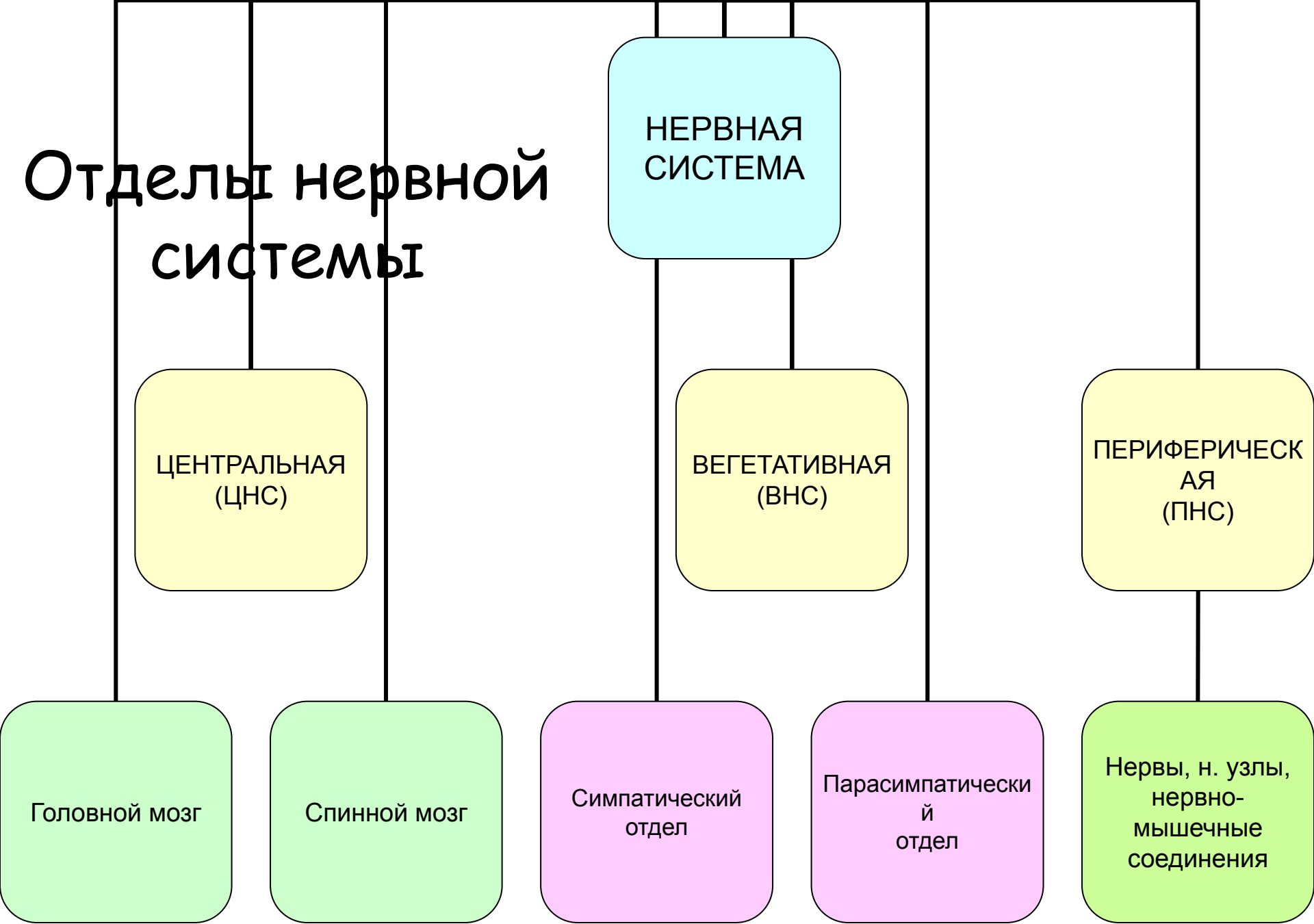


# Литература по нейрофизиологии

- **Физиология человека: в 3-х томах**, т. 1. Пер. с англ./ Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. – М.: МИР, 1996. – 272 с.
- **Шульговский В.В.** Основы нейрофизиологии: Учебное пособие для студентов вузов. - М.: Аспект Пресс, 2000. - с. 277.
- **Смирнов В.М.** Нейрофизиология и ВНД детей и подростков. 2004.
- **Недоспасов В.О.** Физиология ЦНС. – 2002.
- **Регуляторные системы организма человека:** Учеб. пособие для вузов / В.А. Дубынин, А.А. Каменский, М.Р. Сапин и др. – М.: Дрофа, 2003. – 368 с.: ил
- Смирнов В.М. **Физиология центральной нервной системы:** учеб. Пособ. Для студ. Вузов / В.М. Смирнов, Д.С. Свешников, В.Н. Яковлев, В.А. Правдивцев. – 5-е изд., испр. – М.: Изд. Центр «академия», 2007. – 368 с.
- **Физиология центральной нервной системы:** Учеб. Пособие/ Т.В. Алейникова, В.Н. Думбай, Г.А. Кураев, Г.Л. Фельдман. - Ростов н/Д: Феникс, 2000. - 384 с. - (Учебники "Феникса").
- Николс Дж. Г., Мартин А.Р., Валлас Б. Дж., Фукс П.А. **От нейрона к мозгу** / Пер. с англ. П.М. Балабана, А.В. Галкина, Р.А. Гиниатуллина и др. М.: Едиториал УРСС, 2003.
- **Фундаментальная и клиническая физиология:** Учебник для студ. высш. учеб. заведений / под ред. А.Г. Камкина и А.А. Каменского. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 1072 с.
- <http://bio.bsu.by/phha/html/download.html>
- <http://cns2013.narod.ru/> - материалы для психологов МГУ по физиологии ЦНС (Дубынин В.А.)

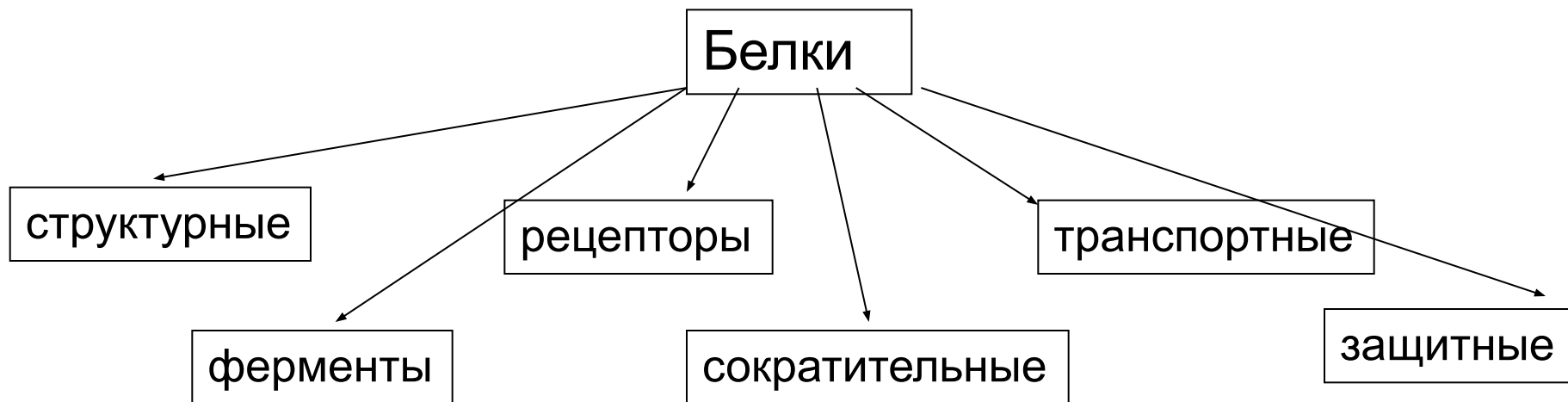
# Отделы нервной системы



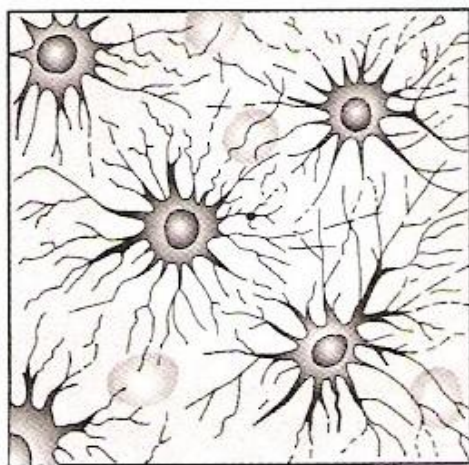
# Биохимические особенности нервной ткани

- Белковый и аминокислотный состав (синтез белка, нейроспецифические белки)
- Липидный состав (биол. мембрана, миелиновая оболочка, синтез гормонов)
- Углеводы (энергия, синтез биологически активных соединений)
- Потребление кислорода
- Генетический материал (РНК, ДНК, активность генов)

