

# Физиология нервной ткани

# Нейронная теория

Нейрон – структурно-функциональная  
единица ЦЕНТРАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Функция НЕЙРОНА – восприятие,  
обработка, передача, хранение,  
преобразование информации, передача  
сигналов к исполнительным органам

# Строение нейронов

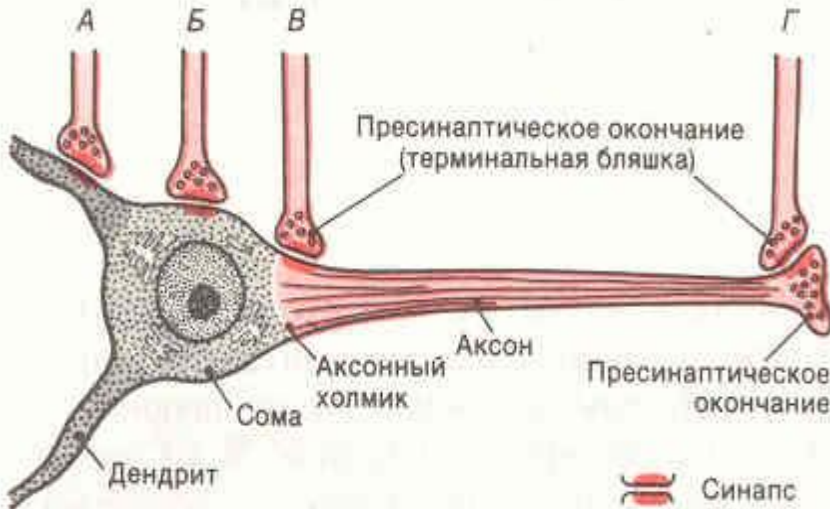
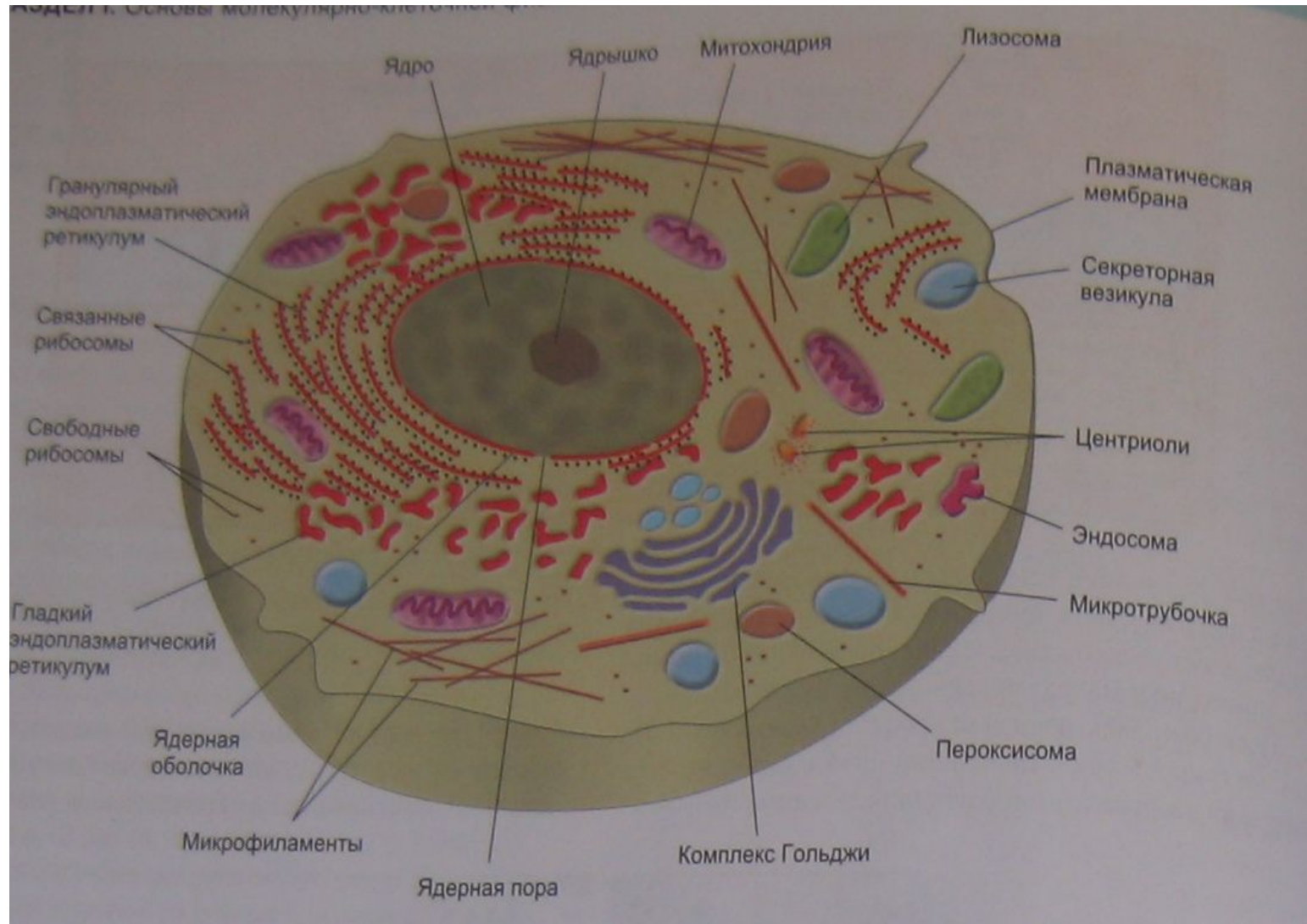


