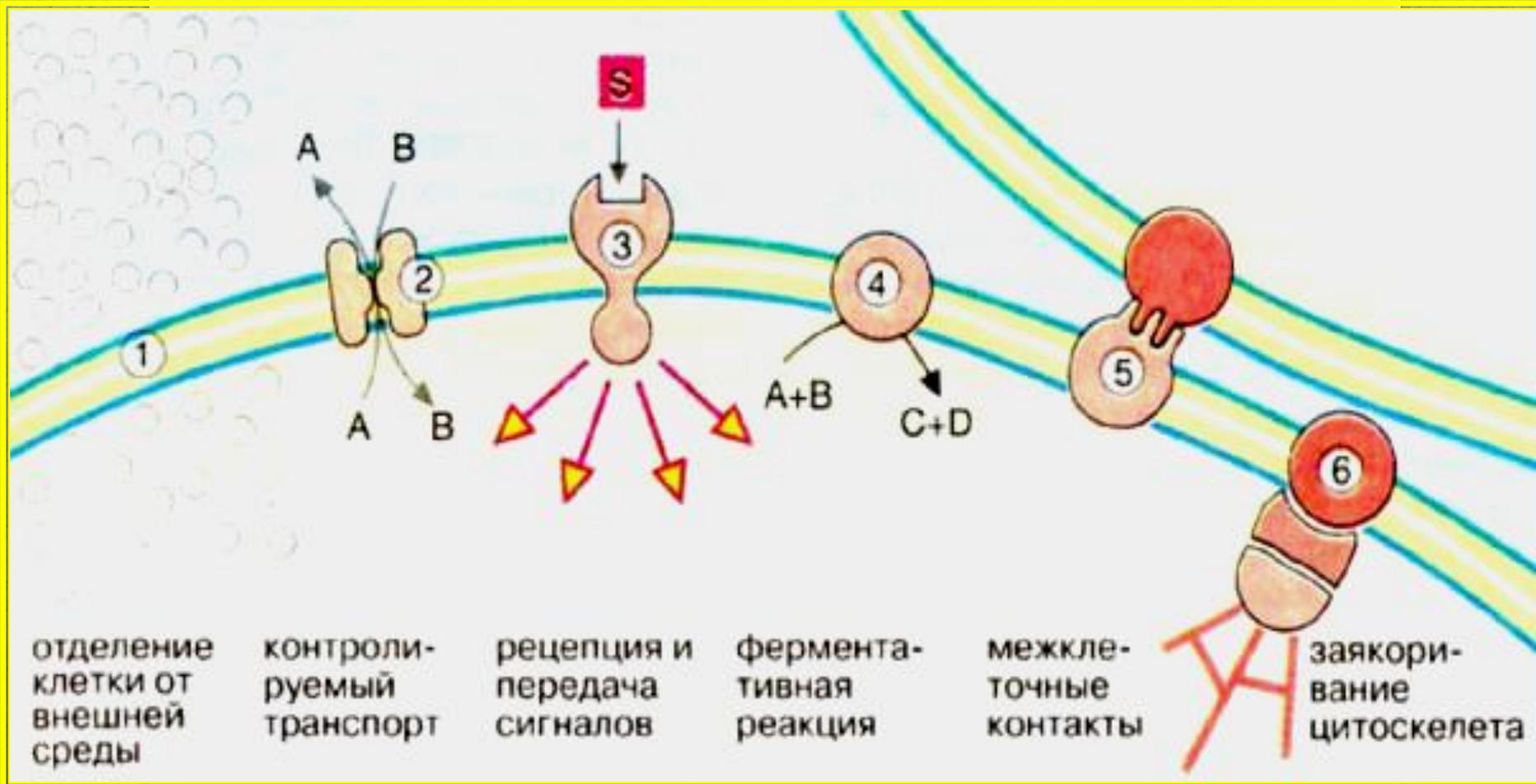


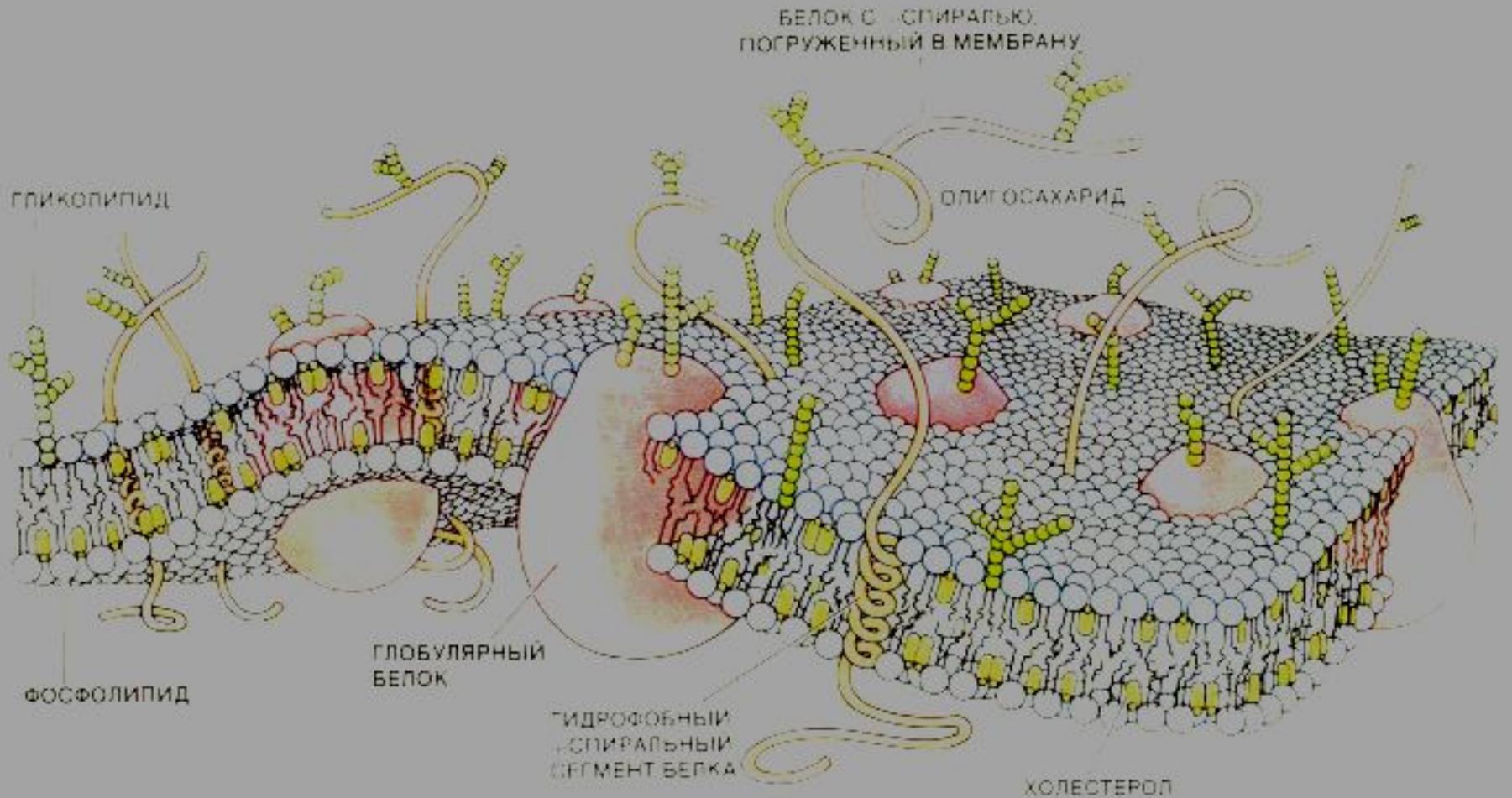
# Лекция 7

Плазматическая мембрана

# ФУНКЦИИ ПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЫ.



# ПЛАЗМАТИЧЕСКАЯ МЕМБРАНА. СХЕМА СТРОЕНИЯ.



# Основные характеристики фосфолипидной мембраны

Толщина – 5-10 нм; площадь неопределенно велика.

Всегда топологически замкнута (образует пузырек).

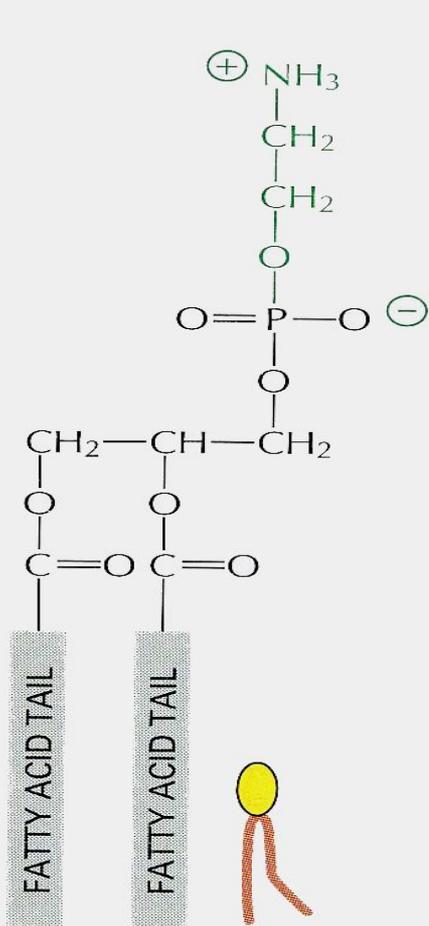
Химически устойчива в водных растворах.

Непроницаема для ионов и углеводов.