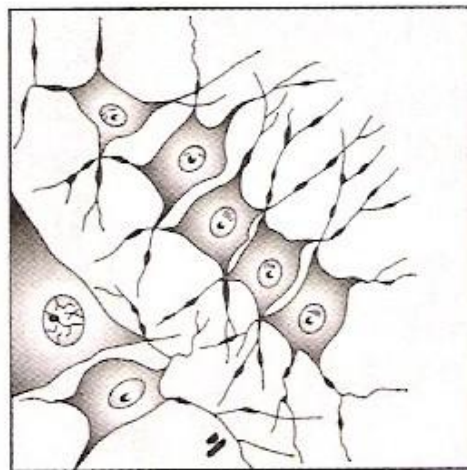
# Функции белков в организме



# Типы клеток нейроглии

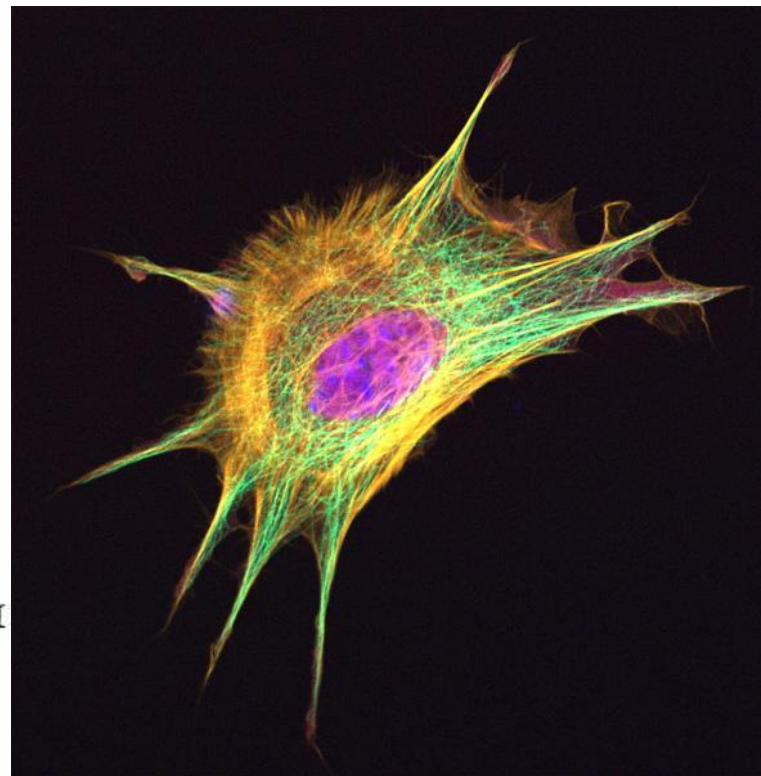


а)



б)

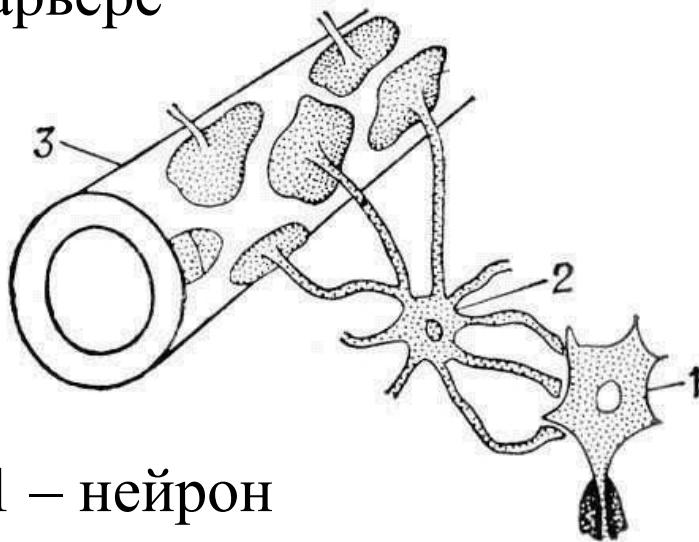
а — астроциты; б — олигодендроциты



Астроцит под микроскопом

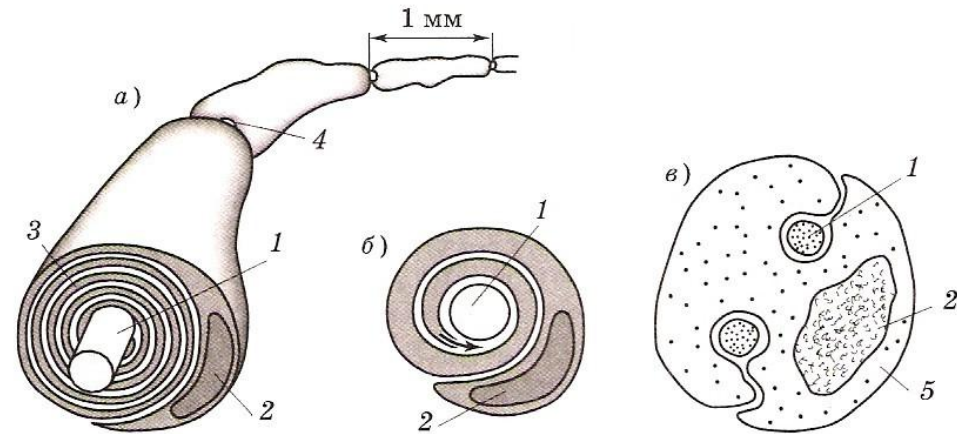
# Некоторые функции нейроглии

Участие в гематоэнцефалическом барьере



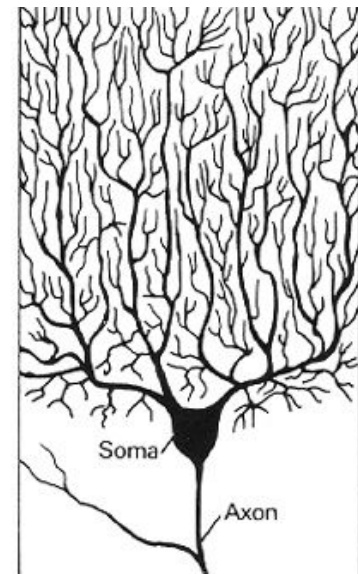
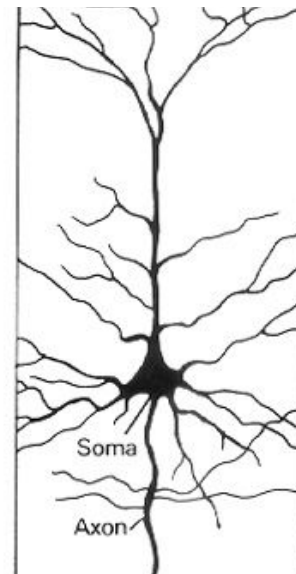
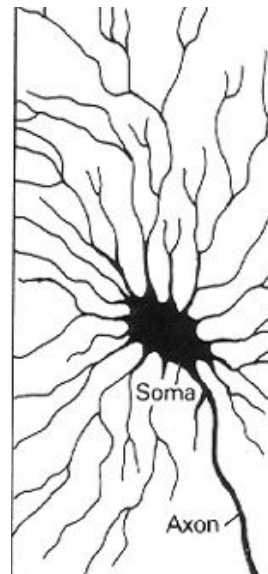
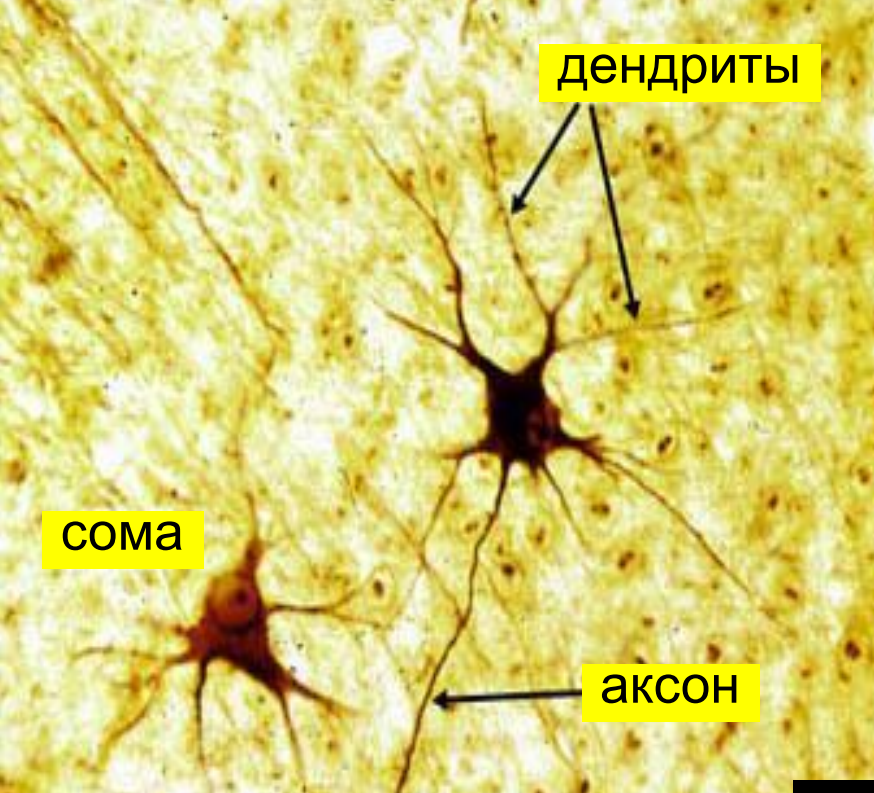
- 1 – нейрон
- 2 – астроцит
- 3 – сосуд