Рис. 1-1. Синапсы на нейроне. А. Аксо-дендритный синапс. Б. Аксо-соматический синапс. В. Проксимальный аксо-аксонный синапс – обычно тормозный. Г. Дистальный аксо-аксонный синапс, который всегда бывает тормозным (пресинаптическое торможение).

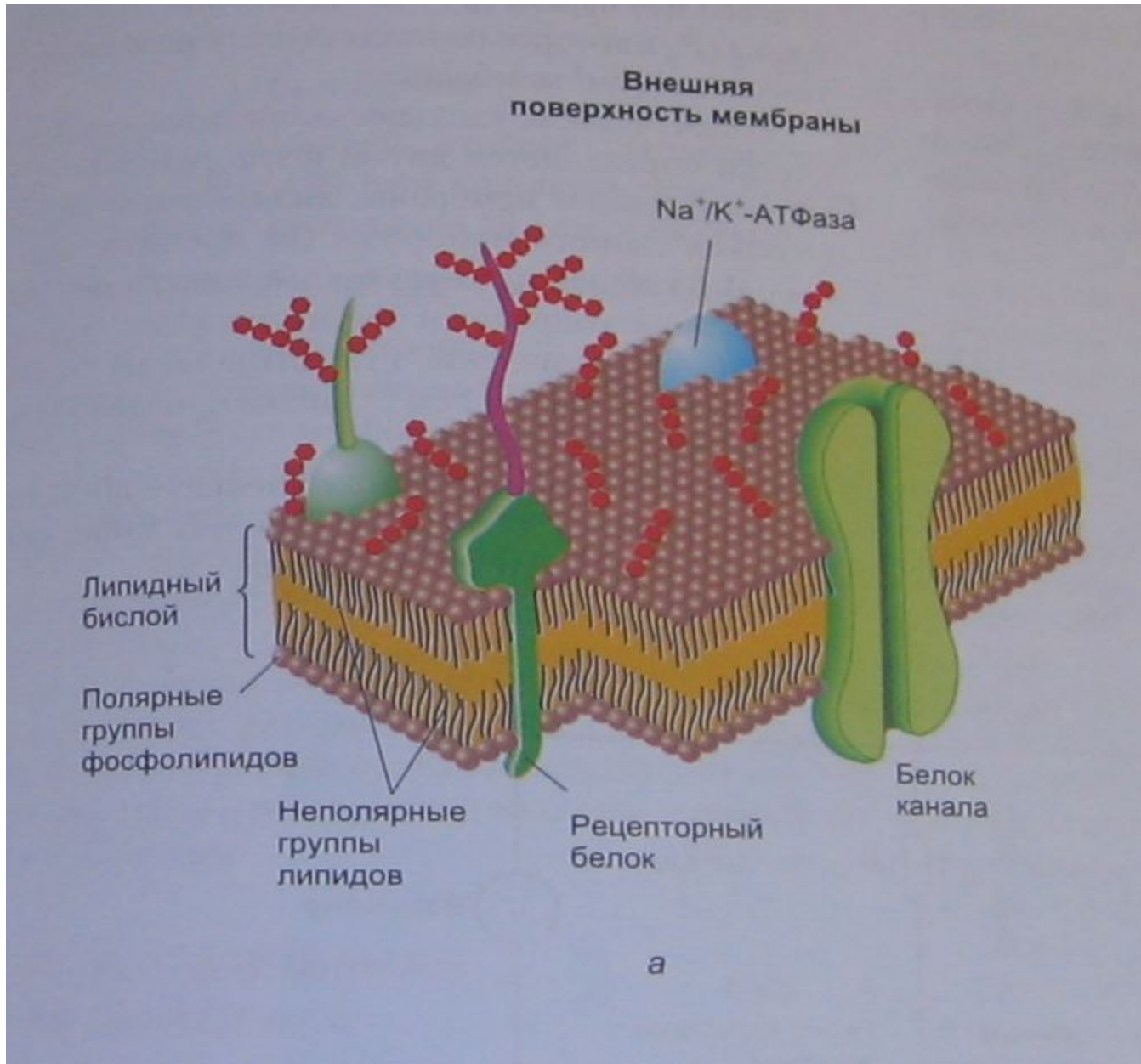
Дендриты, мембрана  
сoмы нейрона  
(воспринимающая часть  
нейрона)

