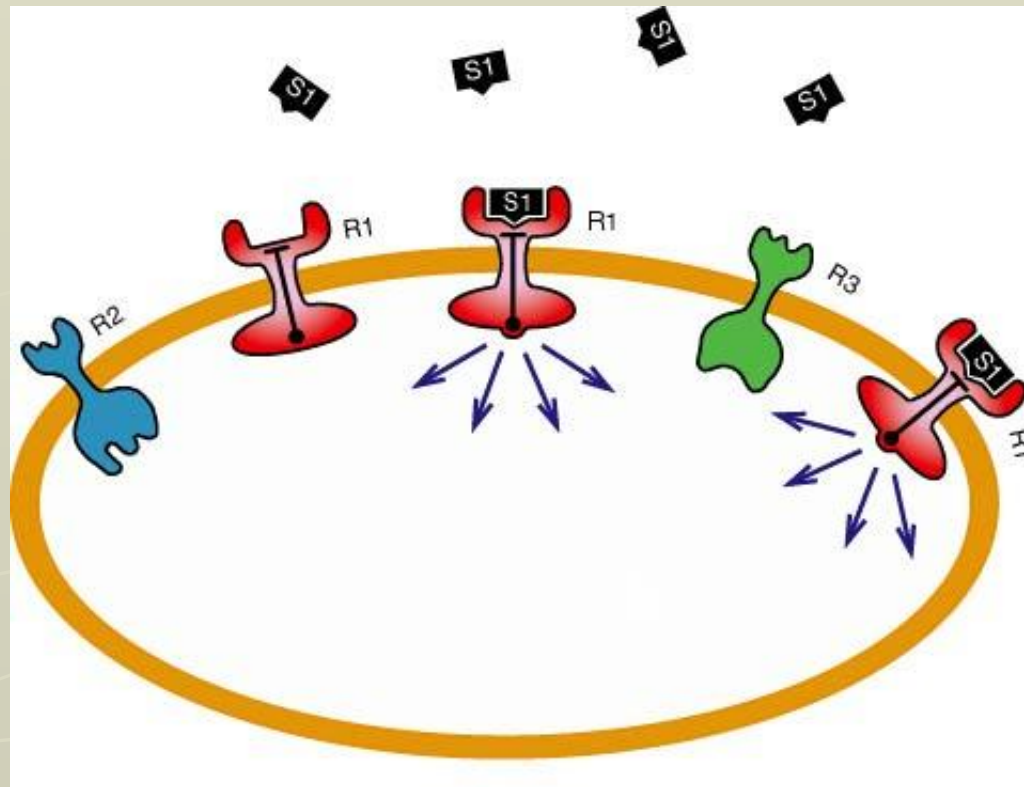


Клеточная оболочка (цитолема) в своей основе имеет биологическую мембрану, поверх которой находится гликокалекс – комплекс гликопротеинов и олигосахаридов толщиной 10-20 мкм. Клеточная оболочка выполняет все функции биологической мембраны.

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.