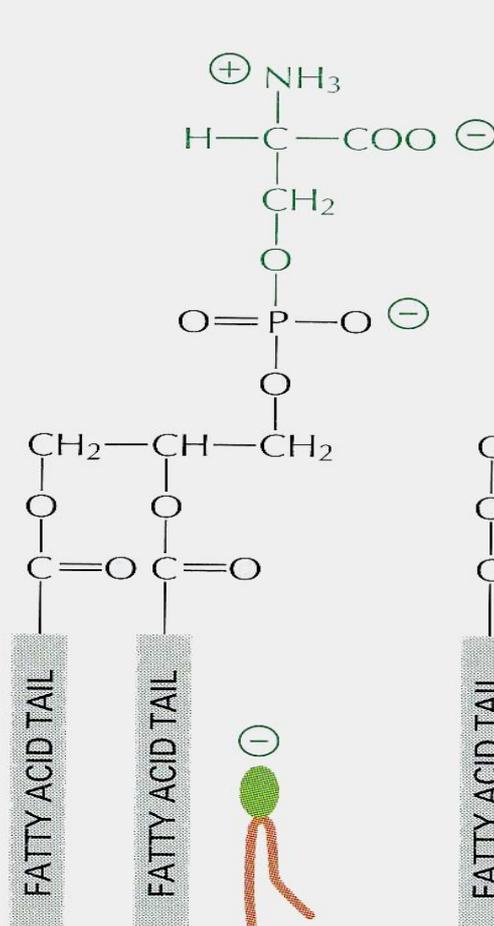
Обладает низкой электропроводностью (диэлектрик) и выдерживает большие электрические поля (до  $10^7$  В/см)

Включает в себя различные (преимущественно гидрофобные) белки, которые определяют ее специфичность.

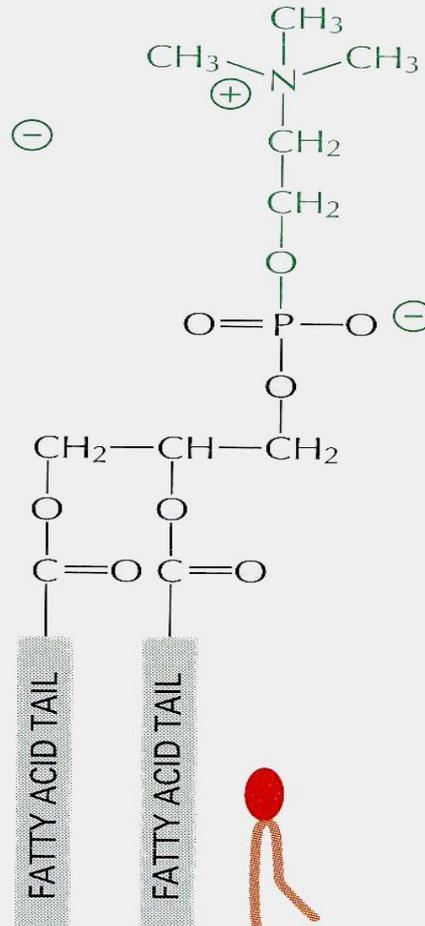
# СТРУКТУРНЫЕ ФОРМУЛЫ НЕКОТОРЫХ ЛИПИДОВ.



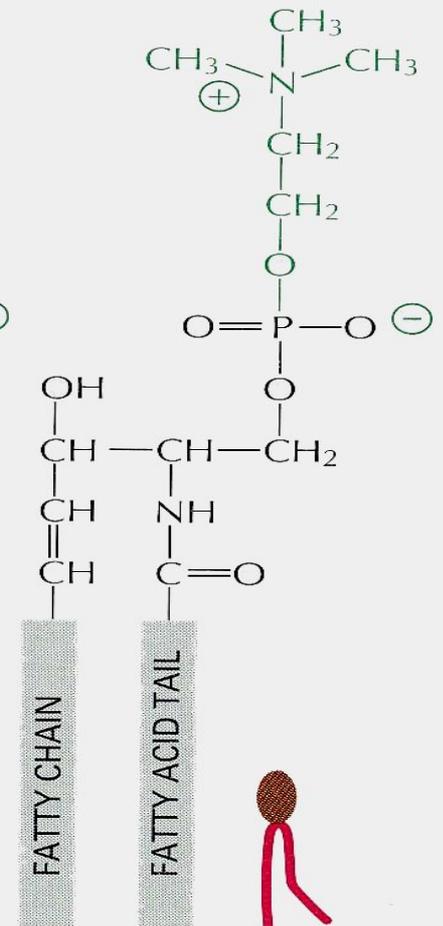
фосфотидил-этаноламин



фосфотидил-серин

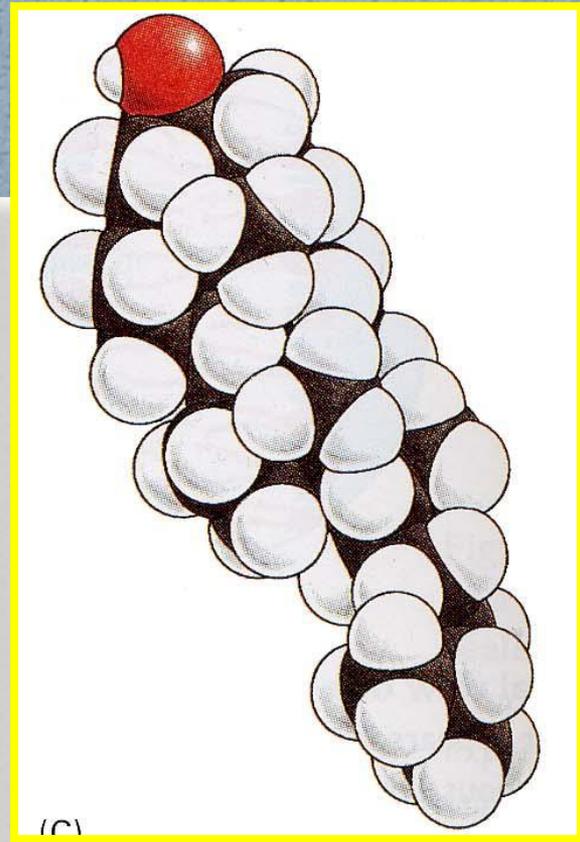
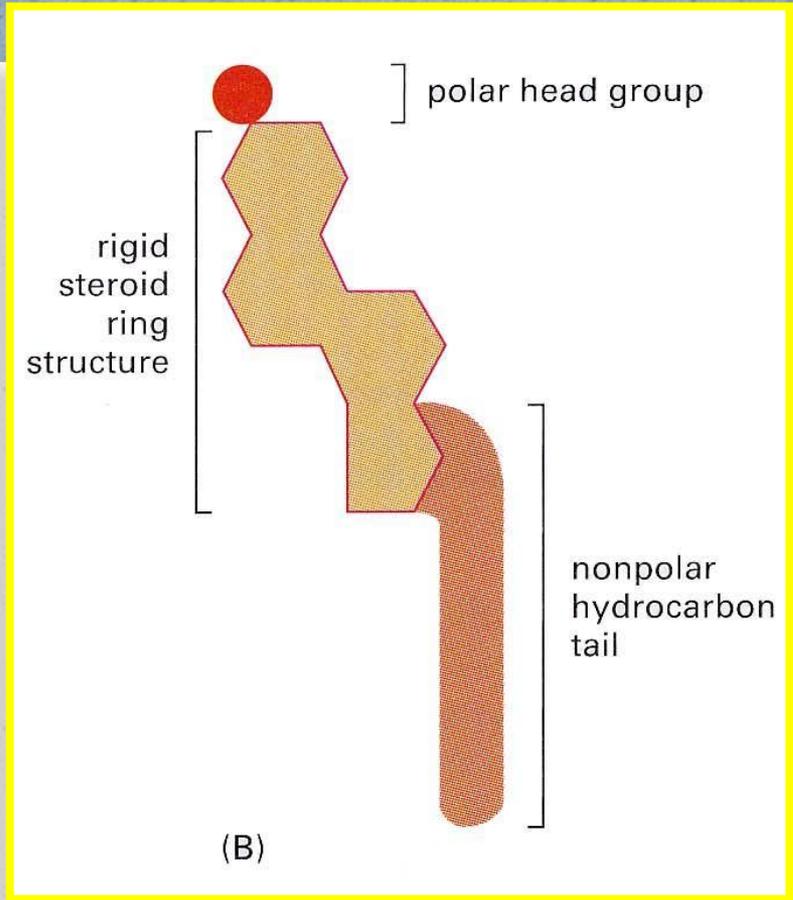
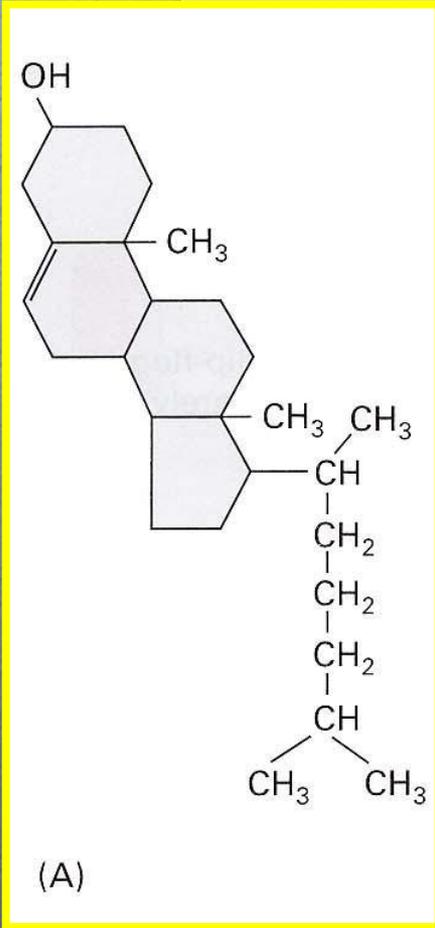