Сoма с аксонным  
ХОЛМИКОМ (интегративная)  
АКСОН (передающая)

# Сома нейрона

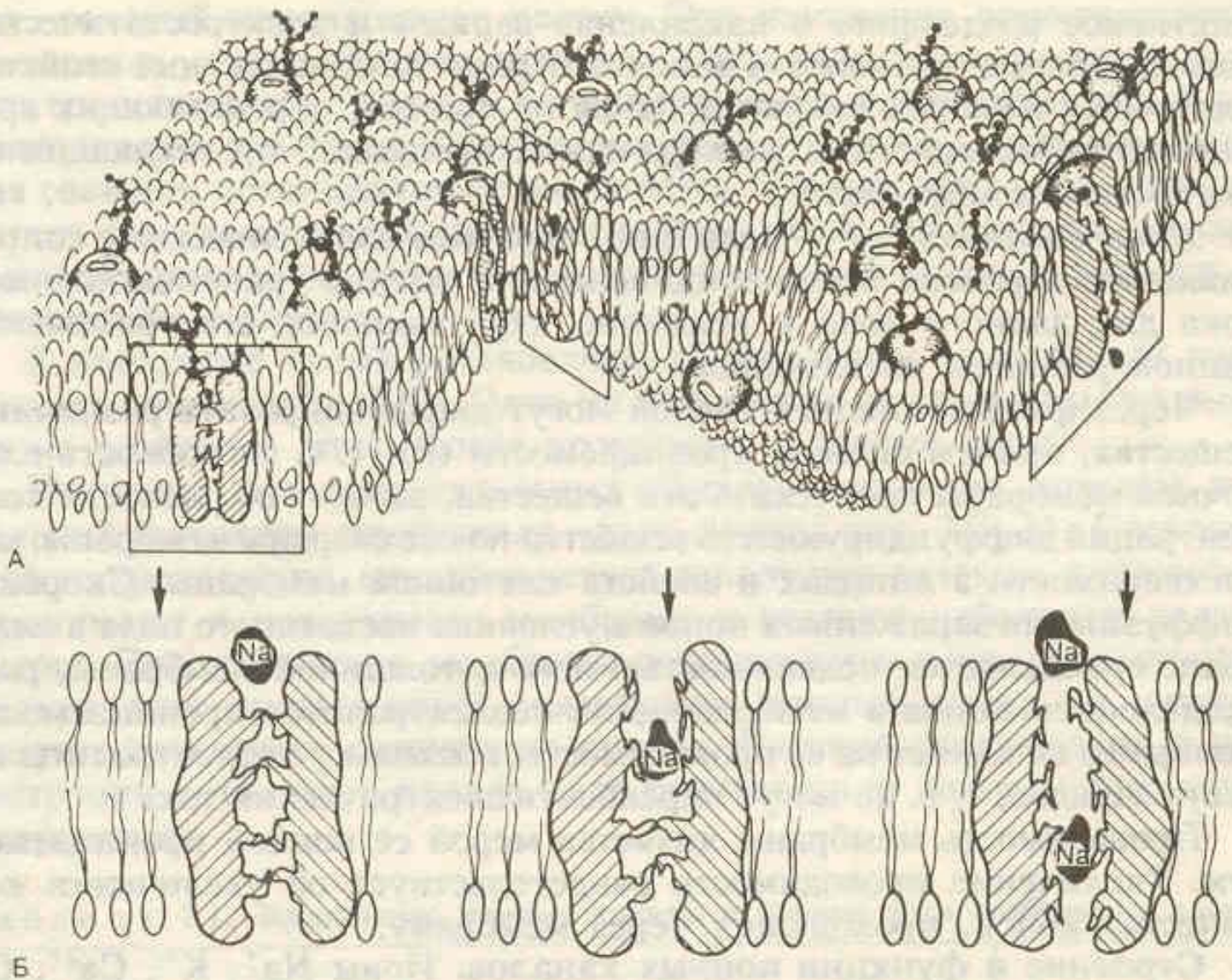


# Мембрана нейрона



# Функции клеточных мембран

- барьерные;
- регуляторные;
- электрические
- медиаторные



**Рис. 2.1.** Трехмерная жидкостно-мозаичная модель клеточной мембраны по Singer—Nicolson.

А — фосфолипидный бислои, в котором погружены белки; Б — различные моменты движения ионов  $\text{Na}^+$  через натриевый канал.

# Ядрышко

## 1.3.1. Ядро

Подавляющее большинство клеток содержит одно ядро — самую крупную из ограниченных мембранами оргanelл клеток. Наиболее известные исключения из этого правила — многоядерные клетки скелетных мышц и безъядерные красные кровяные тельца (эритроциты). Главная функция ядра — хранение генетической информации и ее передача следующему поколению кле-

### Ядро

*Структура.* Самая крупная оргanelла сферической или овальной формы локализована в центральной части клетки. Окружена оболочкой из двух мембран. Она пронизана порами, через которые между ядром и цитоплазмой идет обмен молекулами-посредниками. В ядре нет оргanelл, ограниченных мембранами. Внутри него находятся скрученные нити ДНК, известные как хроматин. Ко времени клеточного деления они конденсируются в короткие тельца — хромосомы

*Функция.* Хранение и передача генетической информации в форме ДНК. Генетическая информация передается в цитоплазму, где из аминокислот синтезируются белки

### Ядрышко

*Структура.* Плотная окрашенная волокнистая область внутри ядра; состоит из белков, связанных с ДНК (и рибосомальной РНК) в области, где считывается информация, относящаяся к рибосомальным протеинам

*Функция.* Место синтеза рРНК. Сборка РНК и белковых компонентов рибосомальных субъединиц, которые затем транспортируются в цитоплазму через ядерные поры

...видит на электронных микрофотографиях неоднородным по плотности (см. рис. 1.11). Во время клеточного деления хроматиновые нити плотно