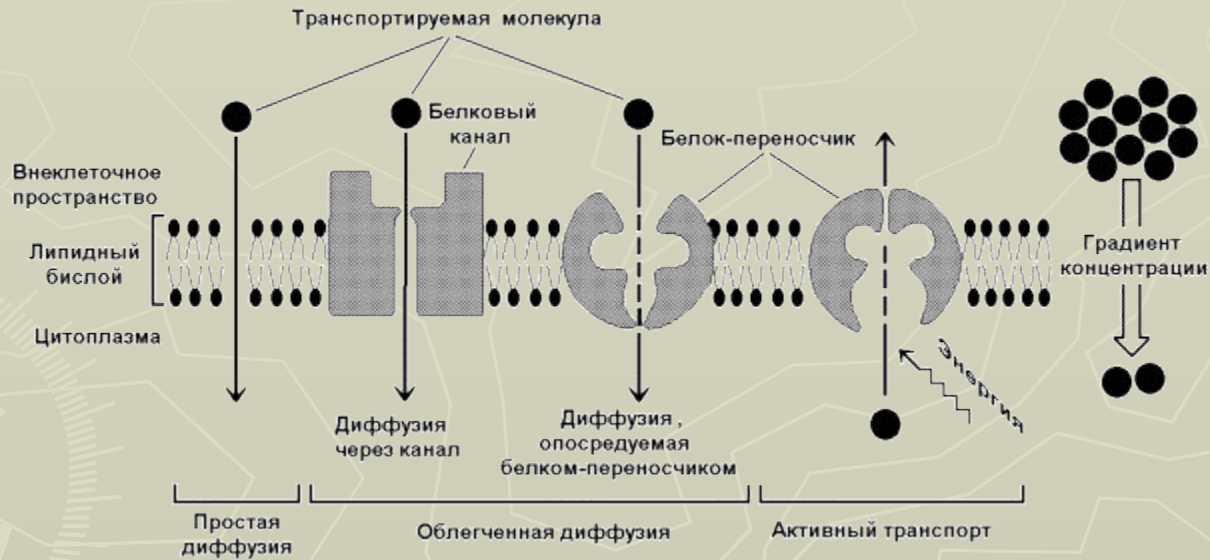
КЛЕТОЧНАЯ СТЕНКА

- ▶ 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 Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , через митохондриальную – протоны. Для активного транспорта веществ характерна кинетика насыщения.



Натрий - калиевая АТФаза (активный транспорт)

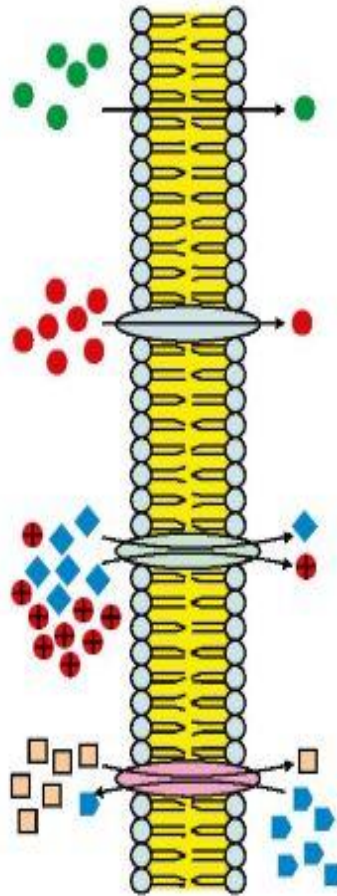
- Другое название - Na^+ , K^+ -АТФазы или Na^+ , K^+ -насос
- Na^+ , K^+ -насос выкачивает 3 иона Na^+ из клетки в обмен на 2 иона K^+
- Фермент регулирует концентрацию Na^+ и K^+ внутри клетки, потоки H_2O , поддерживает постоянный объем клетки, обеспечивает Na^+ -связано транспорт многих молекул, участвующих в создании мембранного потенциала и потенциалов действия.

Кальциевая АТФаза (активный транспорт)

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

Наружная
поверхность
мембраны

Внутренняя
поверхность
мембраны



Простая диффузия без участия белков-переносчиков, например O₂, NH₃, H₂O, CO₂, мочевины, спирт, гидрофобные низкомолекулярные вещества (●)

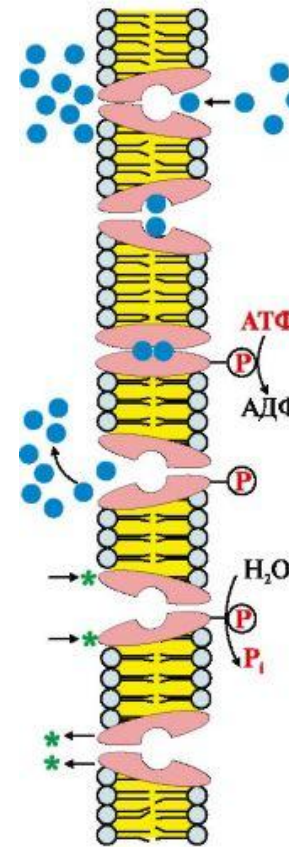
Облегченная диффузия при участии белков-переносчиков, например, перенос глюкозы (●) в клетки тканей с помощью переносчиков ГЛЮТов