Образование миелиновых оболочек аксонов

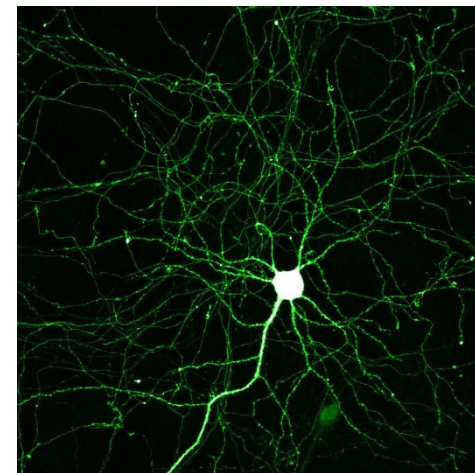
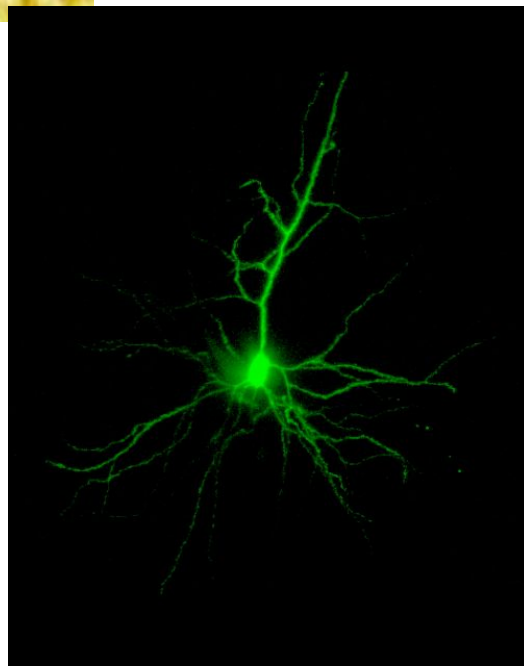
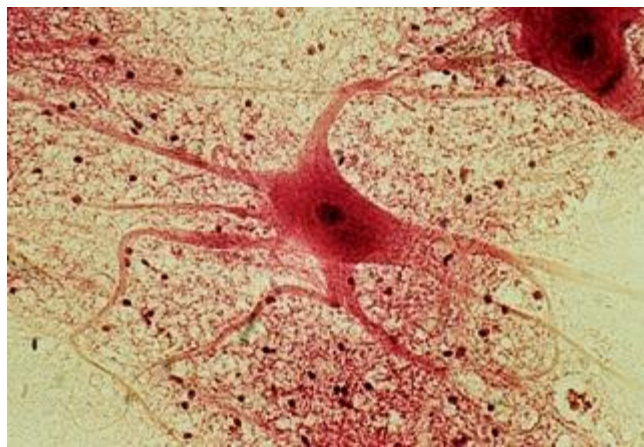


Оболочки нервных волокон: *а* — миелиновая; *б* — ее образование (процесс наслоения показан стрелкой); *в* — оболочка безмякотного волокна; 1 — аксон; 2 — ядро глиальной клетки; 3 — слои оболочки; 4 — перехват Ранвье; 5 — волокно погружено в тело нейролеммоцита





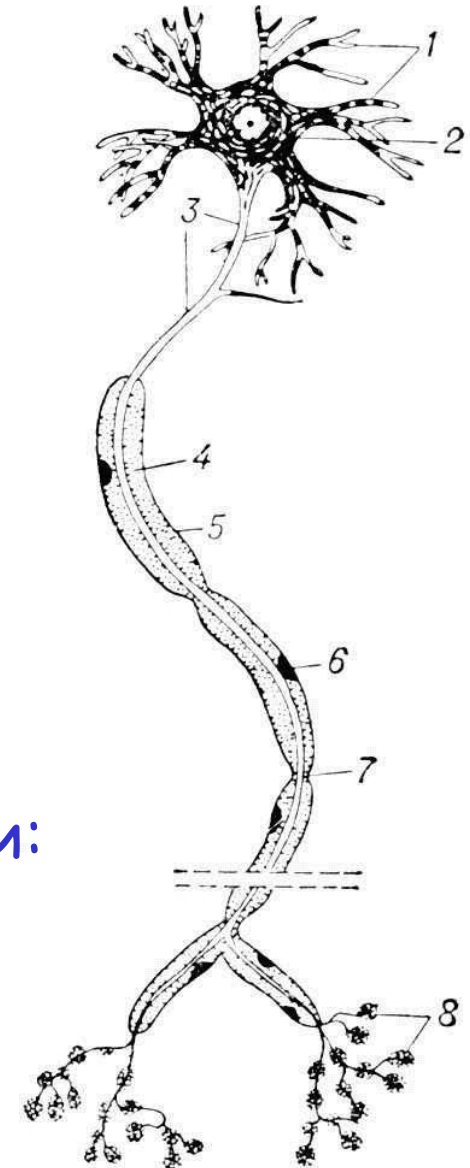
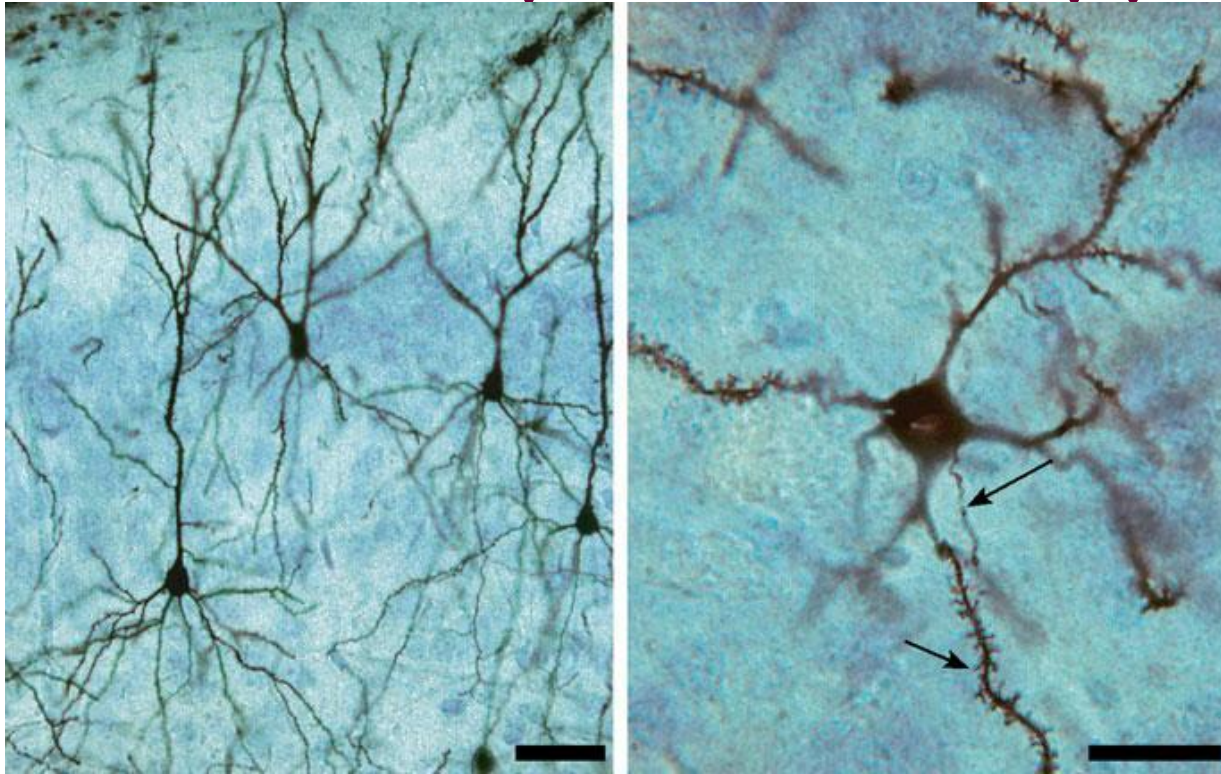
# НЕЙРОНЫ:



Автор слайда – проф.  
Дубынин В.А., МГУ



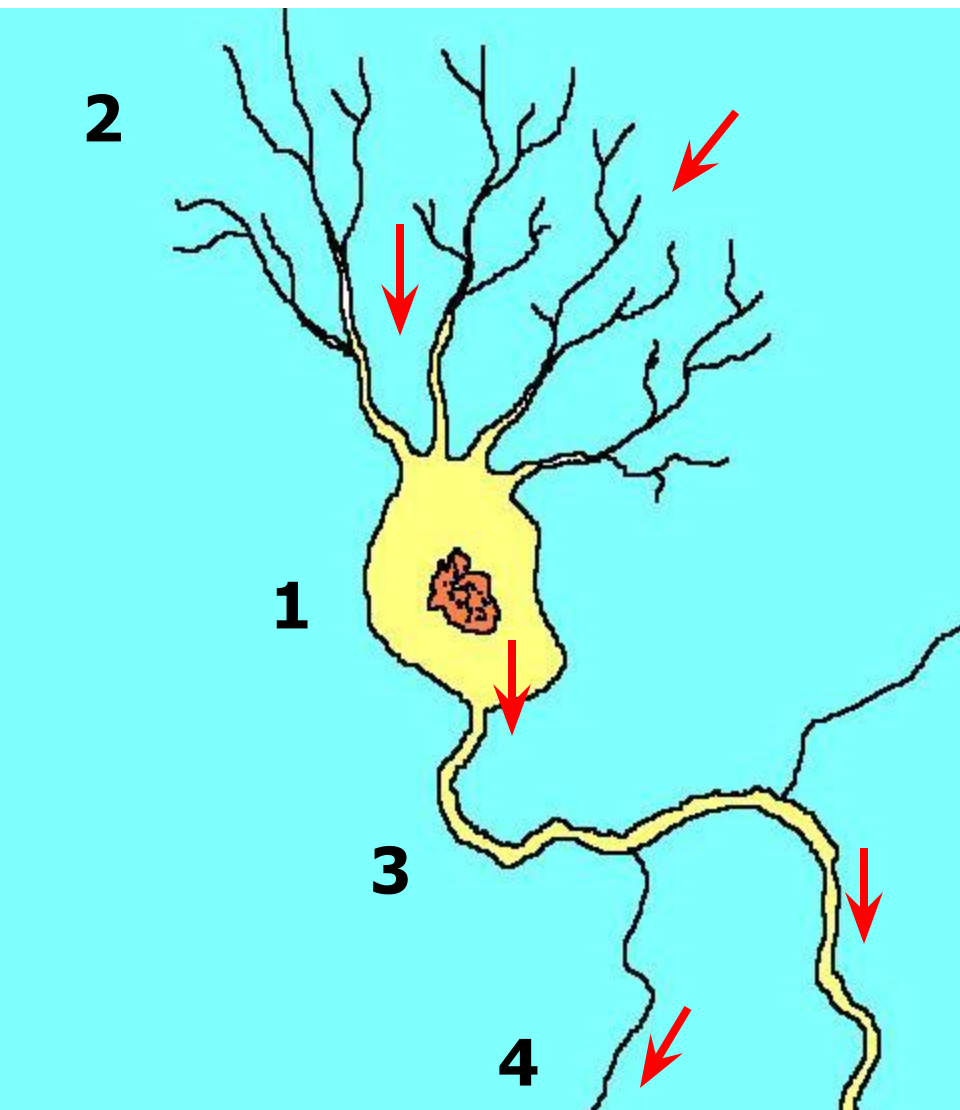
# Нейрон и его функции



Специфические функции нервной клетки:

1. Прием информации (дендриты)
2. Обработка информации (тело)
3. Передача информации (аксон)





1 – сома (тело) нейрона: размер 5-100 мкм, разнообразие форм (пирамидная, звездчатая, грушевидная и др.); функция – обработка информации.