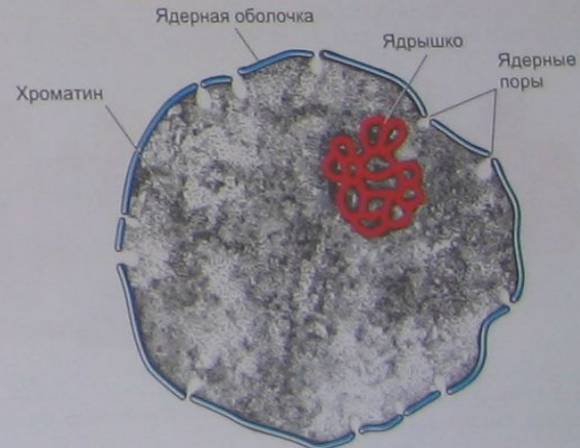
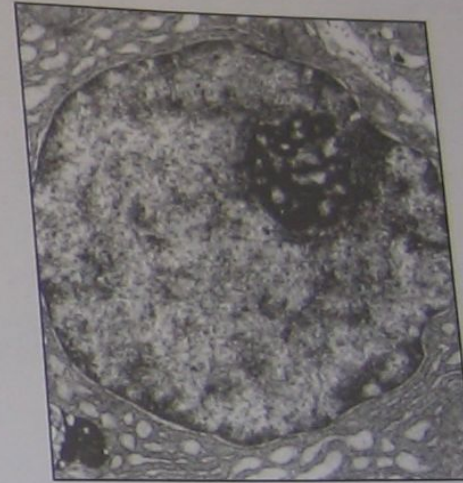
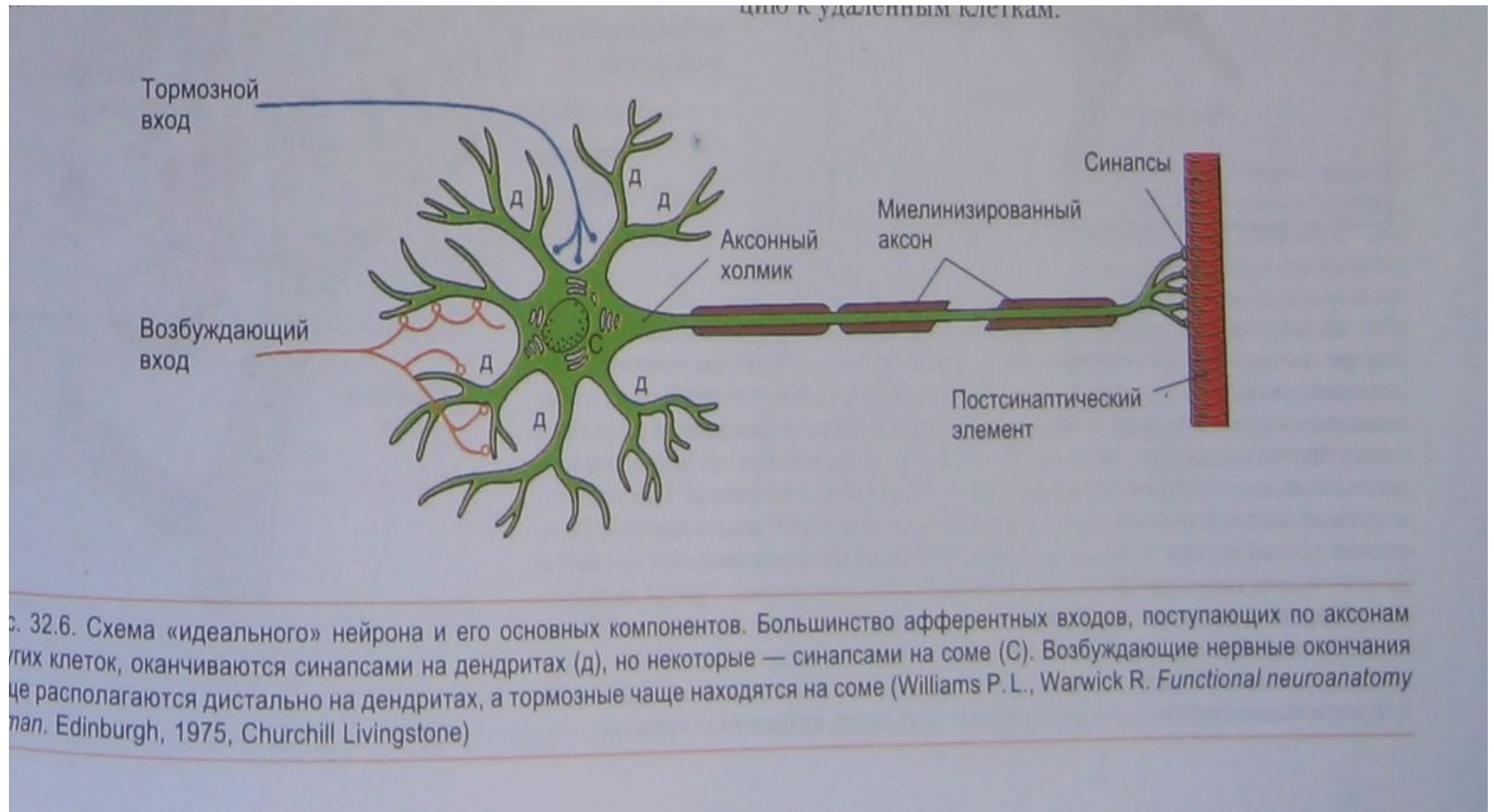


