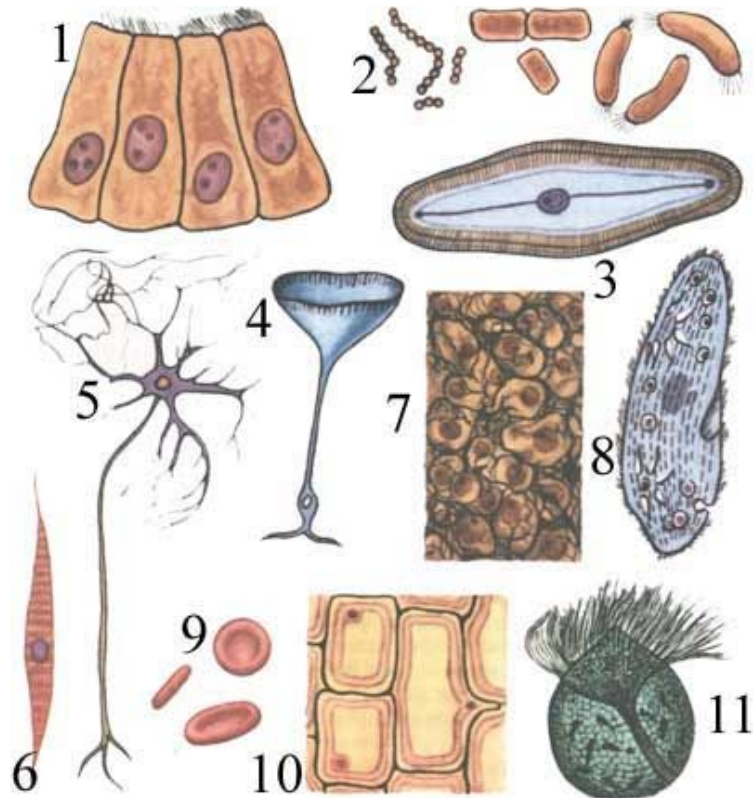


**Клетка:  
строение и функции  
(цитология)**

Человек – многоклеточный организм.

Клетка – структурно-функциональная единица организма человека.

Клетки разнообразны...



...но принцип строения -- один.