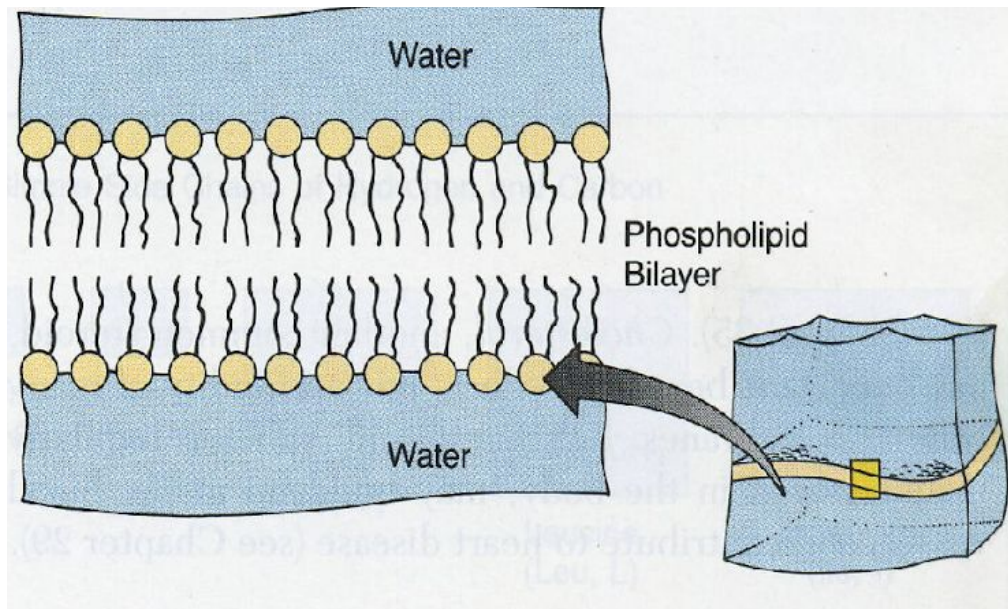
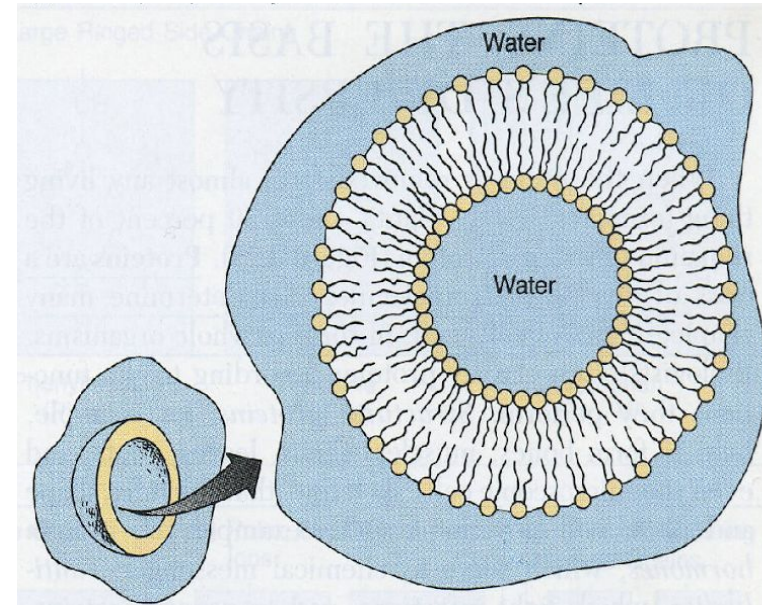
2 – дендриты нейрона: их обычно несколько, относит. короткие (неск. мм), сильно ветвятся (под острым углом), сужаются по мере удаления от сомы; воспринимают и проводят сигналы к соме.

3 – аксон: всегда один, относит. длинный (неск. см), слабо ветвится (под прямым углом), имеет стабильный диаметр; проводит сигналы от сомы к другим клеткам.

4 – коллатераль: отросток аксона.

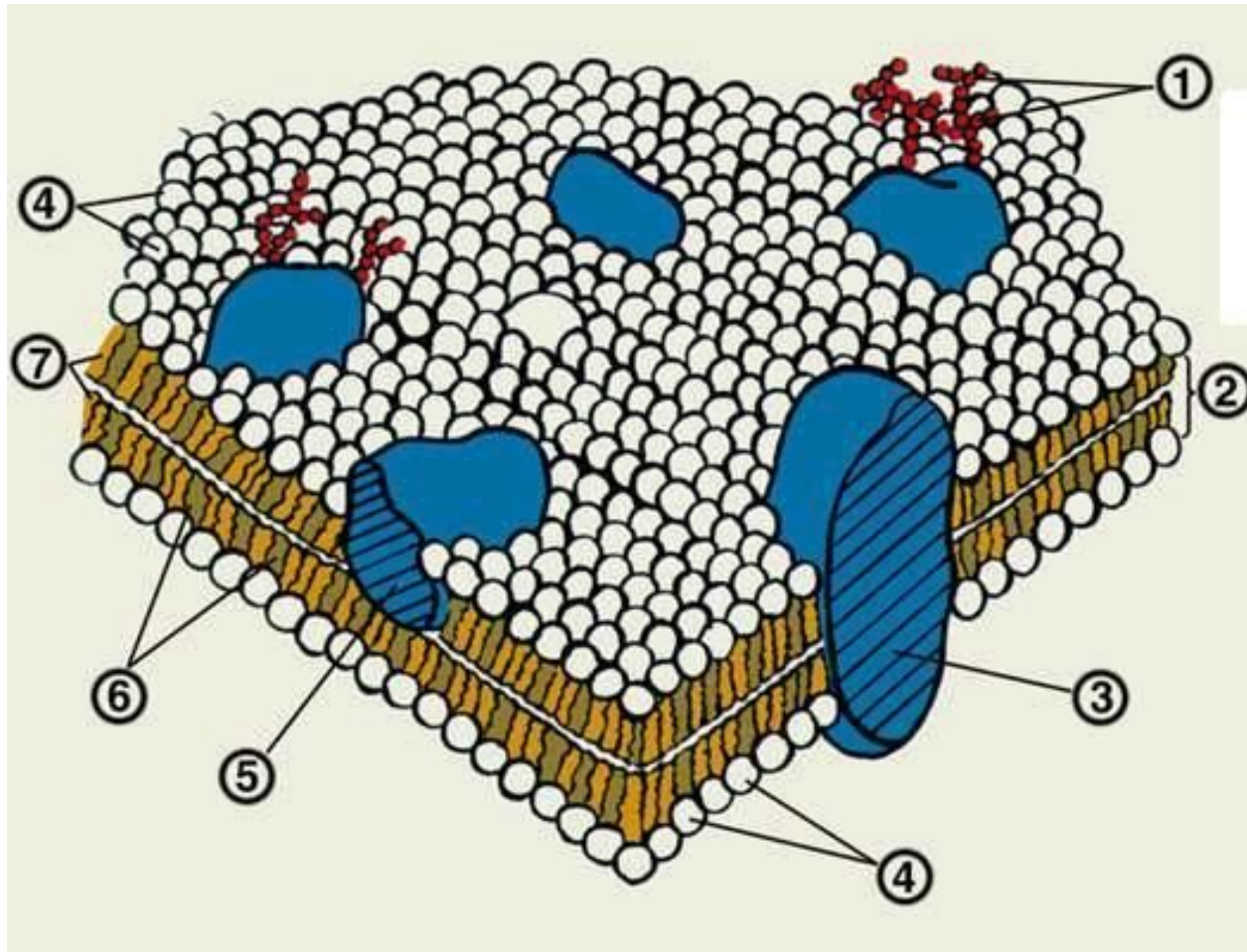
**Фосфолипиды:**  
глицерин  
+ два углеводородных хвоста  
+ фосфорная к-та

В водном растворе липиды и фосфолипиды образуют капли и двуслойные пленки. Такие пленки – основа всех биологических мембран (строительная функция + энергетическая и запасаящая).