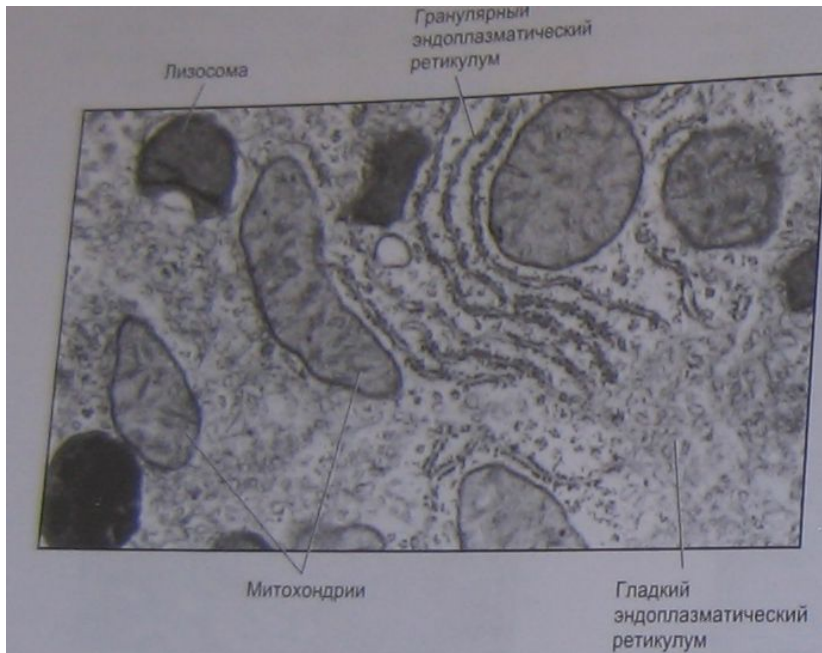
Рис. 1.11. Ядро (электронную микрофотографию любезно предоставил К. Р. Портер)