фосфотидил-холин

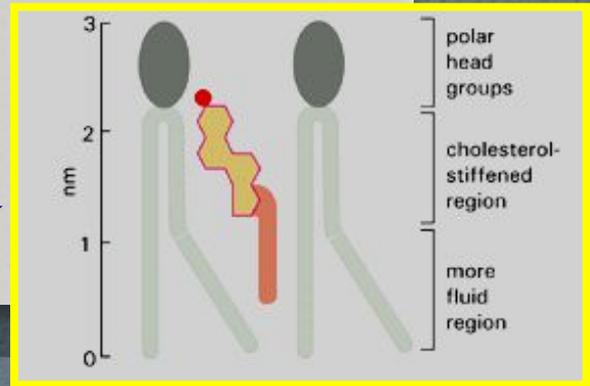


Сфингомиелин

# МОЛЕКУЛА ХОЛЕСТЕРОЛА.



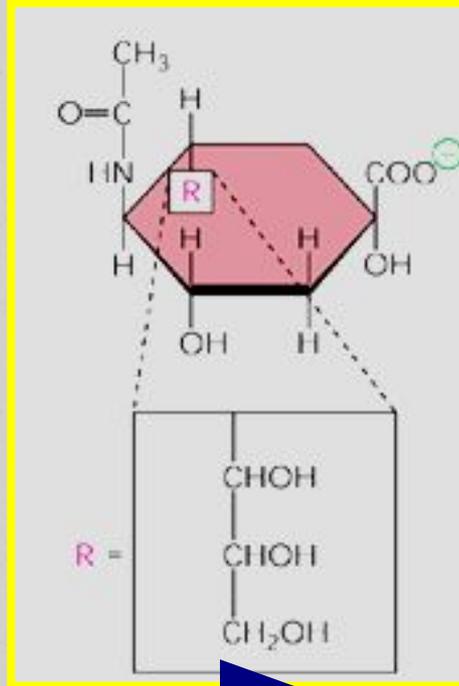
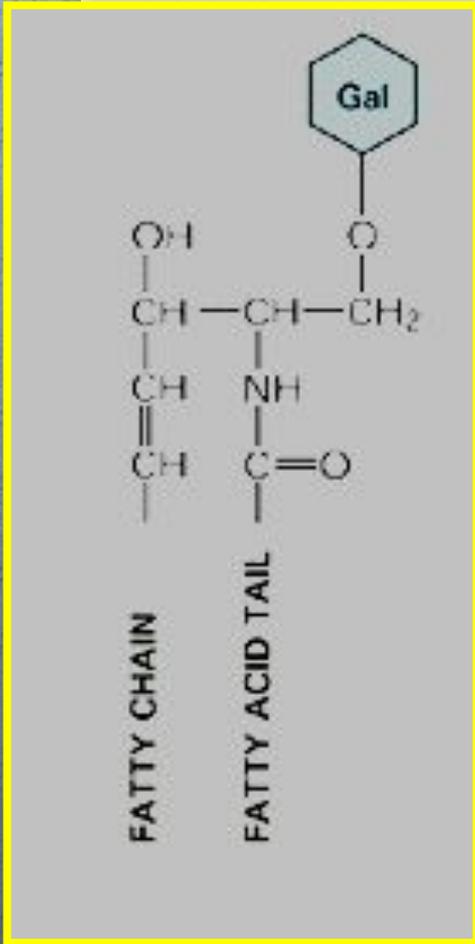
*холестерол в  
липидном бислое*



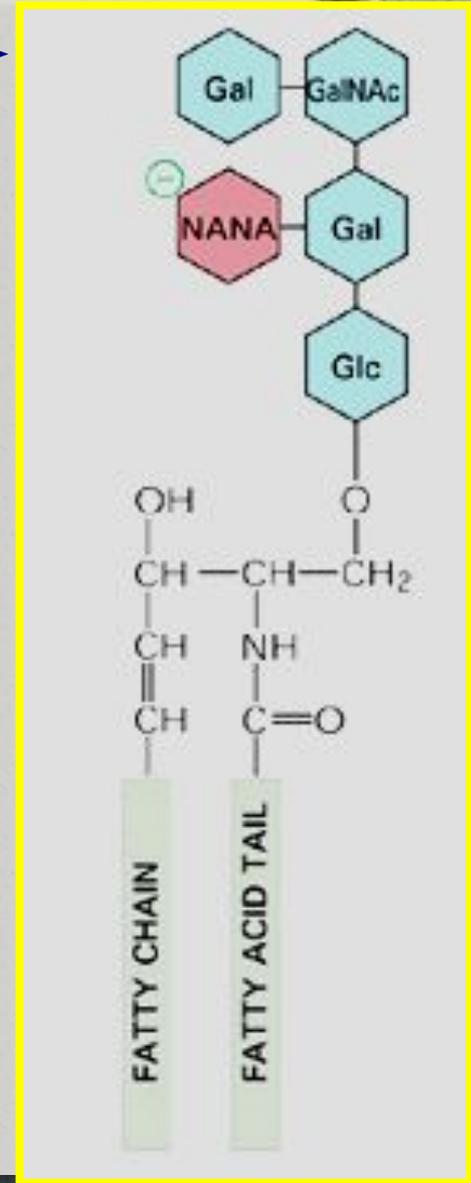
# МОЛЕКУЛА ГАЛАКТОЦЕРЕБРОЗИДА.

# ГАНГЛИОЗИДЫ.

*GM1-ганглиозид* →



Структура сиаловой кислоты (N-ацетилнейраминовой кислоты, или NANA)



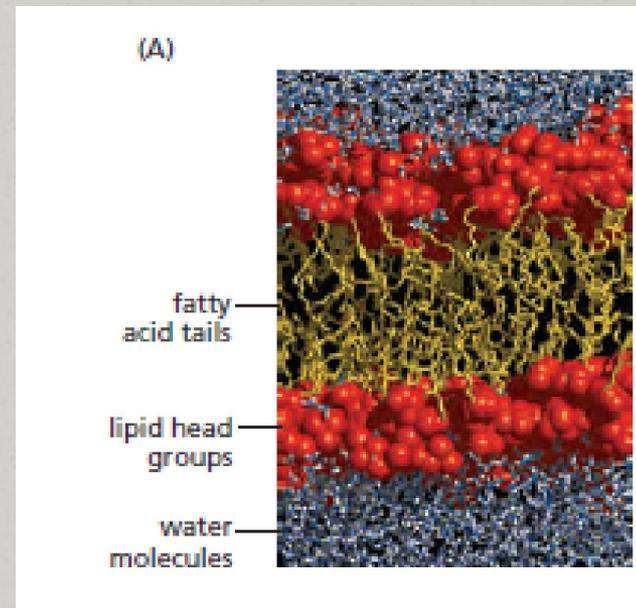
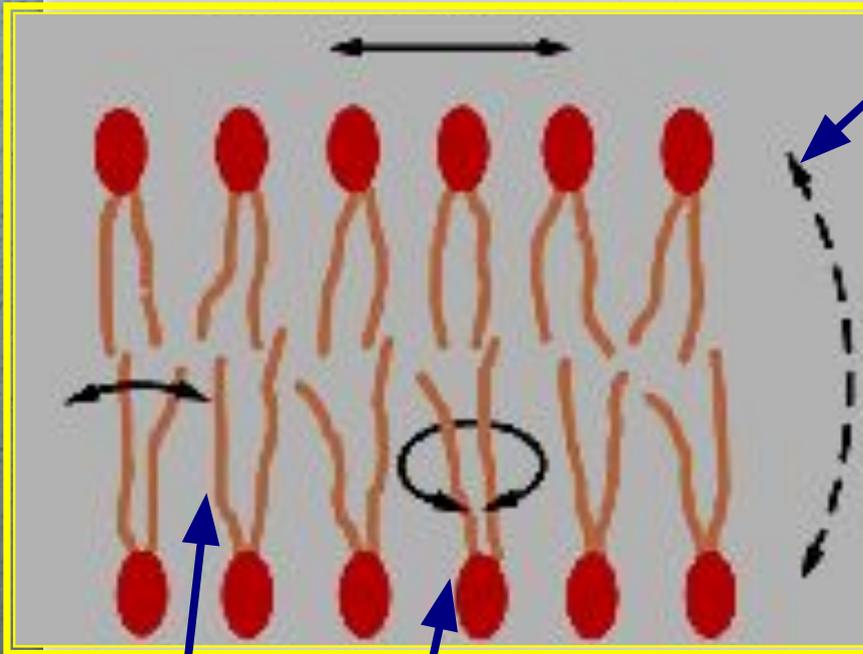
Обозначения:

Gal-галактоза; Glc-глюкоза, GalNAc-ацетилгалактозамин; NANA-сиаловая кислота

# МЕМБРАННЫЕ ЛИПИДЫ. ПОДВИЖНОСТЬ.

латеральная диффузия

флип-флоп  
(перенос из  
одного  
монослоя в  
другой)