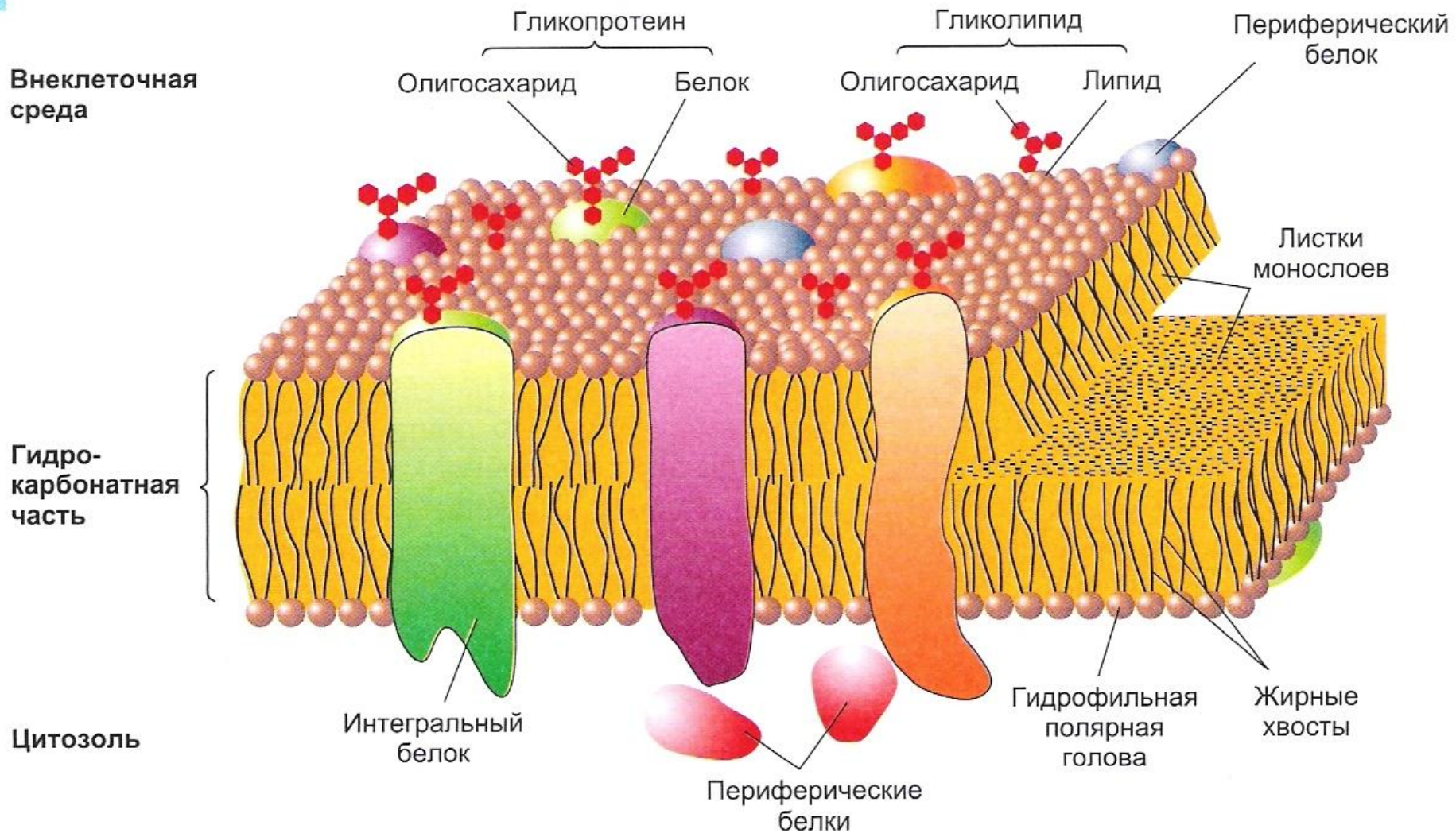


# Биологическая мембрана



- 1 - углеводные фрагменты гликопротеидов
- 2 - липидный бислой
- 3 - интегральный белок
- 4 - "головки" фосфолипидов
- 5 - периферический белок
- 6 - холестерин
- 7 - жирнокислые "хвосты" фосфолипидов

# Строение биологической мембраны





## Третичная структура

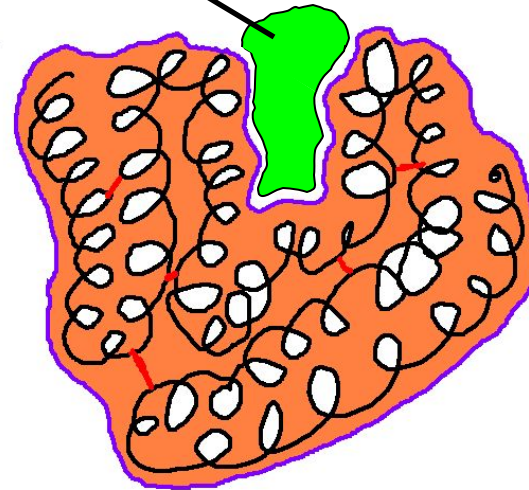
(белковый клубок),  
как правило, имеет  
ямку («активный центр»)  
Здесь происходит захват  
молекулы-мишени  
(«лиганда») по принципу  
«ключ-замок».

После этого белок  
способен выполнить с  
лигандом те или иные  
операции.

Тип операции с лигандом  
= тип белка.

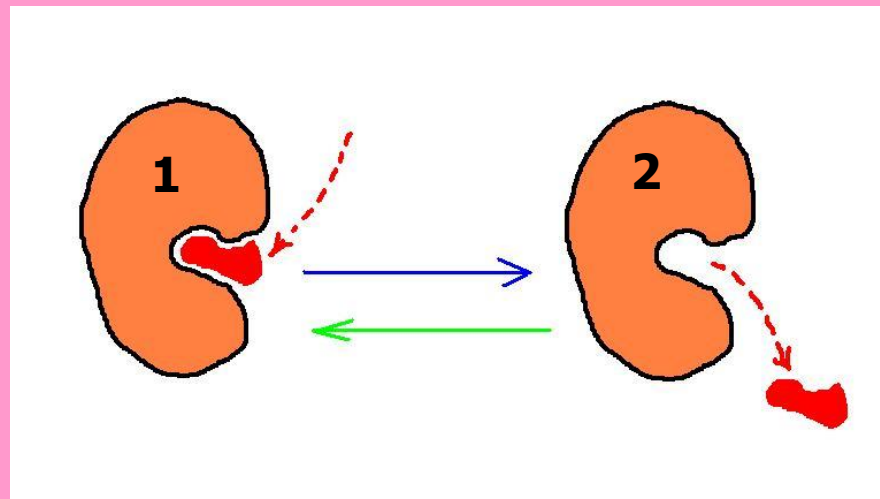
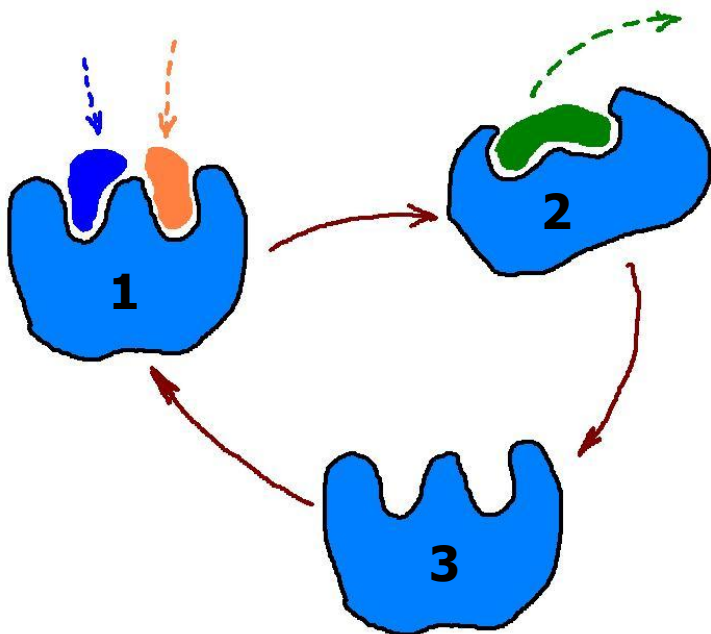
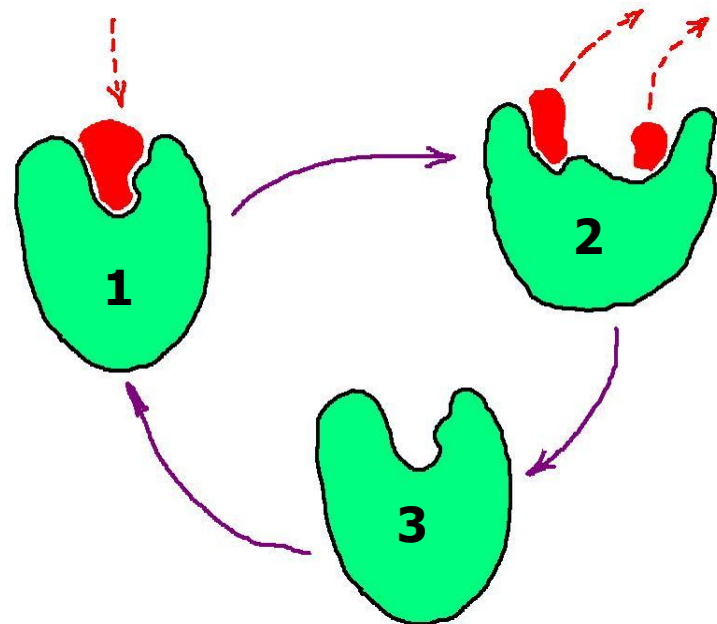
Автор слайда – проф. Дубынин В.А., МГУ

лиганд



**белки-ферменты**  
**транспортные белки**  
*(белки крови,*  
*каналы, насосы)*  
**белки-рецепторы**  
**двигательные белки**  
**защитные (антитела)**  
**строительные и др.**

Белок-фермент, управляющий  
распадом вещества-лиганда  
(пример: пищеварит. ферменты)