# Функции дендритов и аксонов



# Эндоплазматический ретикулум



## Гранулярный эндоплазматический ретикулум

*Структура.* Обширная непрерывная сеть из утолщенных мембранных цистерн. Имеет рибосомальные частицы, прилегающие к цитозольной поверхности

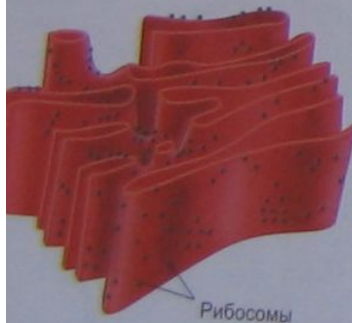
*Функция.* Белки, синтезированные на связанных с ретикулумом рибосомах, проникают в его просвет, откуда перемещаются в другие органеллы или секретируются из клетки

## Гладкий эндоплазматический ретикулум

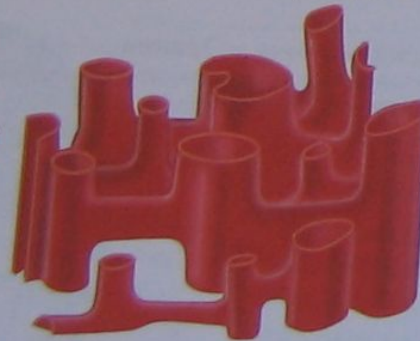
*Структура.* Обширная непрерывная сеть из сильно разветвленных мембранных трубок, не несущая на поверхности рибосом. Может быть связана с гранулярным эндоплазматическим ретикулумом

*Функция.* Содержит ферменты для синтеза жирных кислот и стероидов. Хранит и освобождает ионы кальция, который контролирует различные клеточные процессы

Гранулярный эндоплазматический ретикулум



Гладкий эндоплазматический ретикулум

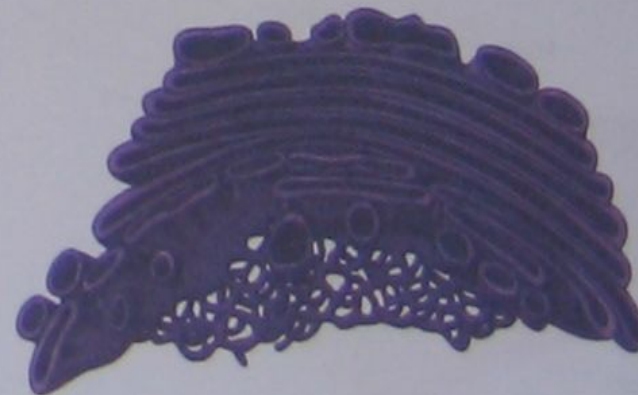
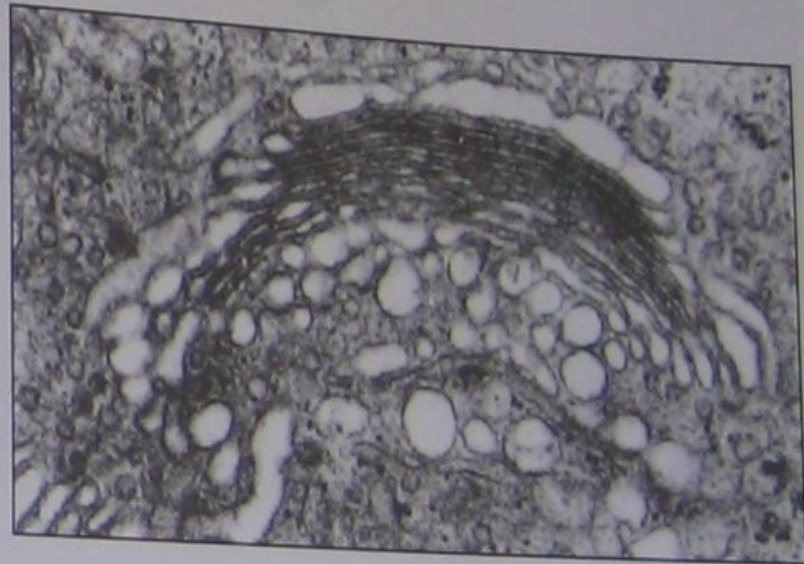