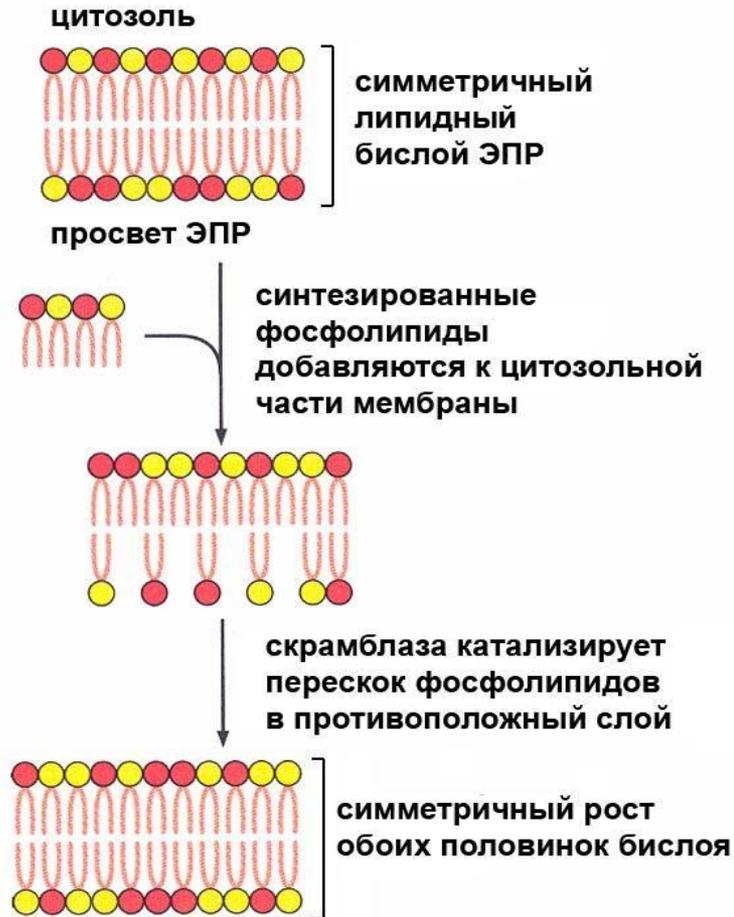


изгибание

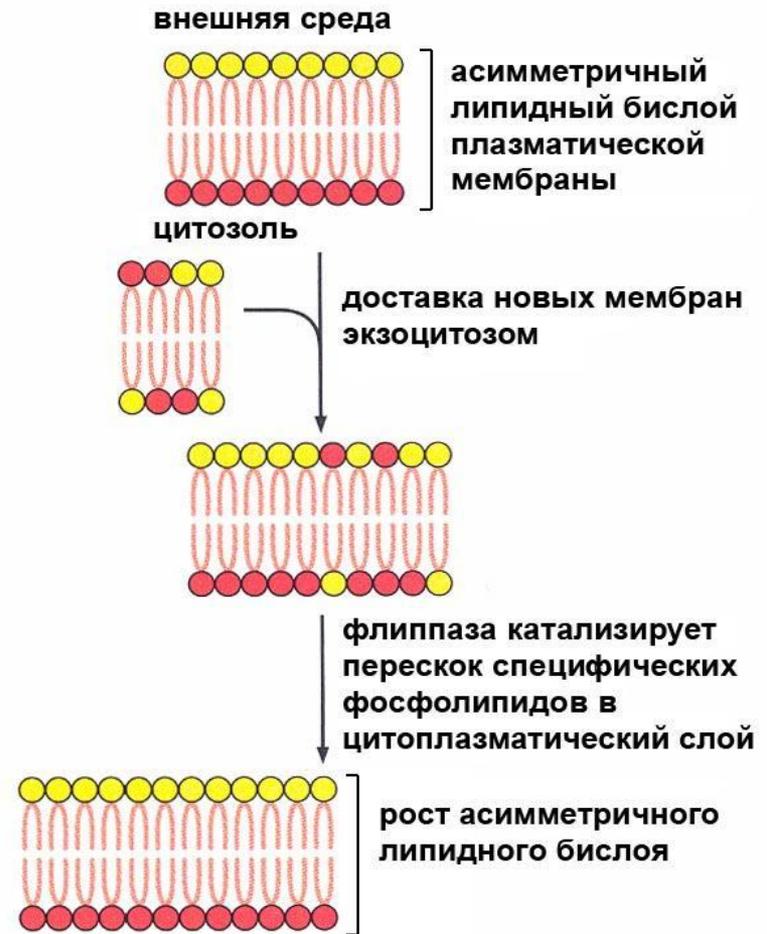
вращение

# Регуляция липидного бислоя

## мембрана ЭПР



## плазматическая мембрана

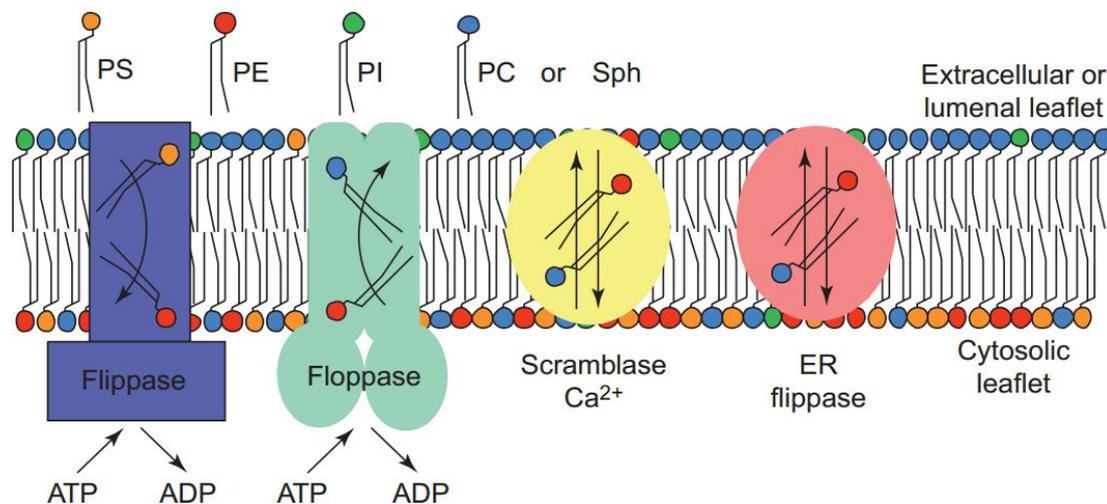


# Регуляция липидной асимметрии мембраны

Review

TRENDS in Cell Biology Vol.14 No.12 December 2004

671



TRENDS in Cell Biology

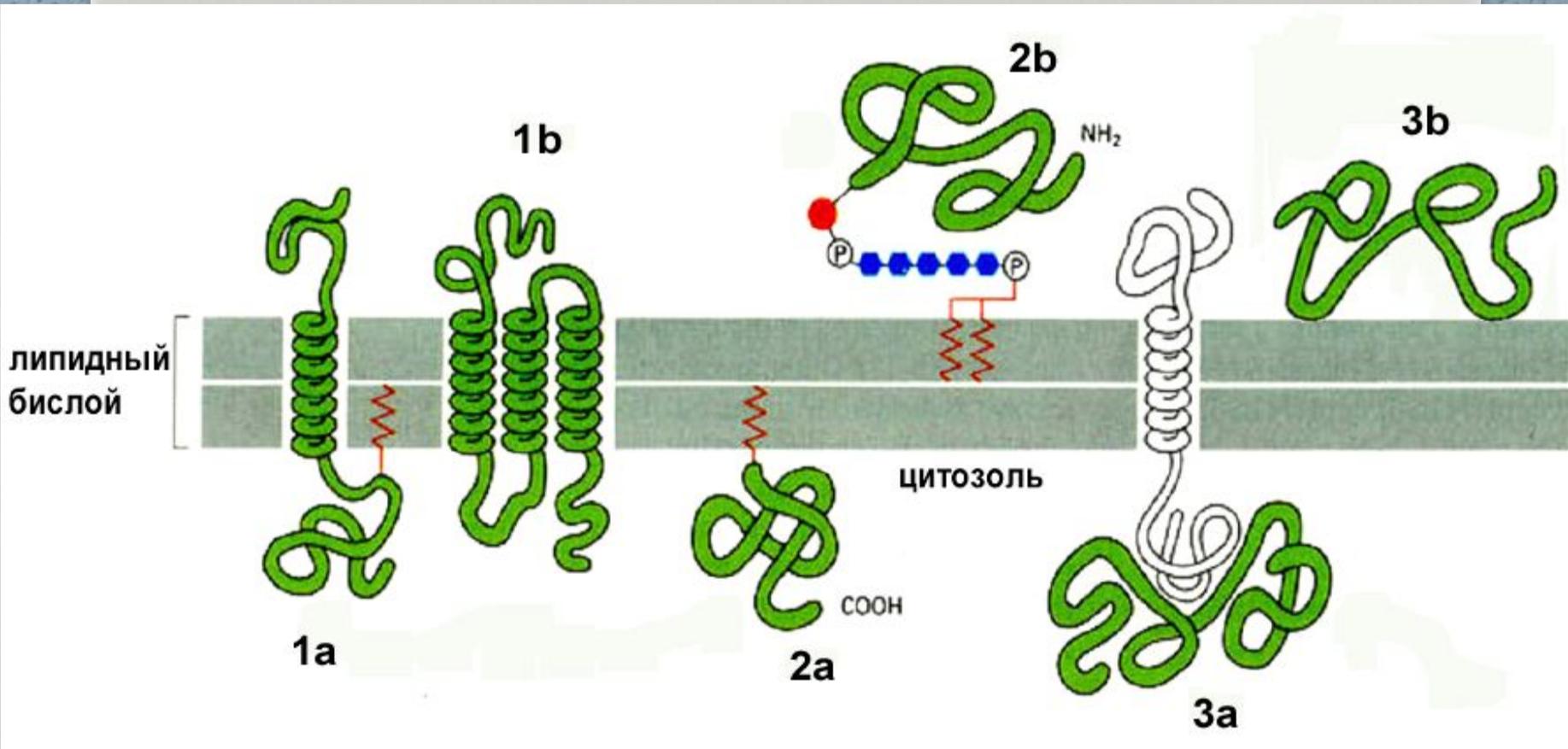
**Figure 1.** Proteins thought to mediate the transbilayer movement of phospholipids and regulate membrane asymmetry. ATP-dependent flippases catalyze the translocation of phosphatidylethanolamine (PE) and phosphatidylserine (PS) from either the extracellular or luminal leaflet to the cytosolic leaflet, whereas floppases mediate a reverse reaction that is kinetically slower and has no apparent headgroup specificity. The net result of these activities is an asymmetrical membrane. Scramblase, which is activated by an influx of Ca<sup>2+</sup>, enables the phospholipids to flow down their concentration gradient to produce a symmetrical membrane. The endoplasmic reticulum (ER) membrane also contains an energy-independent flippase that enables bi-directional movement of phospholipids during membrane synthesis, which results in a symmetrical membrane. ATP-dependent flippases seem to be P-type ATPases in the Drs2p-ATPase II family, and the floppase activity is thought to be catalyzed by ATP-binding cassette (ABC) transporters. The identities of scramblase and the ER flippase are uncertain [6,10]. Abbreviations: PC, phosphatidylcholine; PI, phosphatidylinositol; Sph, sphingosine.

Две группы переносчиков фосфолипидов: энергонезависимые скрамблазы (случайный перенос) и АТФ-зависимые флиппазы (перенос внутрь) и флоппазы (перенос наружу).