Пассивный симпорт – перенос двух ионов по градиенту концентрации в одном направлении, например HPO₄²⁻ (◆) и H⁺ (●)

Пассивный антипорт – перенос ионов по градиенту концентрации, в противоположных направлениях, например HCO₃⁻ и Cl⁻

Наружная
поверхность
мембраны

Внутренняя
поверхность
мембраны

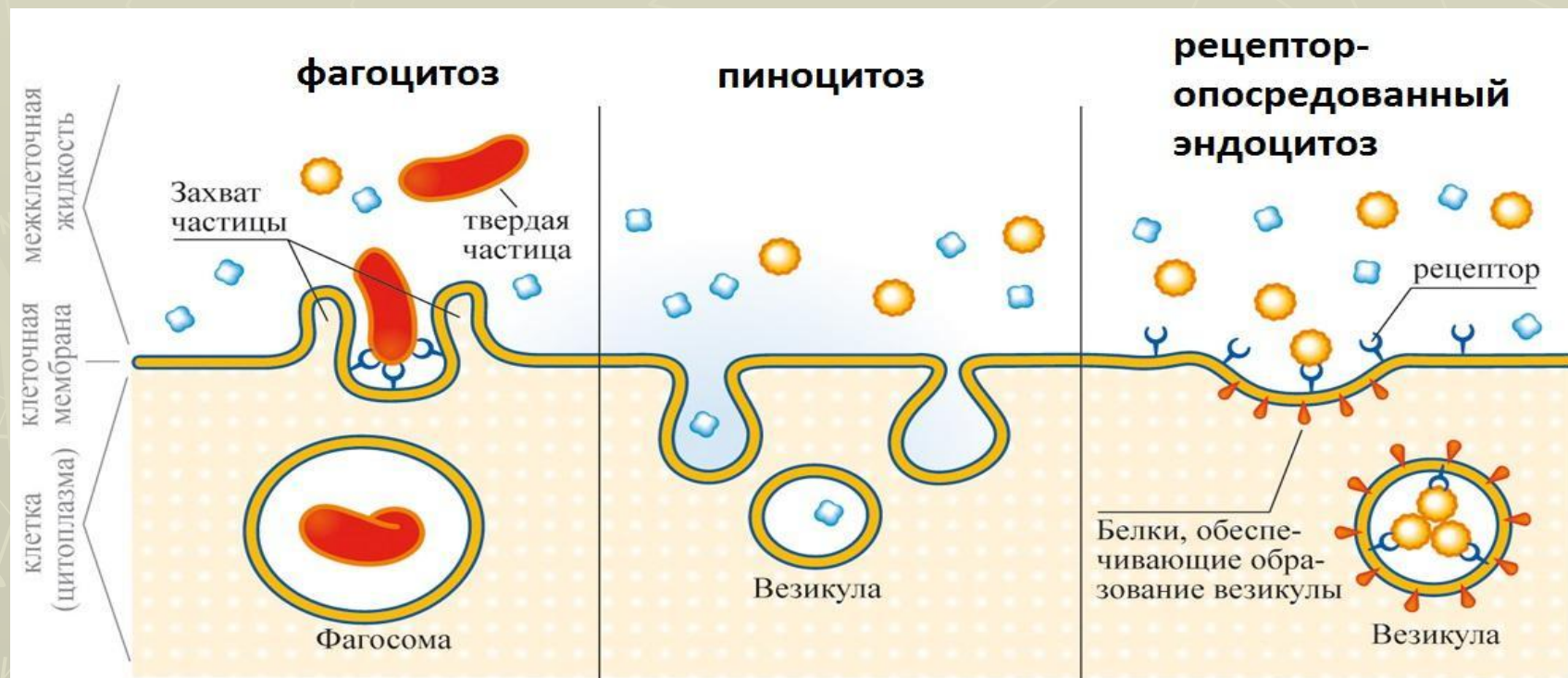


С помощью Ca²⁺-АТФазы цитоплазматической мембраны и мембраны эндоплазматического ретикулаума поддерживается низкая концентрация кальция в цитозоле клетки и создается внутриклеточное депо Ca²⁺ в митохондриях и эндоплазматическом ретикулауме.

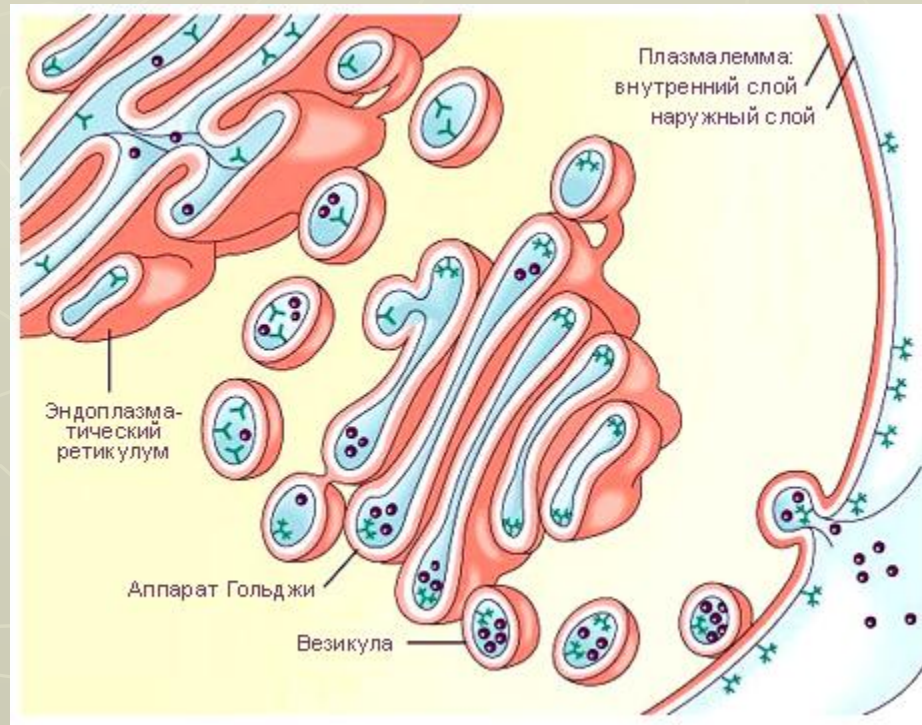
Связывание двух ионов кальция (●) в центрах Ca²⁺-АТФазы, обращенных в цитозоль, приводит к изменению заряда и конформации Ca²⁺-АТФазы. Повышается сродство фермента к АТФ и активируется аутофосфорилирование. Присоединение фосфорного остатка (P) сопровождается конформационными изменениями, Ca²⁺-АТФаза закрывается с внутренней стороны мембраны и открывается с наружной. Снижается сродство центров связывания к Ca²⁺ и они отделяются от фермента. Аутодефосфорилирование активируется ионами Mg²⁺ (*). Ca²⁺-АТФаза теряет фосфорный остаток и сродство к ионам Mg²⁺. Изменяется конформация фермента и Ca²⁺-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**.