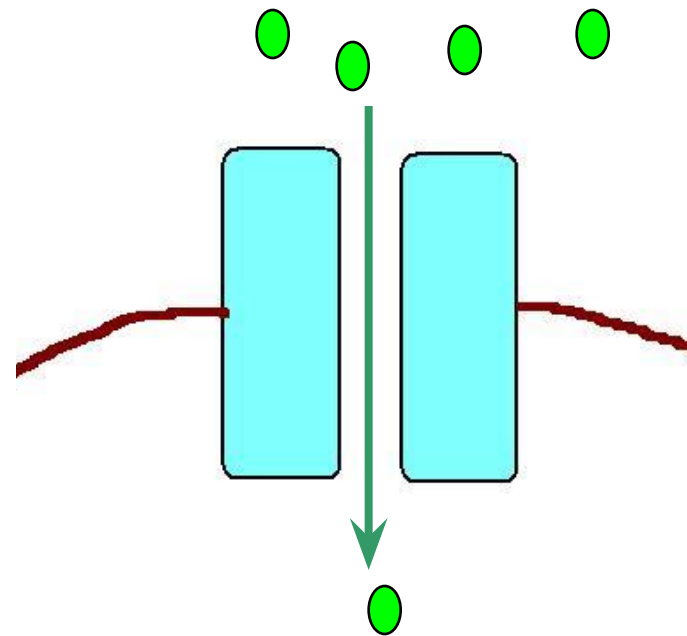
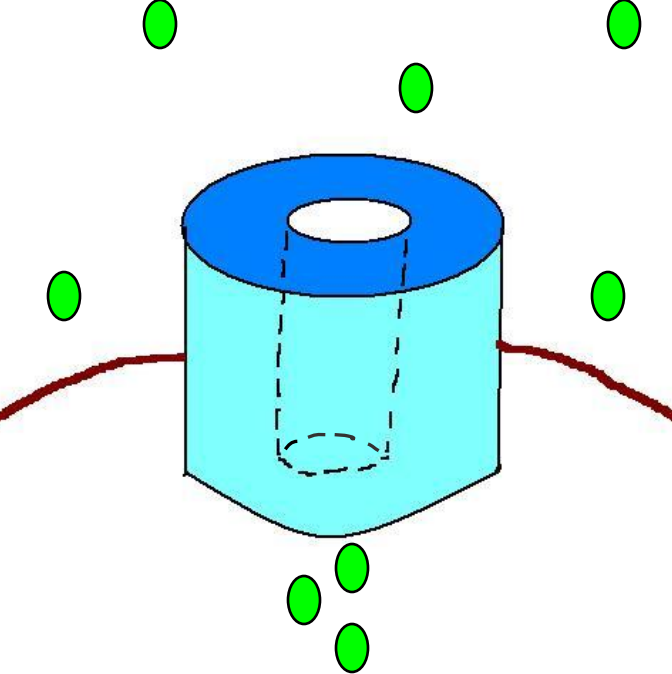


Транспортный белок (например,  
перенос кислорода  
гемоглобином)

Белок-фермент, управляющий  
синтезом нового вещества из  
двух лигандов

# Ионный состав нервной клетки

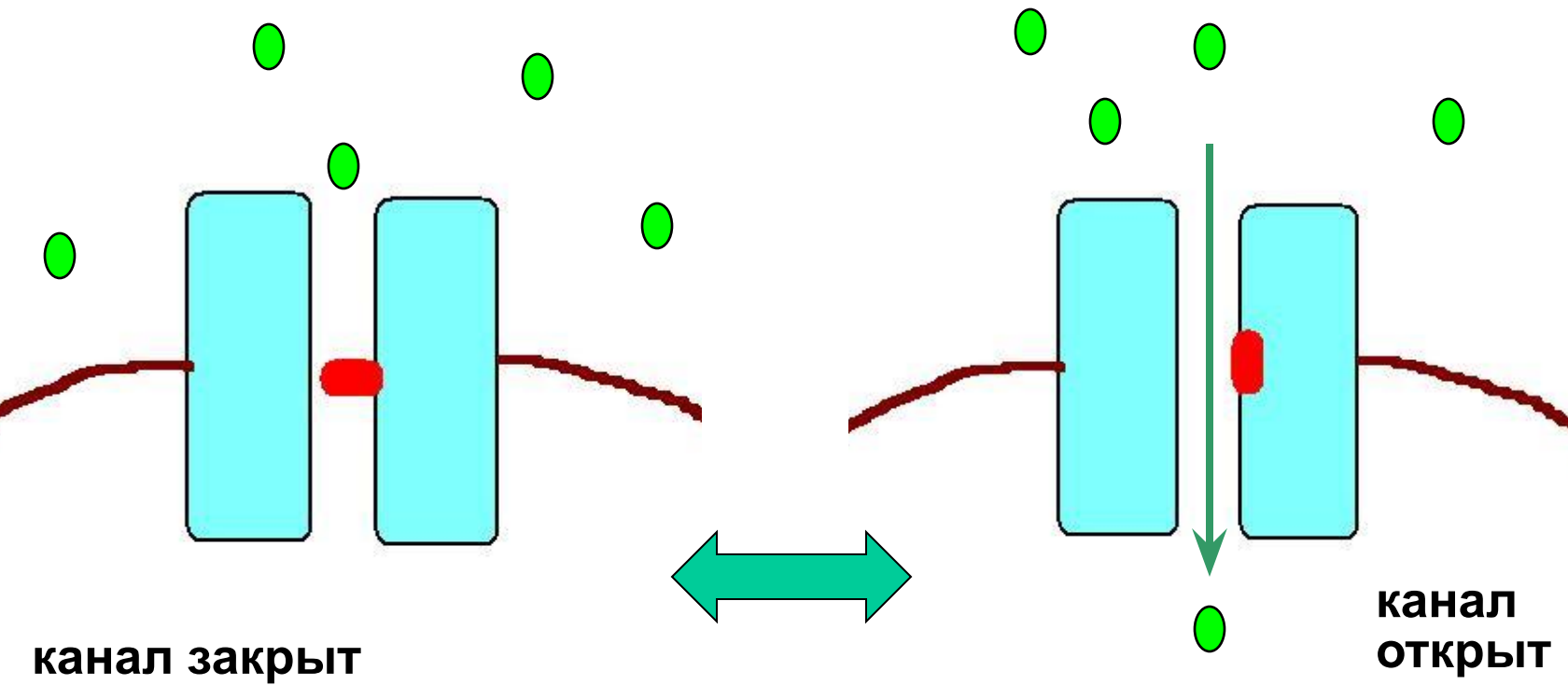
Ионы	Внутриклеточная среда	Внеклеточная среда (межклеточная жидкость)
Катионы		
$K^+$	много	мало
$Na^+$	мало	много
$Ca^{2+}$	В основном в связанном виде	
$Mg^{2+}$		
Анионы		
$Cl^-$	мало	много
$HCO_3^-$		
(Аминокислоты)-	много	мало



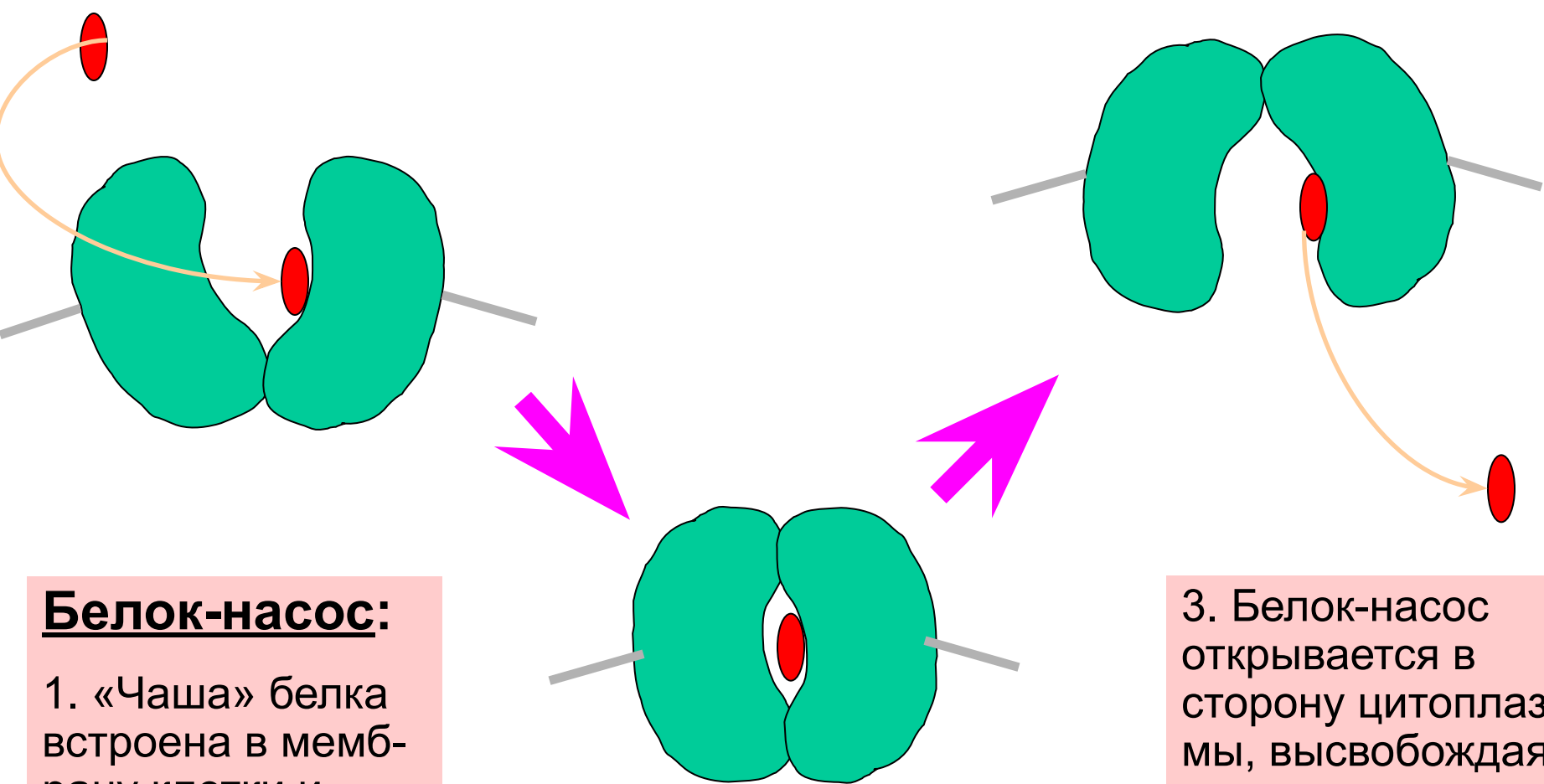
**Постоянно открытый белок-канал**: похож на цилиндр с отверстием; встроен в мембрану клетки; через него может идти диффузия (как правило, строго определенных мелких частиц – молекул  $H_2O$ , ионов  $K^+$ ,  $Na^+$  и др.).