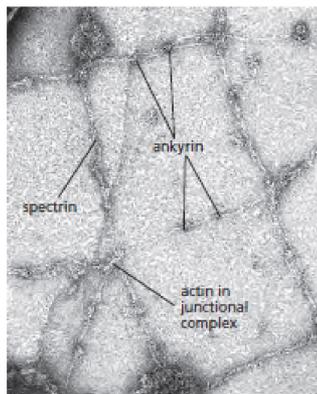
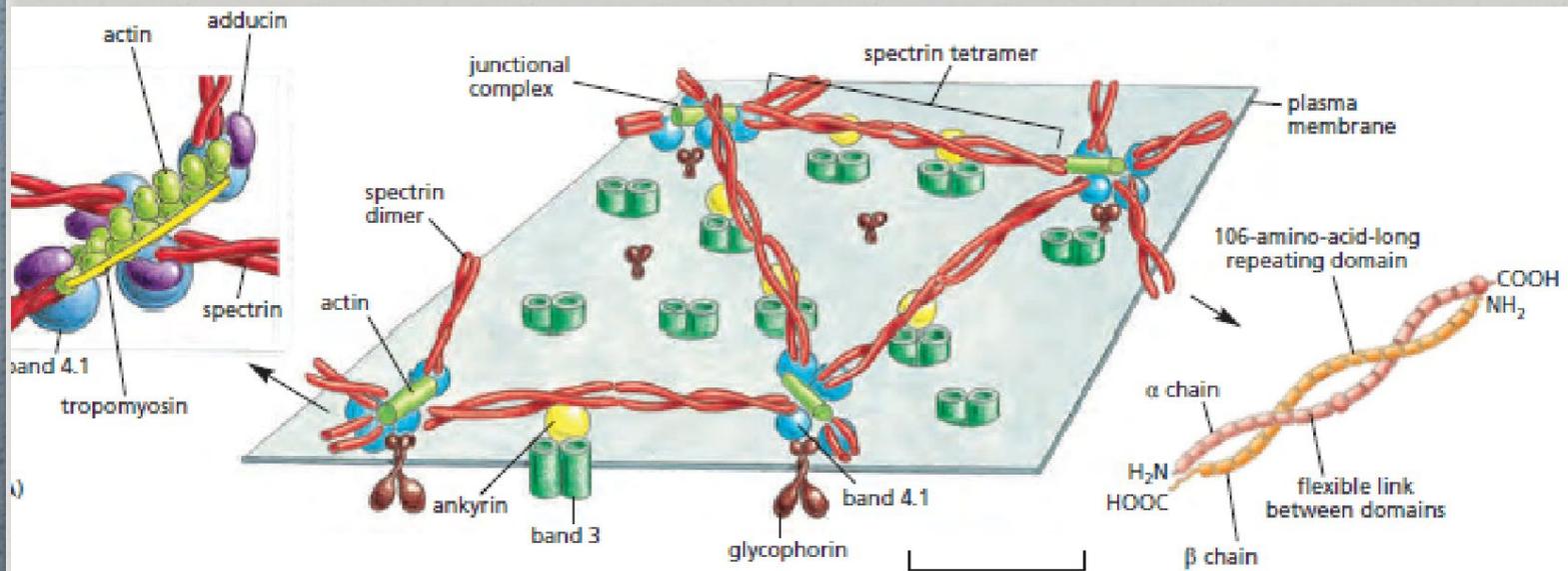
# Белки плазматической мембраны

- Транспортеры (переносчики) – Na/K АТФаза
- Ионные каналы
- Заякоривающие белки (интегрины)
- Рецепторы (GF)
- Ферменты (аденилатциклаза)

# Белки закреплены в мембране тремя основными способами



1 – интегральные белки (содержат гидрофобные альфа-спирали); 2 – полуинтегральные белки; 3 – поверхностные белки



**Кортикальный слой  
актинового цитоскелета  
поддерживает мембрану  
изнутри**

# Липидные рафты

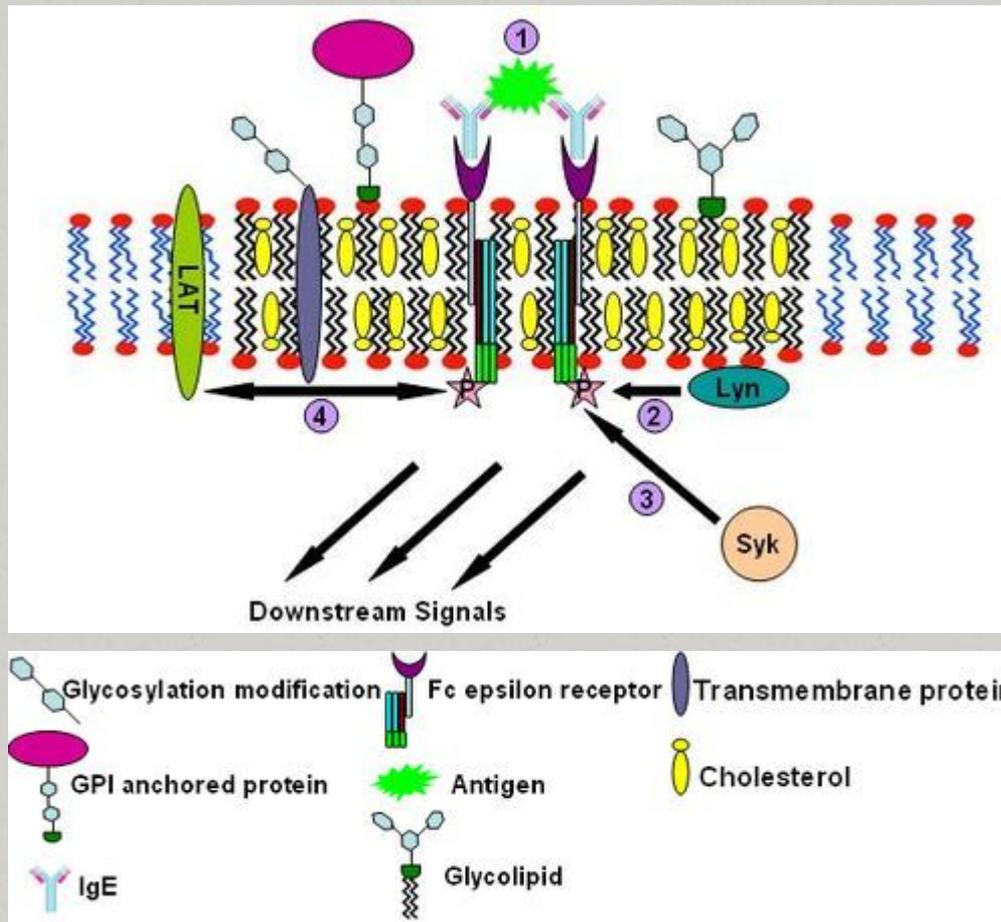
Липидные рафты – домены (участки) в мембране, обогащенные холестерином и сфинголипидами и обедненные ацетилхолином. Рафты содержат монослой упорядоченных липидов и обладают квазикристаллической структурой, где коэффициент диффузии молекул липидов и белков резко снижен.

Диаметр рафта – 10-1000 нм. Время жизни рафта *in vivo* – от десятков миллисекунд до минут. Маленькие рафты могут объединяться и стабилизироваться за счет включения в их состав белков. Стабилизация рафтов основана на белок-липидном и белок-белковом взаимодействиях.

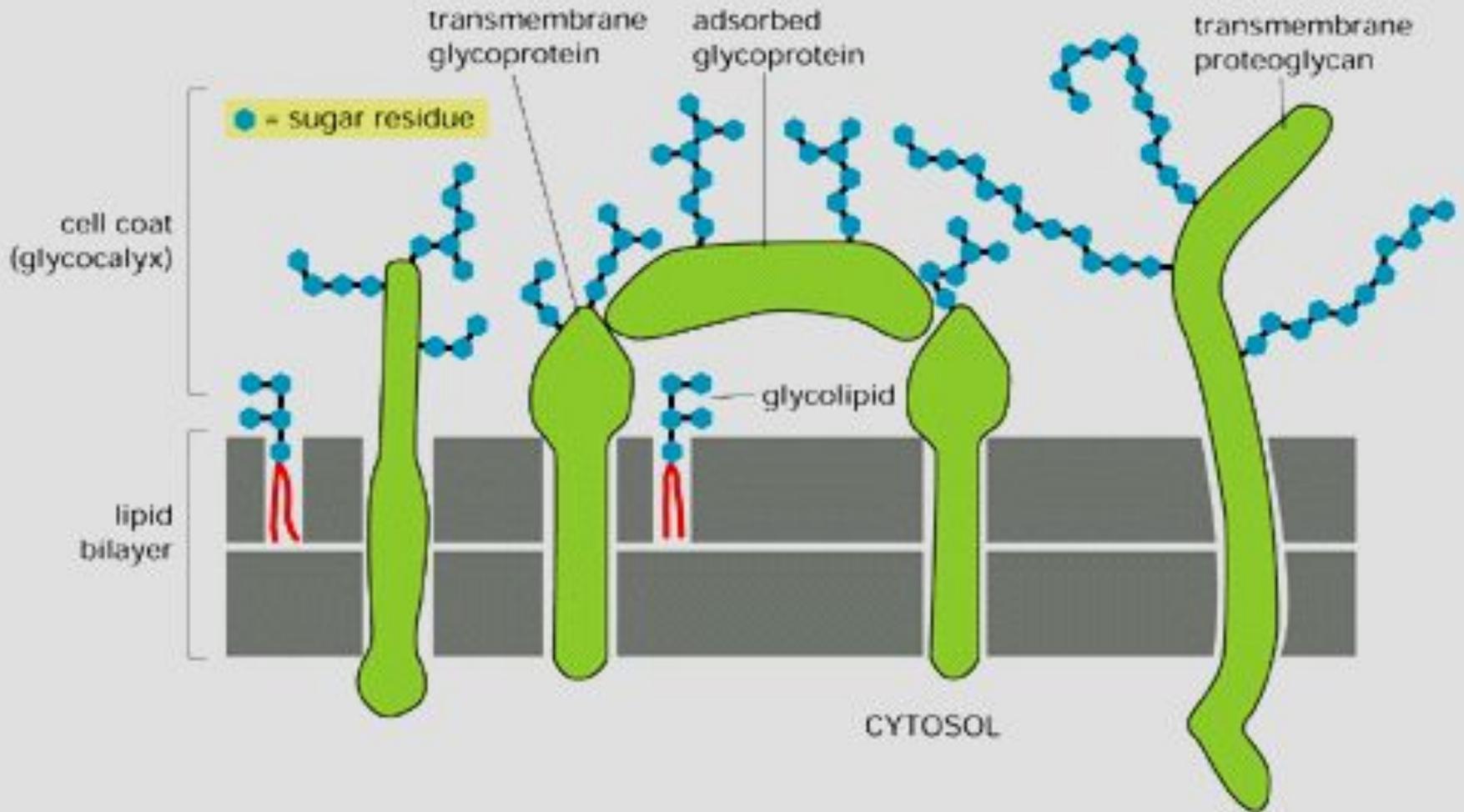
Физиологическая роль рафтов – формирование сигнальных (рецепторных) комплексов белков.