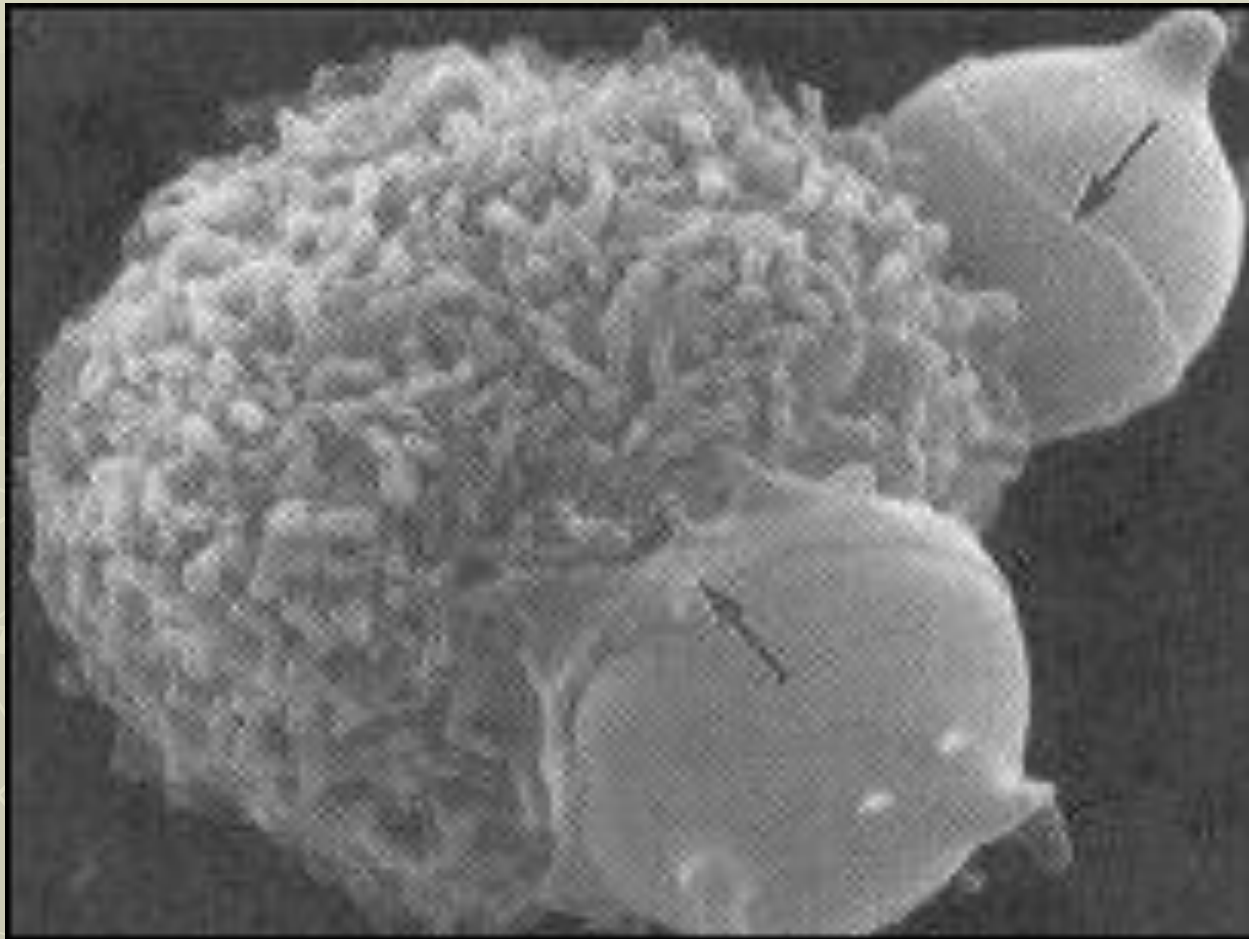
Экзоцитоз



Эндоплазматическая мембрана

- ▶ 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 эндоплазматической мембраны, а также ПМ характеризуется тем или иным спектром специфических мембранных ферментов, участвующих в биохимических процессах, свойственных данному типу мембран. Эти ферменты получили название маркерных
- ▶ К маркерным или векторным ферментам 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!