**Диффузия – движение частиц среды из области с высокой концентрацией в область с низкой концентрацией; чем больше разность концентраций, тем интенсивнее диффузия.**





**Белок-канал со створкой**: также встроен в мембрану клетки; его отверстие перекрыто петлей-створкой, («канал закрыт»). Створка при определенных условиях может открываться, «разрешая» диффузию (*условия открытия: появление определенных химических веществ, электрические воздействия и др.*)



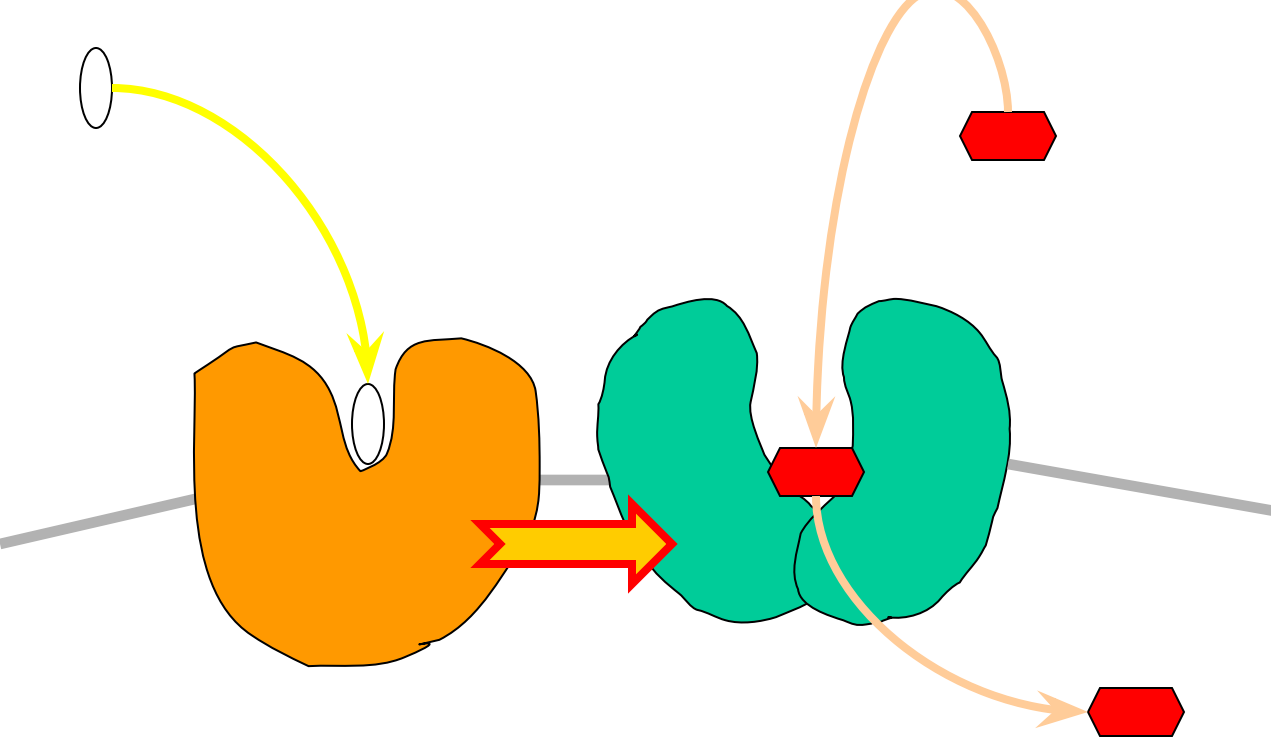
## Белок-насос:

1. «Чаша» белка встроена в мембрану клетки и открыта, например, в сторону внешней среды; происходит присоединение лиганда.

2. Изменение пространственной конфигурации белка-насоса (как правило, требует затрат энергии АТФ; перенос лиганда не зависит от разности концентраций).

3. Белок-насос открывается в сторону цитоплазмы, высвобождая лиганд; затем – возвращение белка-насоса в исходную конфигурацию.

Автор слайда – проф. Дубынин В.А., МГУ



Пример:  
действие гормонов и медиаторов. Так, инсулин, выделяемый поджелудочной железой, активирует работу насосов, транспортирующих внутрь клетки глюкозу.

## Белки-рецепторы:

Встроены в мембрану клетки и выполняют информационную функцию. Лиганд в этом случае – сигнал об определенном событии во внешней (межклеточной) среде.

После присоединения лиганда рецептор запускает реакцию клетки, влияя на ферменты, насосы, ионные каналы и т.п.

# Потенциал покоя

Уравнение В. Нернста:

$$E_x = \frac{R \cdot T}{F \cdot Z} \ln \frac{[X]_{\text{наружн}}}{[X]_{\text{внутр}}} = \frac{0.058}{Z} \lg \frac{[X]_{\text{наружн}}}{[X]_{\text{внутр}}}$$

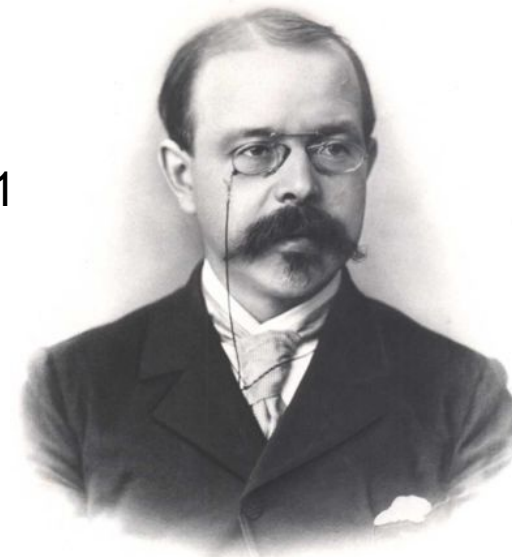
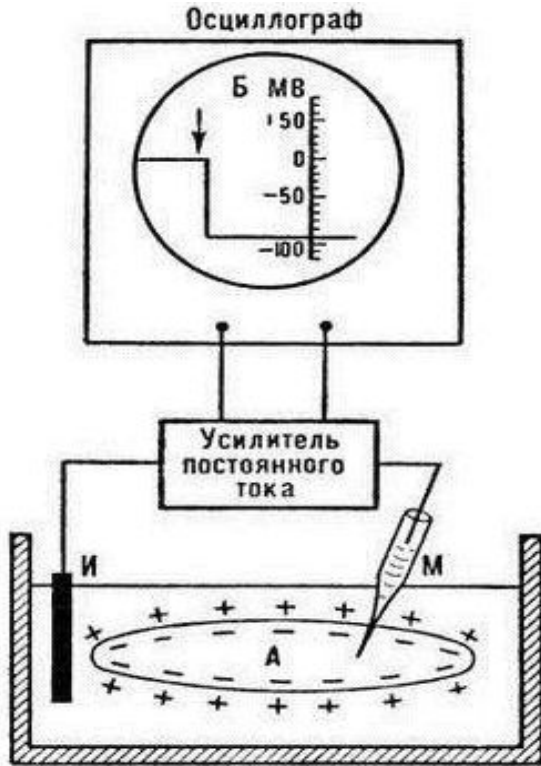
$E_x$  – равновесный потенциал для иона  $x$

$R$  – газовая постоянная,

$T$  – абсолютная температура, Кельвин (+273°C),

$F$  – число Фарадея,

$Z$  – валентность иона (для калия +1)





# Потенциал покоя есть у **ВСЕХ** живых клеток

ПП в разных клетках бывает от -100 до -50 мВ

Уровень ПП зависит от 3-х главных факторов:

- диффузии  $K^+$  из клетки
- диффузии  $Na^+$  в клетку
- работы  $Na^+/K^+$ -АТФазы