Примеры: В- и Т-клеточные рецепторы, рецепторы факторов роста, обеспечение передачи сигналов между нервными клетками и др.

# Строение липидного рафта



# УПРОЩЕННАЯ МОДЕЛЬ ГЛИКОКАЛИКСА



# Гликокалликс

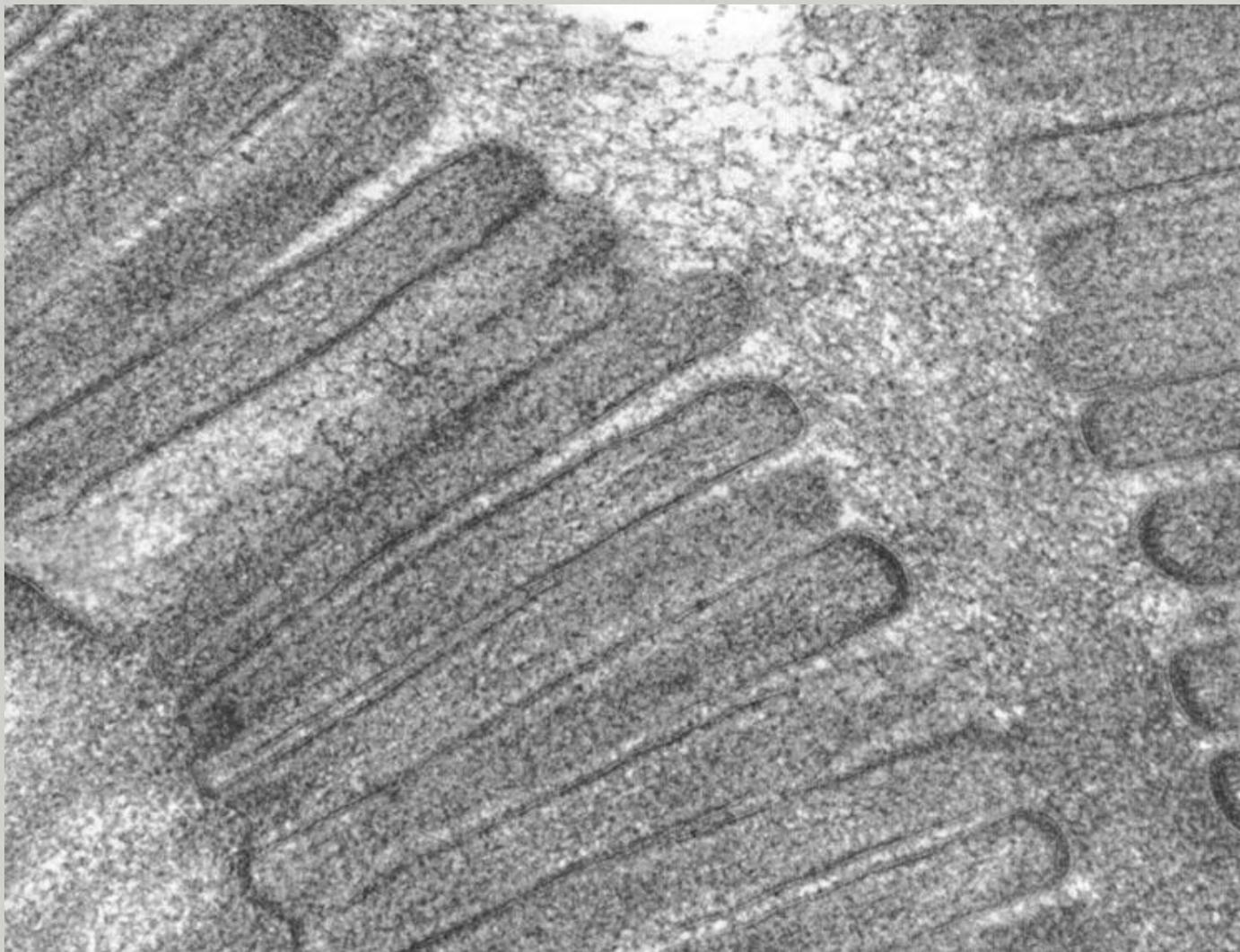
Гликокалликс (мягкая оболочка клетки) имеется у бактерий и некоторых эукариотических клеток. Он располагается снаружи от липидного бислоя плазматической мембраны.

Состав – гликопротеины, гликолипиды, сложные полисахариды.

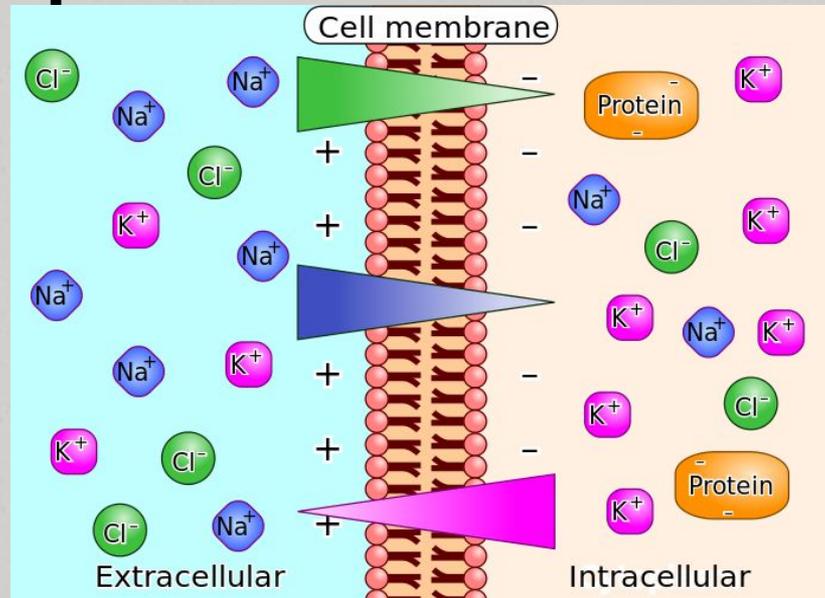
Толщина гликокалликса достигает 100 нм и более.

Гликокалликс отвечает за распознавание клетками друг друга («свой-чужой»); он содержит ферменты и может участвовать в пристеночном пищеварении (клетки кишечника).