# Строение клетки

## КЛЕТКА И КЛЕТОЧНЫЕ ОРГАНЕЛЛЫ

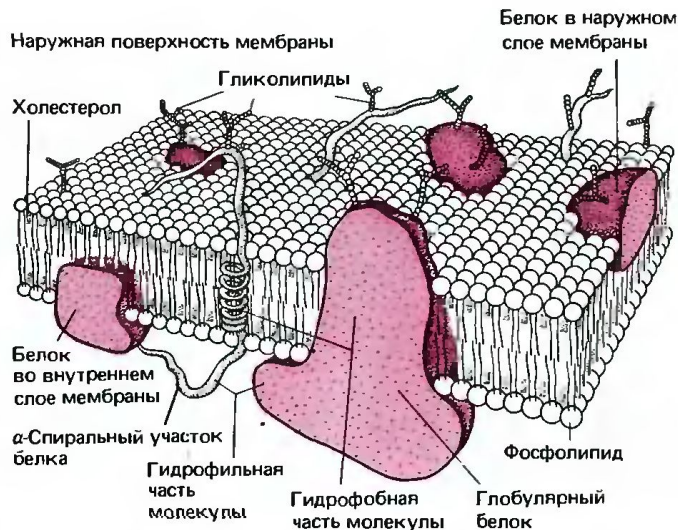


# ПОВЕРХНОСТНЫЙ АППАРАТ КЛЕТКИ =

**Мембрана** (цитоплазматическая, плазматическая, цитолемма, плазмолемма) +

**надмембранный комплекс** (гликокаликс) +

**субмембранный аппарат** (микрофиламенты, микротрубочки, актиновые микрофибриллы, вспомогательные белки).

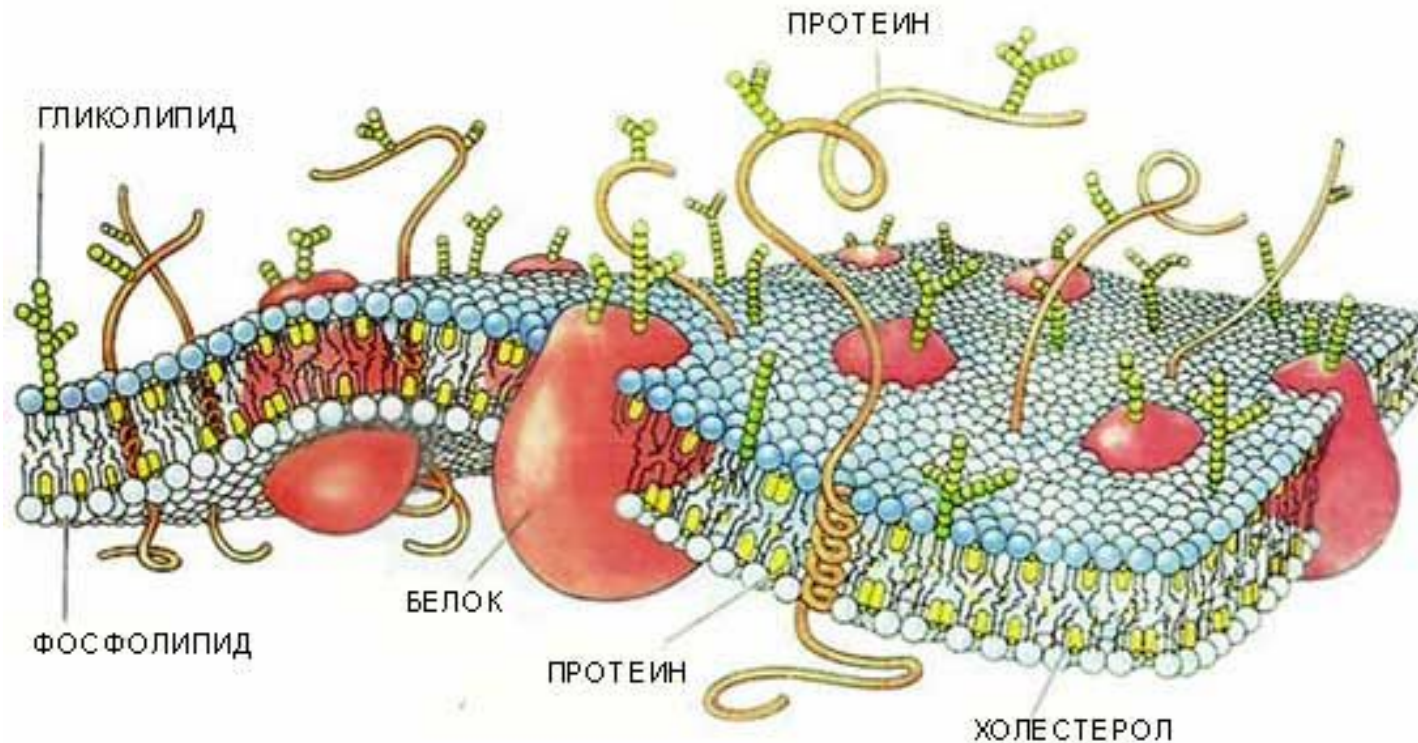


# «ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКАЯ МЕМБРАНА» =

= «плазматическая мембрана» = «цитолемма» = «плазмолемма».

**Основные компоненты цитоплазматической мембраны -- молекулы:**

1. липидов,
2. белков,
3. холестерина = холестерола,
4. углеводов.

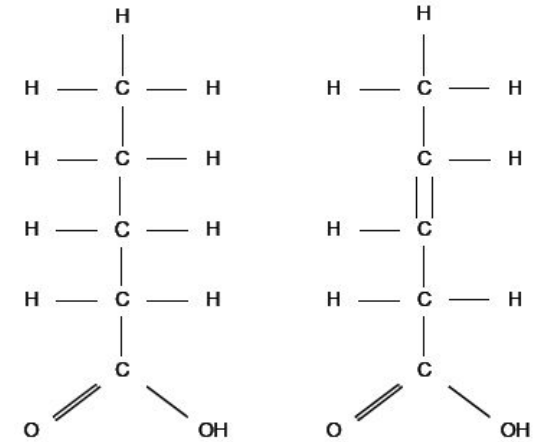


# ЛИПИДЫ

**Химическое** определение липидов -- жирные кислоты и их производные.

В биологии по традиции принято к ним относить гидрофобные или амфифильные вещества и другой химической природы.