# Транспортные механизмы в клетке

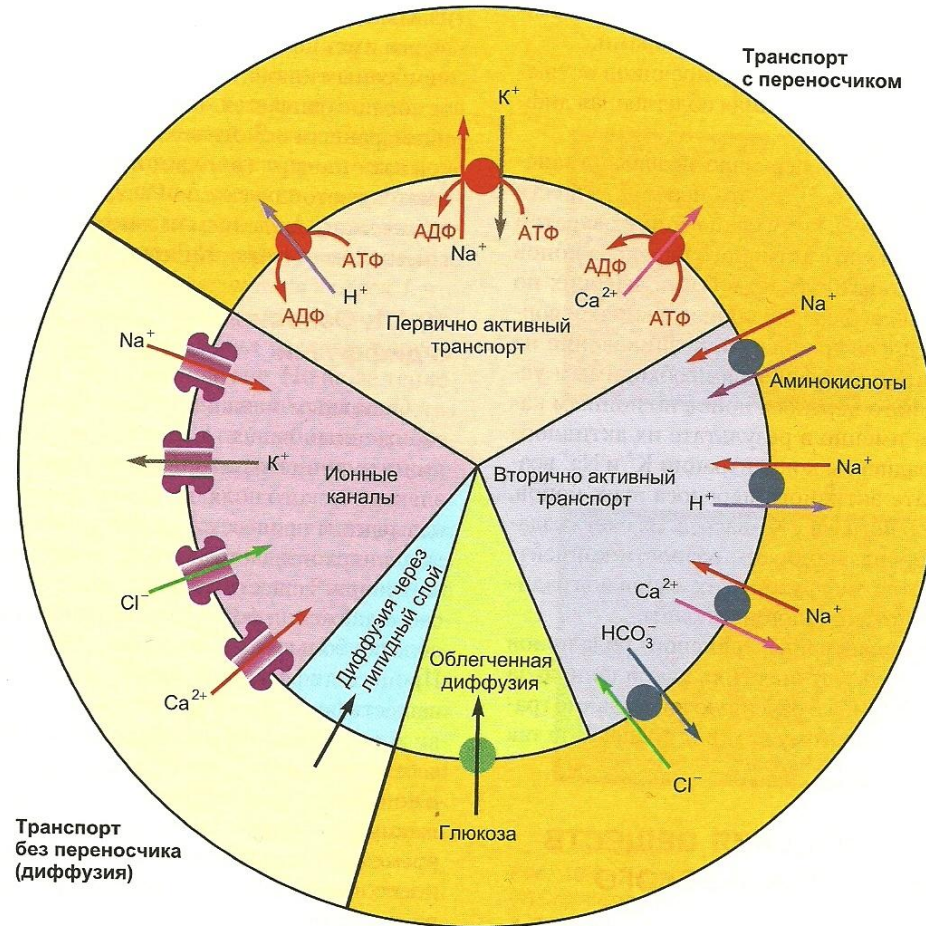


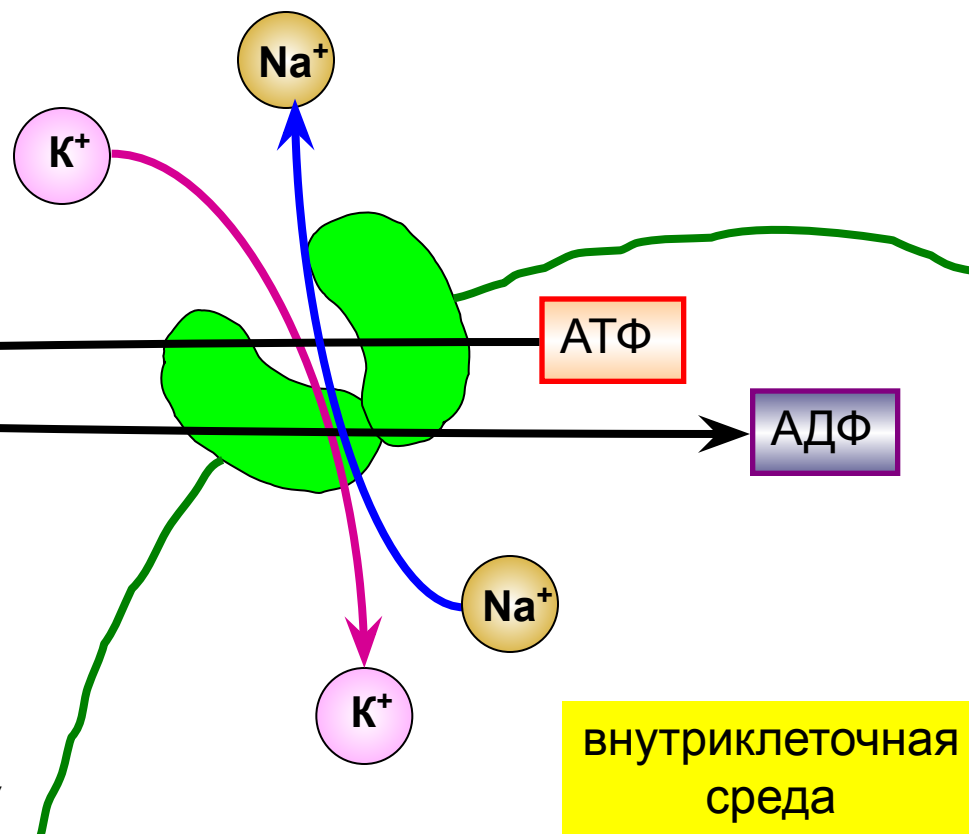
Рис. 10.1. Пути проникновения веществ через мембрану клетки (классификация дана по *Molecular cell biology* (3d ed.) ed. Lodish H., Baltimore D., Berk A., Zipursky S.L., Matsudaira P., Darnell J. 1995, Freeman and Company, NY; Vander A., Sherman J., Luciano D. *Human Physiology*. 2001, McGraw-Hill)

Наличие **ПП** – результат жизнедеятельности нейрона, совместного функционирования всех биополимеров и органоидов клетки; *погибший нейрон быстро теряет ПП.*

Первопричина ПП – разность концентраций ионов  $K^+$  и  $Na^+$  внутри и снаружи нейрона. Эту разность создает работа особого белка-насоса  **$Na^+$ - $K^+$ -АТФазы** ( $Na^+$ - $K^+$ -насоса).

межклеточная  
среда

**$Na^+$ - $K^+$ -АТФаза** обменивает находящиеся внутри клетки ионы  $Na^+$  на захваченные в межклеточной среде ионы  $K^+$ , затрачивая значительное кол-во АТФ.



# Механизм работы Na/K-АТФазы (насоса)

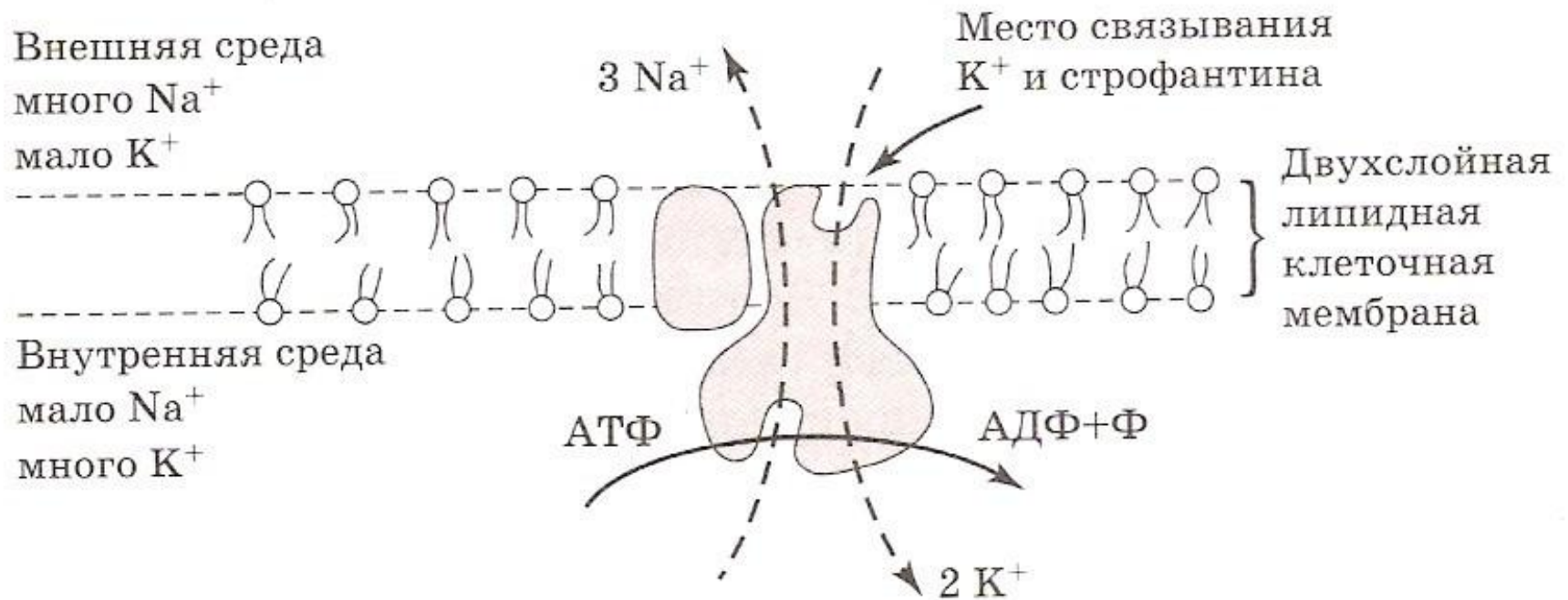


Схема Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-насоса: --> — выход из клетки ионов Na<sup>+</sup> и перенос в клетку ионов K<sup>+</sup>



# Факторы, участвующие в формировании ПП

Факторы, участвующие в формировании ПП: *I* — диффузия ионов  $K^+$  через постоянно открытые калиевые каналы (рост ПП по абсолютной величине); *II* —  $Na^+$ ,  $K^+$ -насос (обмен трех  $Na^+$  на два  $K^+$ , электрогенный эффект и рост ПП по абсолютной величине); *III* — диффузия ионов  $Na^+$  через постоянно открытые натриевые каналы: ток утечки, снижение ПП по абсолютной величине;  $--> --$  — движение ионов  $Na^+$ ;  $--> --$  — движение ионов  $K^+$