# Гликокаликс щеточной каемки клеток кишечника

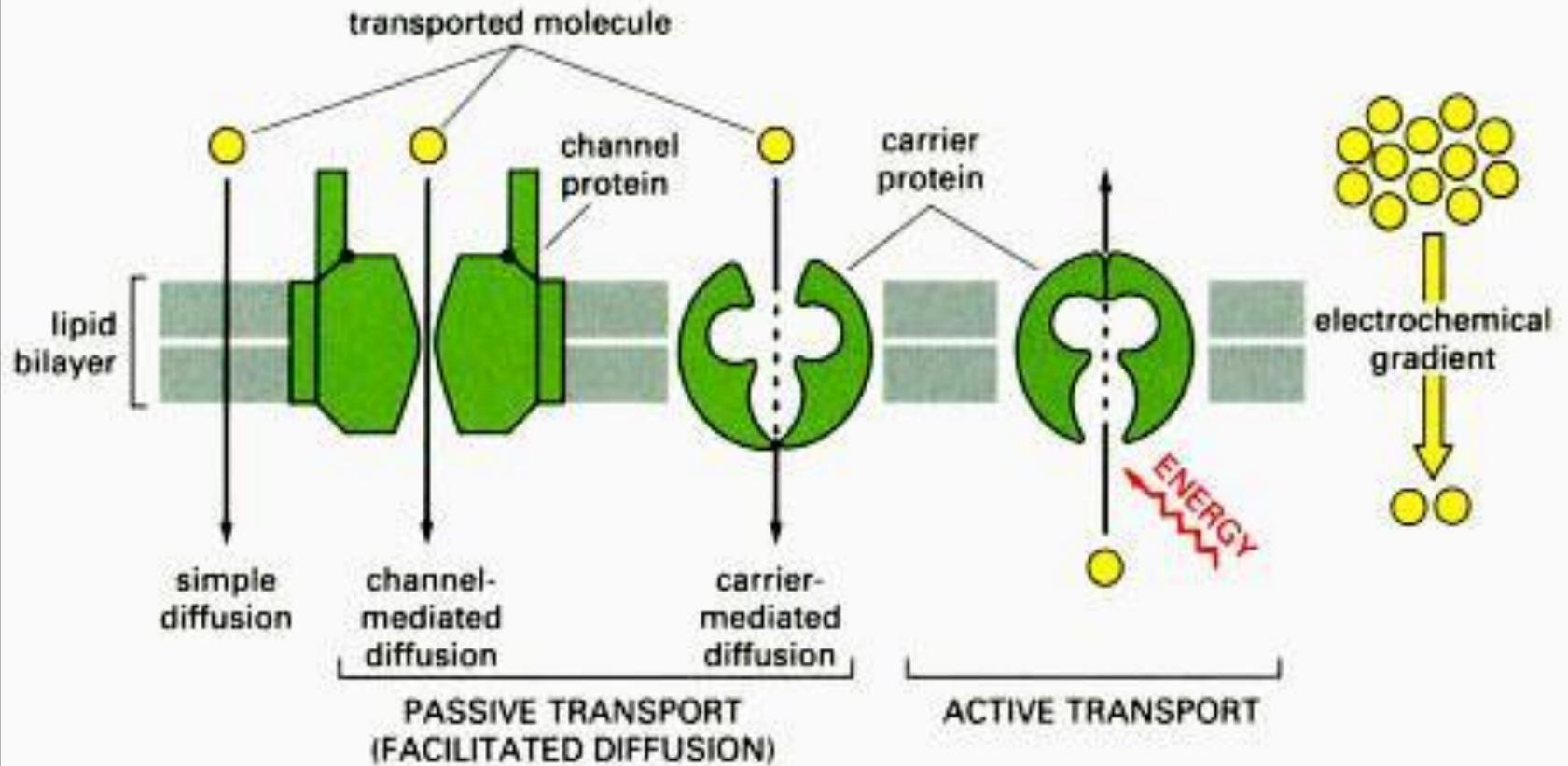


# Мембранный потенциал

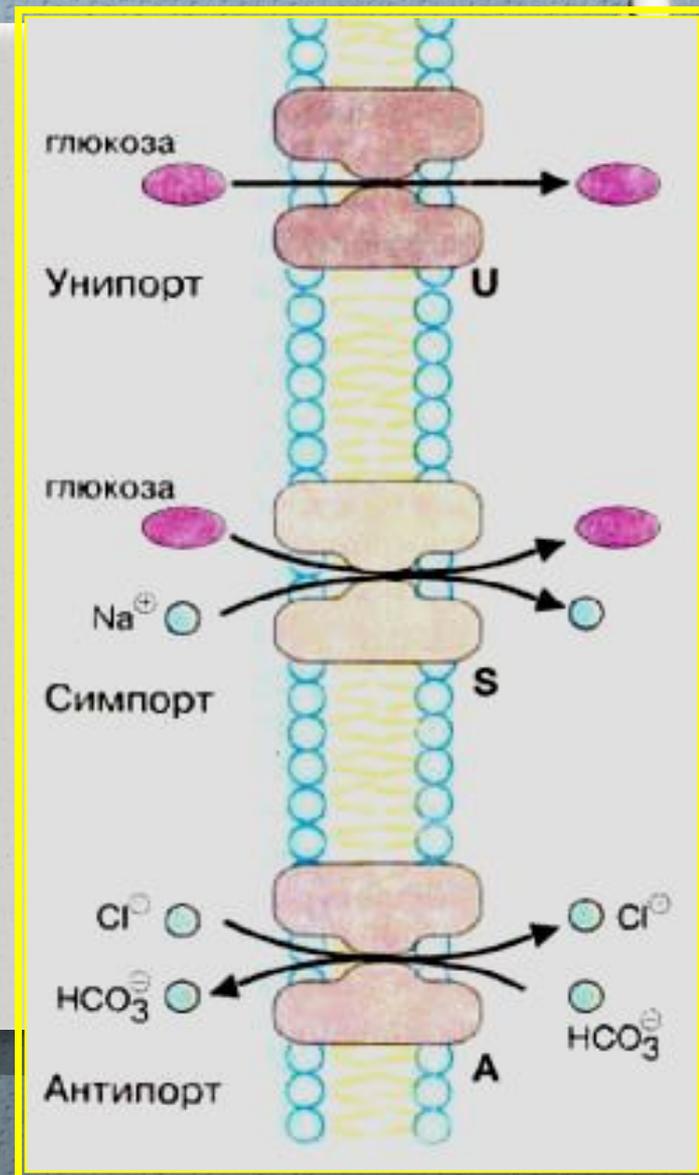


ion	Inside	Outside	Equilibrium potential
Na <sup>+</sup>	18 mM	145 mM	+56 mV
K <sup>+</sup>	135 mM	3 mM	-102 mV
Cl <sup>-</sup>	7 mM	120 mM	-76 mV
Ca <sup>2+</sup>	100 nM	1.2 mM	+125 mV

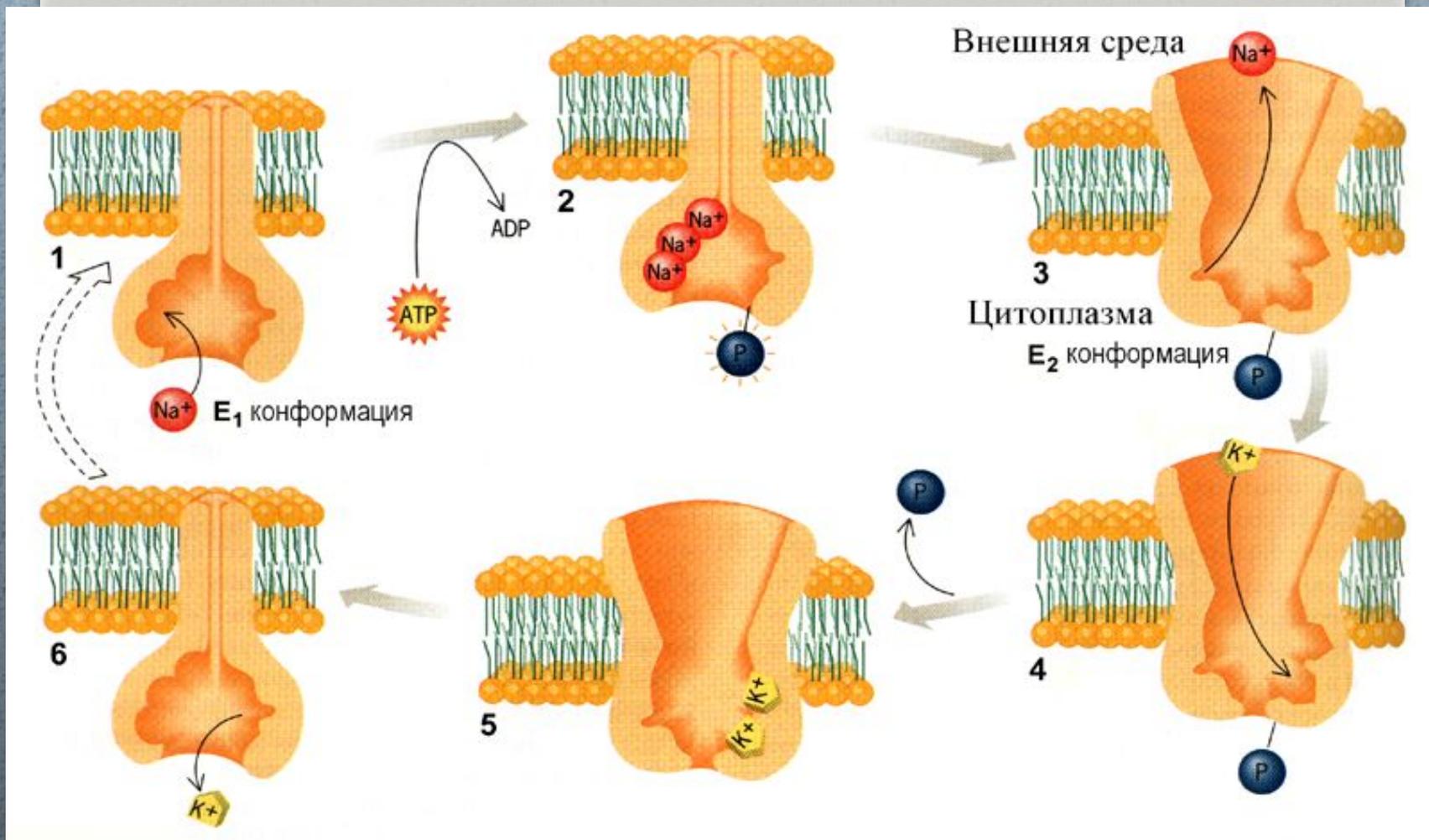
# Различные способы переноса молекул через мембрану клетки



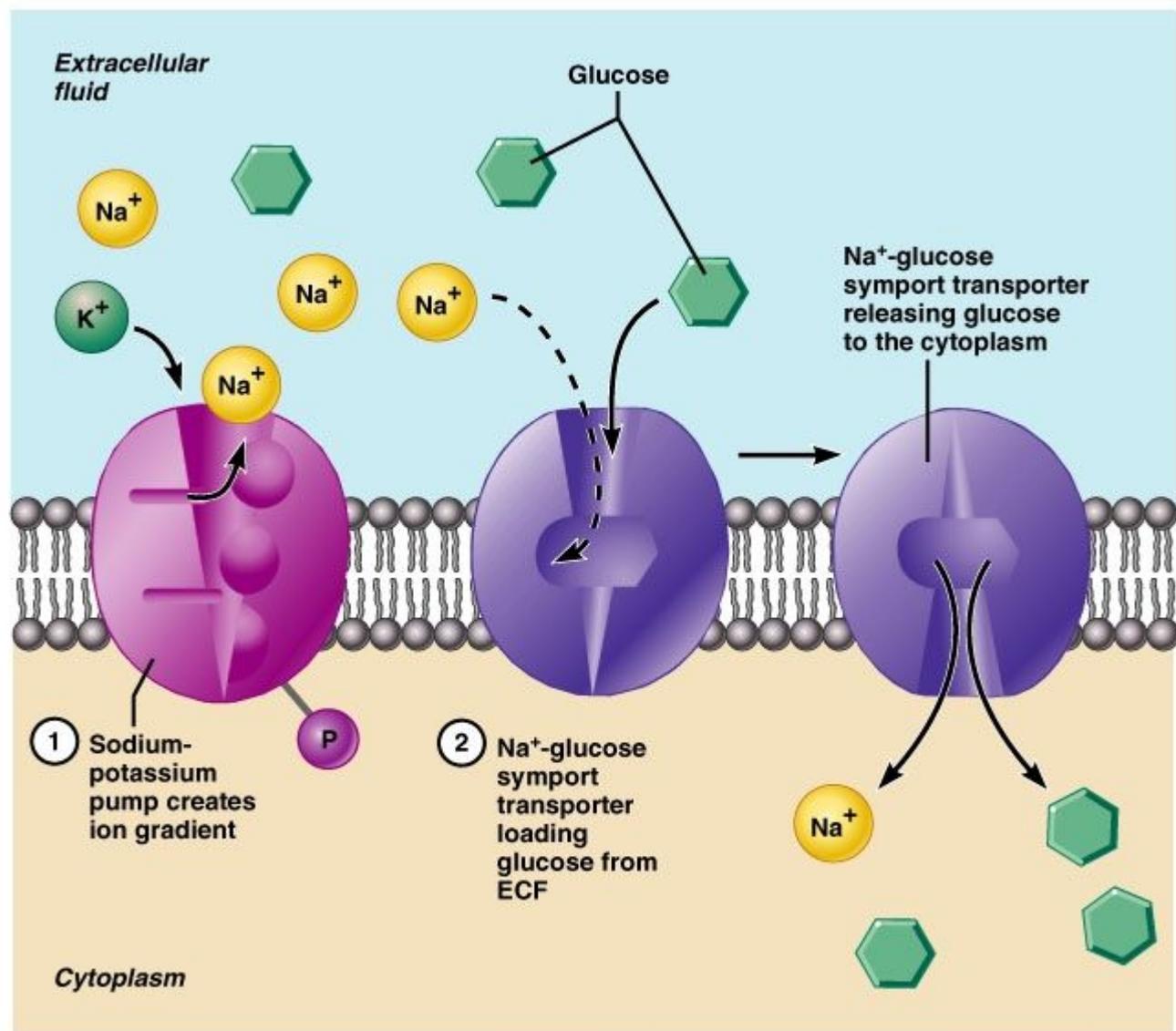
# ПРОНИЦАЕМОСТЬ МЕМБРАН. ТРАНСПОРТНЫЕ ПРОЦЕССЫ.