**Биологическое** определение липидов -- группа органических соединений, хорошо **растворимых** в неполярных органических растворителях (бензол, ацетон, хлороформ) и практически **нерастворимых** в воде (определение устарело).



## ЛИПИДЫ КЛЕТОЧНОЙ МЕМБРАНЫ

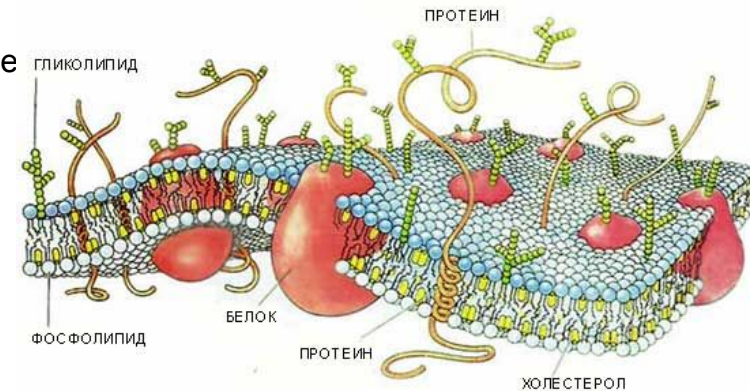
**Фосфолипиды:** фосфитидилхолин, фосфатидилэтаноламин, фосфатидилсерин, сфингомиелин, фосфатидилинозит. Сочетание разное даже в пределах одной клетки (наружный и внутренний слой).

**Липидный бислой:** фосфорилированный гидрофильный глицерин («головки») + 2 гидрофобных «хвоста» жирных кислот (эфирная связь). Толщина: 7,5 нм.

**Основное свойство** -- **амфифильность** (вода, жиры).

**Притяжение:** хвосты к хвостам, головки к воде.

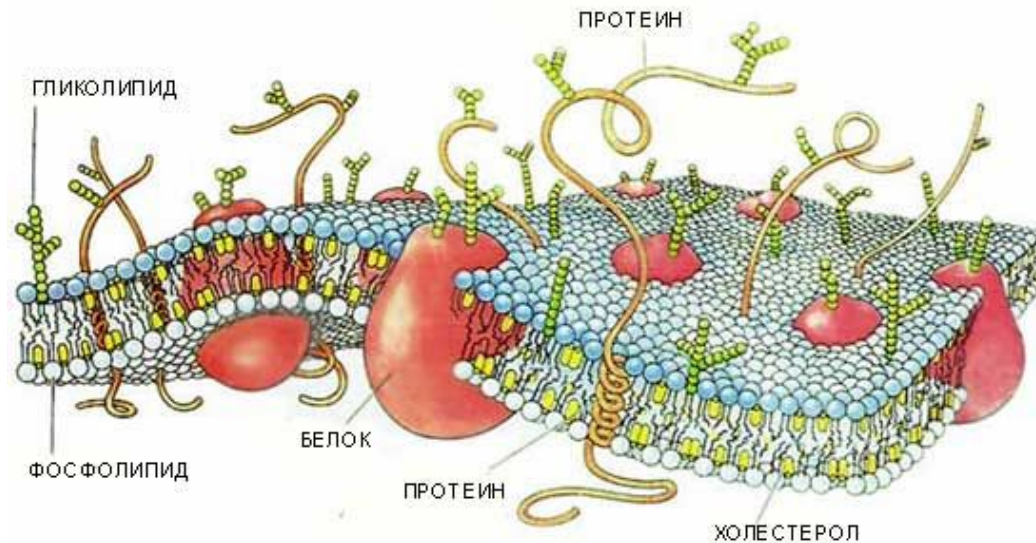
**Подвижность:** латеральная, вращение.



# ХОЛЕСТЕРИН

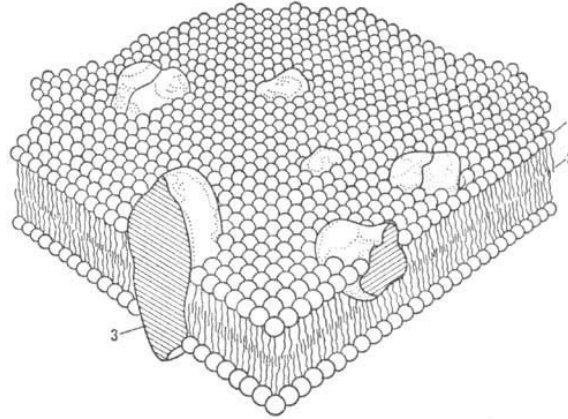
Распределён между липидами.

Уменьшает текучесть мембраны, а при низких температурах повышает её.



# БЕЛКИ КЛЕТОЧНОЙ МЕМБРАНЫ

белковые молекулы «плавают в липидном озере»



**Структурная классификация белков клеточной мембраны:**

1. интегральные,
2. периферические

**Функции белков клеточной мембраны:**

1. Ферменты
2. Передача информации внутрь клетки: рецепторы, посредники
3. Транспортные белки: каналы, насосы, белки-переносчики, обменники.