# Цикл Na-K-АТФазы



Гидролиз АТФ фактически растянут во времени – он обеспечивает необратимость переноса как ионов калия, так и ионов натрия.



# Транспорт через мембрану

Простая диффузия – вода и некоторые жирорастворимые вещества. Скорость диффузии молекул воды снижена на 5 порядков.

Облегченная диффузия: каналы и переносчики.

Каналы для гидрофильных молекул создаются с помощью молекул интегральных мембранных белков. Диаметр гидрофильного канала – около 2 нм. Регулируемая диффузия ионов – ионные каналы.

Котранспорт – одновременный перенос молекул двух веществ с помощью специальной молекулы без дополнительной затраты энергии. Одно вещество переносится против градиента концентрации (переносчик), другое – по градиенту. Симпорт – однонаправленный перенос; антипорт – разнонаправленный перенос.

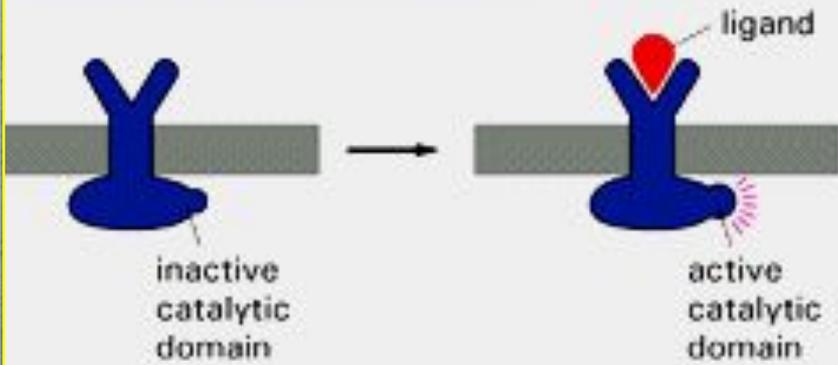
Перенос липофильных катионов происходит за счет заряда.

Активный транспорт – перенос за счет энергии гидролиза АТФ.

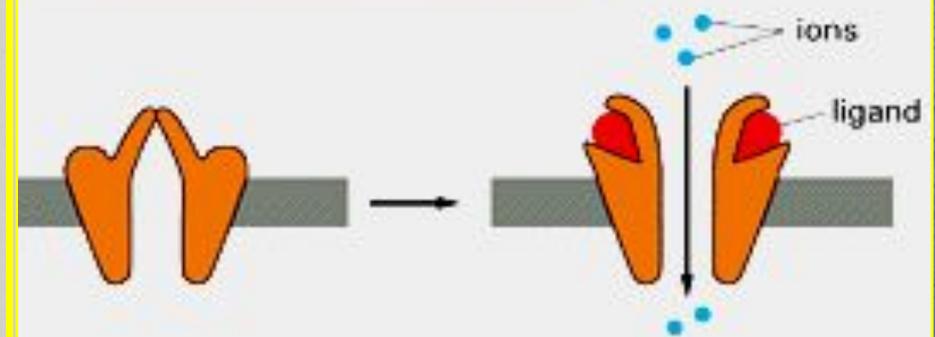
Транспорт макромолекул: эндоцитоз и экзоцитоз.

# РЕЦЕПТОРНАЯ РОЛЬ ПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЫ. ТРИ ТИПА РЕЦЕПТОРОВ.

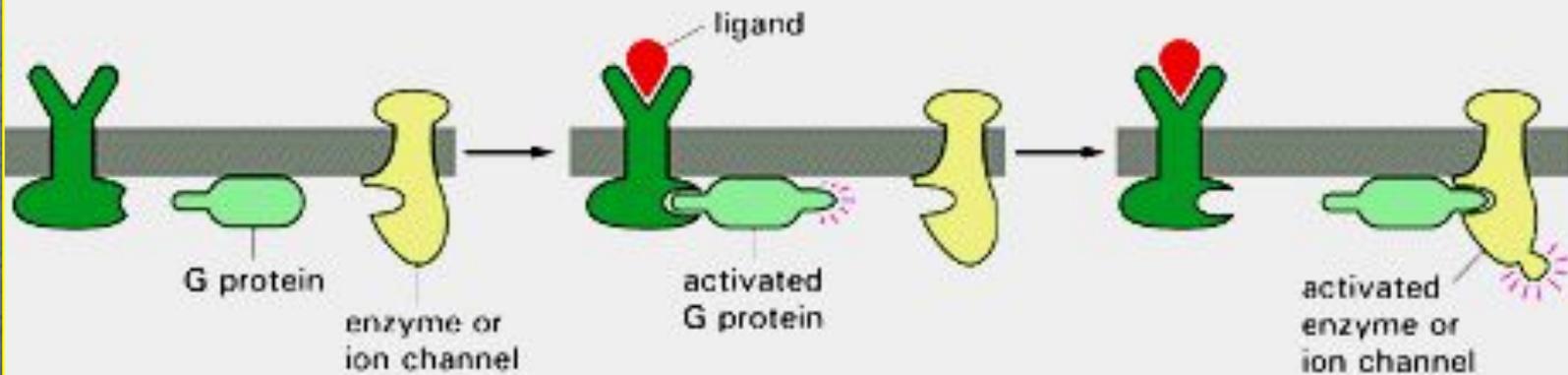
## ENZYME-LINKED RECEPTOR



## ION CHANNEL-LINKED RECEPTOR



## G-PROTEIN-LINKED RECEPTOR





# Принцип амплификации сигнала

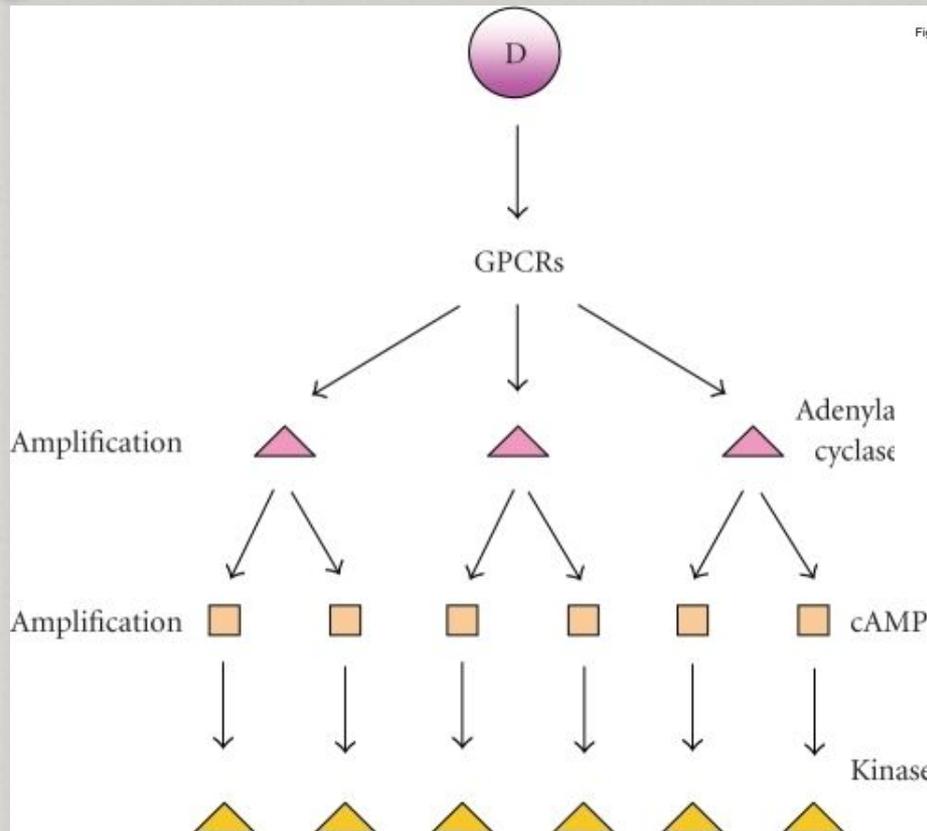
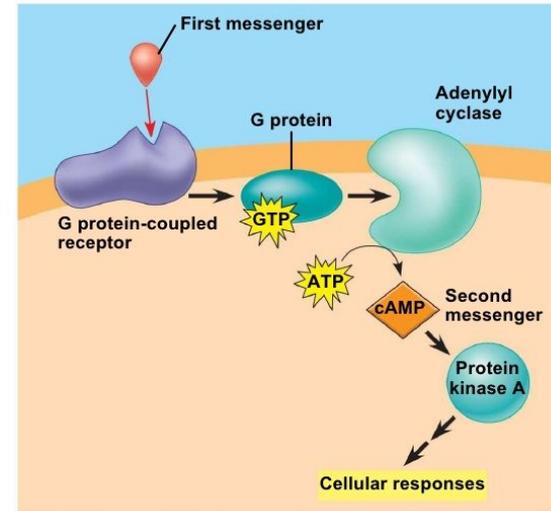


Fig. 11-11



Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings.

**Вторичные посредники**, или «вторичные мессенджеры» — это внутриклеточные сигнальные молекулы, высвобождаемые в тех или иных внутриклеточных сигнальных каскадах в ответ на стимуляцию рецепторов и вызванную ею активацию первичных эффекторных белков