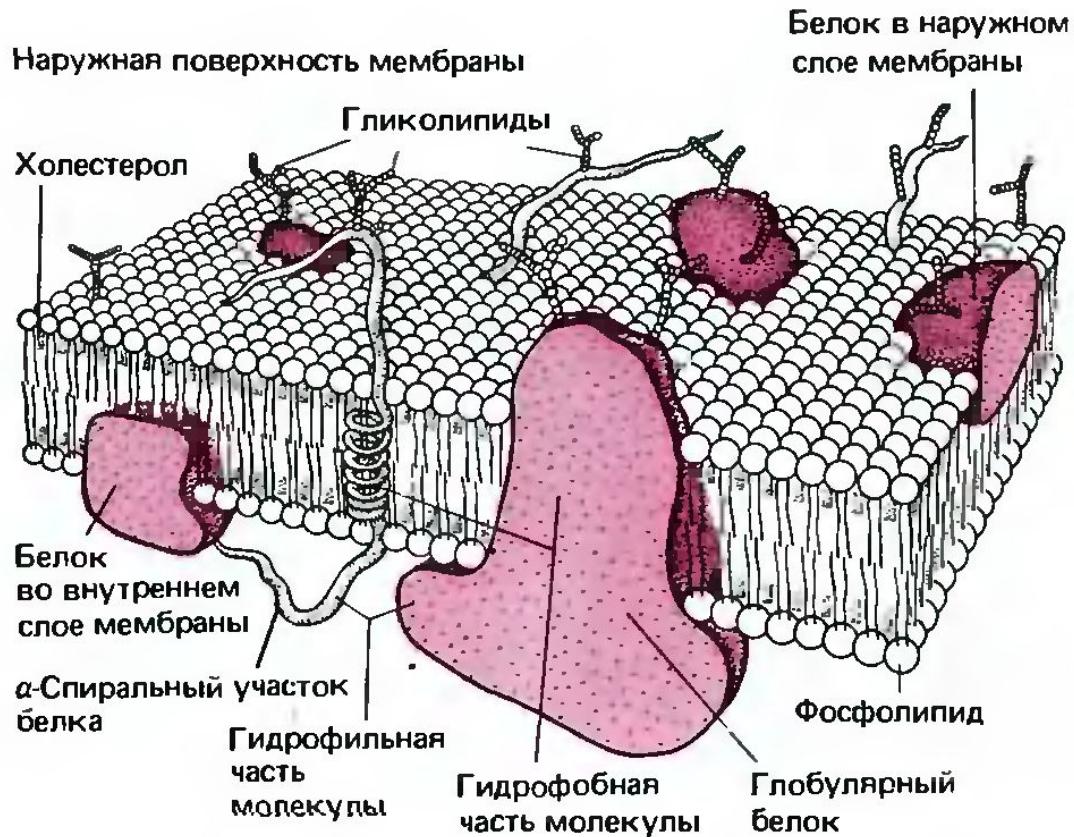


# Углеводы

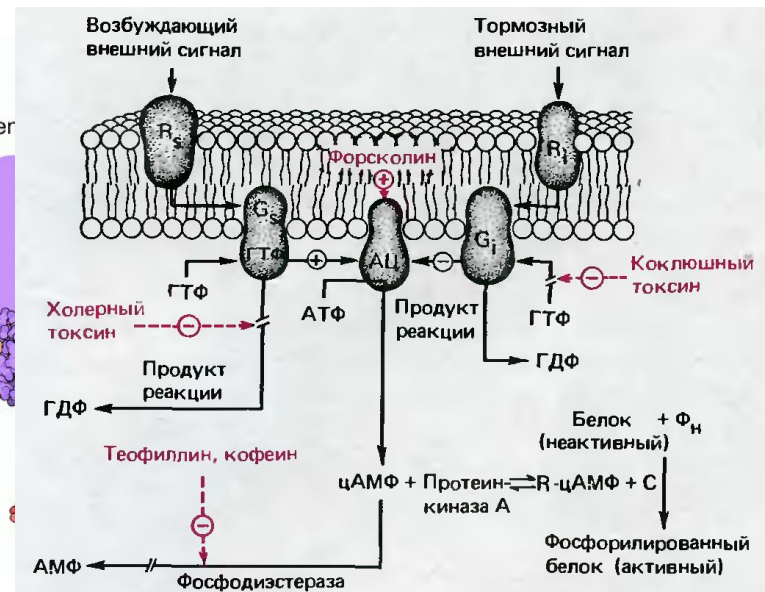
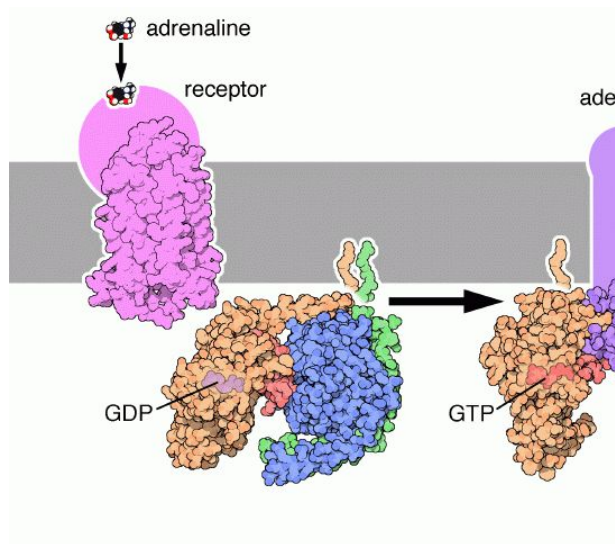
Связаны с белками (гликопротеиды) и липидами (гликолипиды).

Гликокаликс.

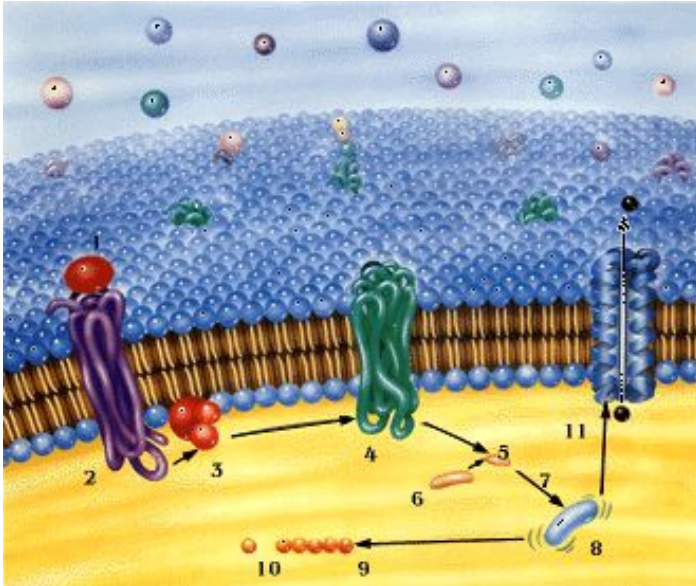
Функции гликокаликса: стабилизирует мембрану (связывая внеклеточный кальций), матрица для прикрепления других клеток.



# ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ В КЛЕТКУ (КЛЕТОЧНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ)



# Каскад передачи сигнала «сигнал – рецептор - второй посредник - ответ»



1. **Первичный сигнал** (мессенджер) воздействует на
2. **рецептор**, сопряжённый с G-белком
3. **G-белок** активируется: замещение ГДФ на ГТФ, диссоциирует на  $\alpha$  и  $\beta\gamma$ -комплекс.
4.  $\alpha$  и  $\beta\gamma$ -комплекс взаимодействует с ферментом (например, аденилатциклазой) или ионным каналом.
5. Активированный фермент взаимодействует и обеспечивает образование **второго посредника (например, цАМФ)**.
6. из АТФ
7. Второй посредник через каскад ферментных реакций взаимодействует с **эффектором**.

## Первичный мессенджер (сигнал)

Из внешней или из внутренней среды.

**Химические сигналы:** аминокислоты и их производные, пептиды, белки, нуклеотиды, жирные кислоты и их производные, стероиды, ретиноиды и малые неорганические молекулы.

**Физические сигналы:** энергия света, тепло, холод, давление и т.д.

## Рецептор -- интегральный мембранный белок

белок

G-белок – это универсальный посредник при передаче сигнала от рецептора к эффекторным белкам, вызывающим конечный клеточный ответ (ферменты (нпр., аденилатциклаза) или ионные каналы).

**Второй посредник -- передают сигнал клеточным компонентам, вовлечённым в ответ.**

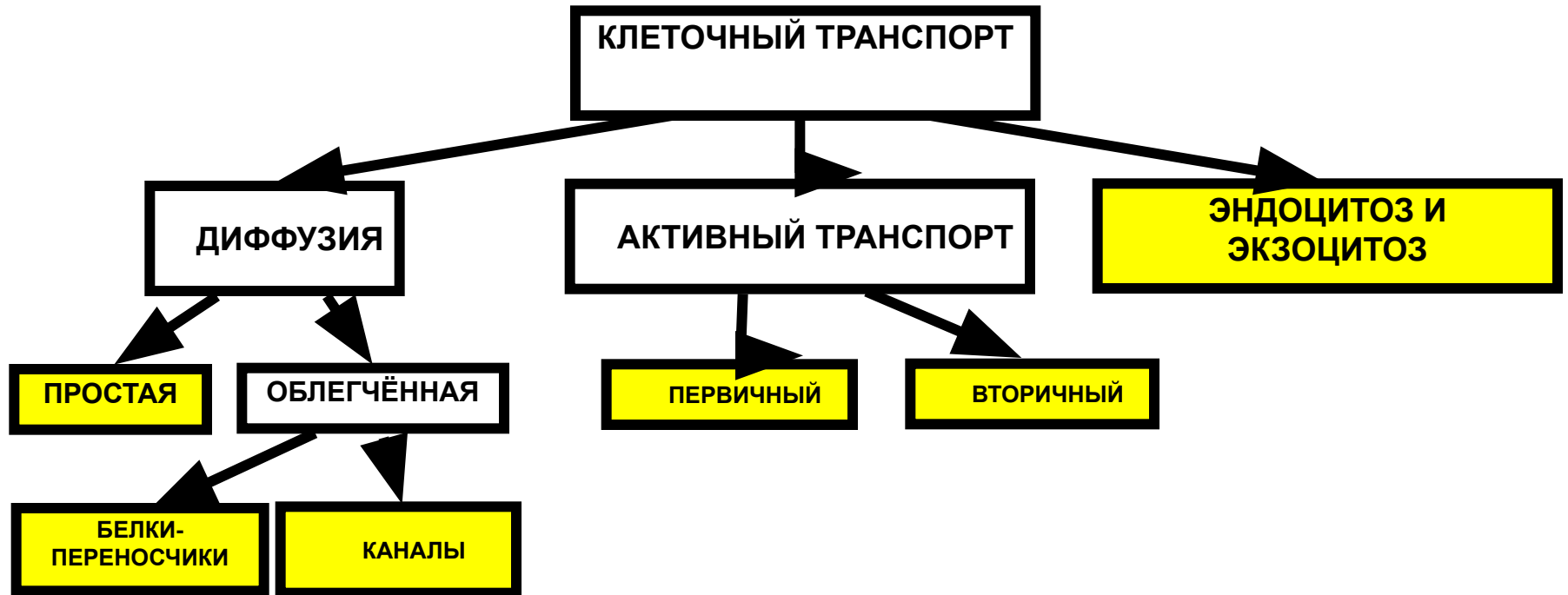
Наиболее известные вторые посредники: цАМФ, кальций, цГМФ, диацилглицерол DG, инозитол трифосфат IP3.

**Эффектор: фермент, ионный канал.**

Нобелевская премия по физиологии и медицине 1994 года -- Альфред Гилман и Мартин Родбелл -- за открытие и исследование G-белка.

# КЛЕТОЧНЫЙ ТРАНСПОРТ

# ВИДЫ КЛЕТОЧНОГО ТРАНСПОРТА



№	Вид транспорта	Что переносится	Механизм	Примеры
1	Простая диффузия через мембрану клетки	незаряженные липофильные вещества	Прямо через мембрану	кислород, углекислый газ, этанол, мочеви́на
2	Облегчённая диффузия через каналы	ионы и мелкие полярные молекулы	Трансмембранные каналы = поры	Все ионы: вода
3	Облегчённая диффузия с помощью белков-переносчиков	Крупные полярные молекулы	С помощью транспортных белков	Глюкоза, аминокислоты
4	Первичный активный транспорт	Ионы	Белки-насосы = помпы = АТФ-азы.	Йоны натрия, калия, кальция, водорода (протоны).
5	Вторичный активный транспорт	Йоны, молекулы простых углеводов, аминокислот	Белки-обменники.	Йоны натрия, кальция, водорода, молекулы глюкозы и аминокислот
6	Эндоцитоз и экзоцитоз	Частицы, молекулы белков	Мембранные пузырьки	Бактерии, секрет.

# ДИФФУЗИЯ

Диффузия – это ненаправленное свободное движение молекул.

# ПРОСТАЯ ДИФФУЗИЯ ЧЕРЕЗ МЕМБРАНУ

**Простая диффузия** – диффузия, при котором вещество проникает через клеточную мембрану **в направлении концентрационного (электрохимического) градиента.**

## Основные свойства простой диффузии через мембрану клетки

1. Проходит по электрохимическому градиенту
2. Скорость линейно зависит от градиента концентрации, температуры и pH среды.
3. Ненасыщаемый процесс.
4. Не расходуется энергия.

№	Вид транспорта	Что переносится	Механизм	Примеры
1	Простая диффузия через мембрану клетки	незаряженные липофильные вещества	Прямо через мембрану	кислород, углекислый газ, этанол, мочевины
2	Облегчённая диффузия через каналы	йоны и мелкие полярные молекулы	Трансмембранные каналы = поры	Все йоны: вода
3	Облегчённая диффузия с помощью белков-переносчиков	Крупные полярные молекулы	С помощью транспортных белков	Глюкоза, аминокислоты
4	Первичный активный транспорт	Йоны	Белки-насосы = помпы = АТФ-азы.	Йоны натрия, калия, кальция, водорода (протоны).
5	Вторичный активный транспорт	Йоны, молекулы простых углеводов, аминокислот	Белки-обменники.	Йоны натрия, кальция, водорода, молекулы глюкозы и аминокислот
6	Эндоцитоз и экзоцитоз	Частицы, молекулы белков	Мембранные пузырьки	Бактерии, секрет.

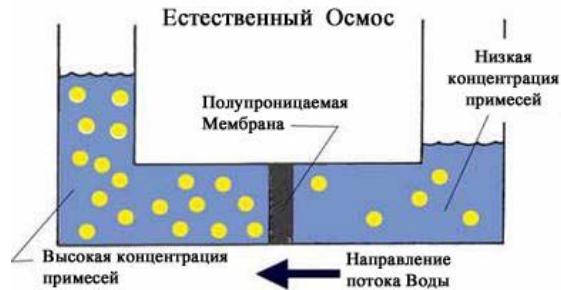
# Диффузия

**Осмоз** – простая диффузия воды по градиенту концентрации.

**Осмотическое давление** – давление частиц в растворе, которое обеспечивает градиент концентрации, достаточный для диффузии воды.

Оно равно **наименьшему гидростатическому давлению**, которое нужно приложить к раствору, чтобы предотвратить перетекание раствора через полупроницаемую мембрану.

Осмотическое давление не зависит от размера частиц, т.к. кинетическая энергия всех частиц равна.



**Осмолярность** – концентрация осмотически активных молекул в единице массы воды. Синоним – осмотический коэффициент.

Тоничность раствора – осмотическое давление, производимое раствором через проницаемую мембрану, отделяющую его от плазмы крови. Изо-, гипо-, гипертонический раствор – его осмолярность в сравнении с таковой плазмы крови.

Осмолярность плазмы крови = 295 мОсм/л-?

Изотонический раствор хлорида натрия – 0,89 %.



# ОБЛЕГЧЁННАЯ ДИФФУЗИЯ

Ионные каналы -- транспортные белки, интегральные, через которые идёт пассивный транспорт мелких полярных молекул толщина 1 нм, заполнены водой.

Прямоугольные импульсы тока около 2 пА, длительностью несколько миллисекунд (десятки тысяч ионов).

## Классификация ионных каналов по возможности управления:

1. Управляемые.
2. Неуправляемые.

### Классификация каналов по управлению

№	Тип каналов
1.	Лиганд-зависимые (рецептор-зависимые, хемочувствительные)
2.	Потенциалзависимые
3.	Механочувствительные

## Транспорт воды в клетку и из неё (обобщение материала по отношению к воде)

1. Через водные каналы – молекулы интегральных белков аквапоринов. Открыты в 2003 г. – Peter Agre, нобелевская премия. Т. е. «облегчённая диффузия».
2. Через кинки -- временные межмолекулярные промежутки (дефекты СН<sub>2</sub> цепей) (англ. kink = дефект)). Т. е. «простая диффузия».

Транспорт воды приводит к изменению объёма клетки, предотвращая её набухание и обезвоживание.  
Формирует упругость (тургор) ткани.

# Активный транспорт

**Активный транспорт** – транспорт молекул через мембрану клетки против градиента концентрации за счёт энергии макроэргических соединений (АТФ).

## СВОЙСТВА АКТИВНОГО ТРАНСПОРТА

1. Против градиента концентрации
2. Необходим транспортный белок
3. Ограничение по скорости, насыщаемость
4. Требуется энергия (гидролиз АТФ)

## ТИПЫ АКТИВНОГО ТРАНСПОРТА

1. Первичный а. т. – за счёт энергии макроэргических соединений.
2. Вторичный а. т. – за счёт энергии, запасённой в виде мембранного градиента другого вещества (натрия) в результате первичном активном транспорте.

# **НАТРИЙ-КАЛИЕВЫЙ НАСОС**

## **Функция натрий-калиевого насоса**

Поддержание градиента концентрации между цитозолем и внеклеточной средой. Натрий из клетки (3 иона), калий в клетку (2 иона). В результате -> разность потенциалов, внутриклеточный заряд -1 (электрогенность).  
Скорость: 150-600 ионов Na в секунду.

## **Функции градиента натрия на мембране**

1. Передача информации.
2. Энергия для переноса других частиц.

## **Что влияет на работу натрий-калиевого насоса?**

1. Ингибируется строфантином (серд. гликозид).
2. Температурная зависимость (охлаждение)
3. Энергетическая зависимость: ДНФ (динитрофенол) – блок АТФ.

Клеточные  
контакты

Структуры. Для тканей, барьеров,  
информационных взаимодействий.  
Межклеточные и клеточно-матриксные.  
Наиболее важны и многочисленны - в  
эпителиальных тканях.

## Функциональная классификация межклеточных контактов

Замыкающий (плотные,  
закупоривающие),  
Адгезионные (заякоривающие,  
прикрепляющие),  
Коммуникационные