# Аппарат Гольджи




## Комплекс Гольджи

*Структура.* Стопка вогнутых уплощенных мембранных цистерн, связанных с многочисленными везикулами. Обычно это одна структура, расположенная в центральной части клетки около ядра

*Функция.* Накапливает, модифицирует и сортирует белки, поступающие из гранулярного эндоплазматического ретикулума, чтобы затем распределить их в везикулах комплекса Гольджи, по другим органеллам или секретировать из клетки



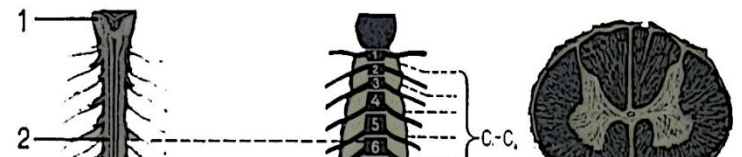
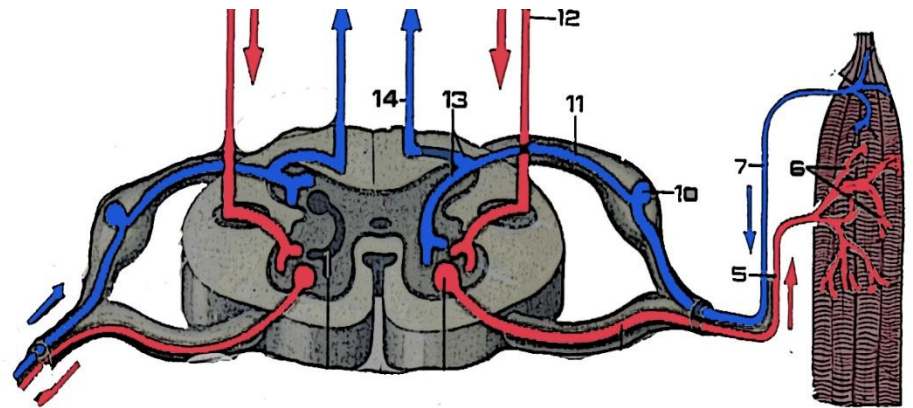
# Микротрубочки и нейрофиламенты

Цитоскелетные филаменты	Диаметр, нм	Протеиновые субъединицы
	7	Актин
	10	Разные белки
	25	Тубулин

# Классификация нейронов

По функции:

1. Афферентные
2. Интернейроны (центральные)
3. Эфферентные

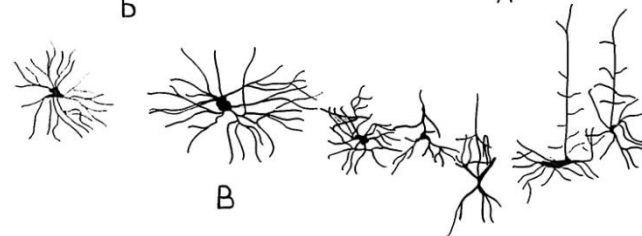


# По форме тела

1. Пирамидные
  2. Звездчатые
  3. Корзинчатые
  4. Клетки-зерна
  5. Веретенообразные
  6. Грушевидные
- .....



**НЕВРОННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ПЕРЕДНИХ И ЗАДНИХ РОГОВ СПИНОГО МОЗГА**



**КЛЕТОЧНЫЕ СТРУКТУРЫ КОРЫ МОЗГА ЧЕЛОВЕКА**

По числу отростков

1. Униполярные

2. Биполярные

3. Мультиполярные

# Типы нейронов

Истинно униполярные  
Псевдоуниполярные  
Биполярные  
Мультиполярные

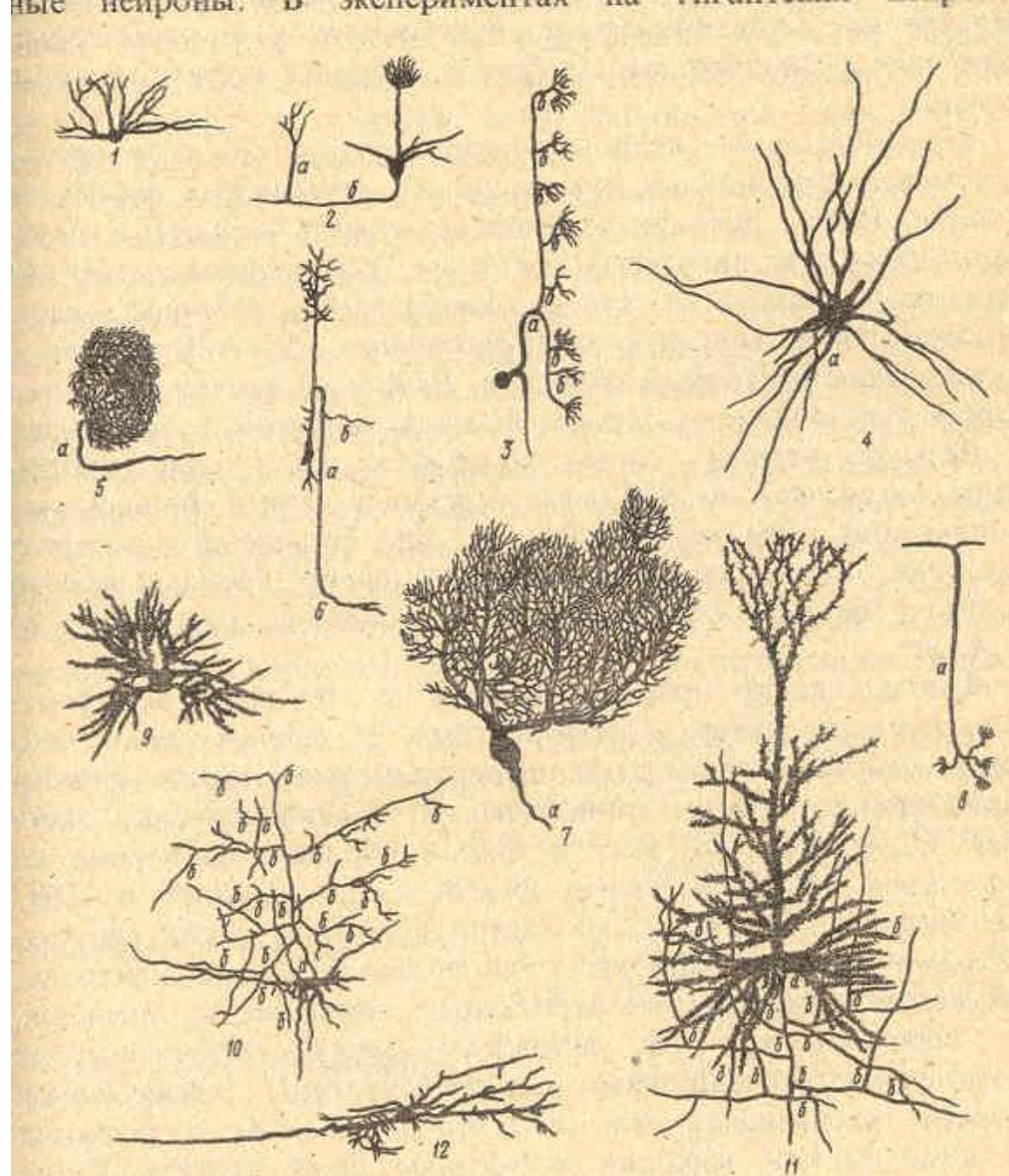


Рис. 98. Виды нейронов в различных отделах нервной системы:  
1 – амакриновая клетка сетчатки глаза, 2 – султановидная клетка обонятельной луковицы, 3 – клетка межпозвоночного узла, 4 – мотонейрон спинного мозга, 5 – клетка нижней оливы, 6 – клетка верхнего двухолмия, 7 – клетка Пуркине мозжечка, 8 – зерновидная клетка мозжечка, 9 – клетка полосатого тела, 10 – звездчатая клетка, 11 – пирамидный нейрон, 12 – горизонтальная клетка коры мозга; а – аксон, б – коллатерали аксона



# Функциональная классификация нейронов

**Химические свойства** (холинэргические, адренэргические и т.д.)

**Модальность**- зрительные, слуховые, обонятельные и др.

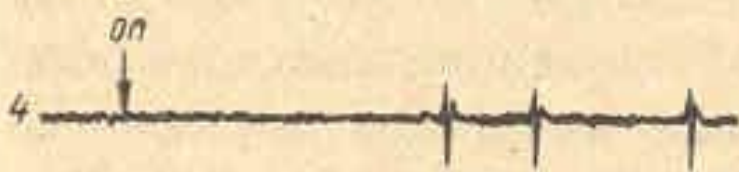
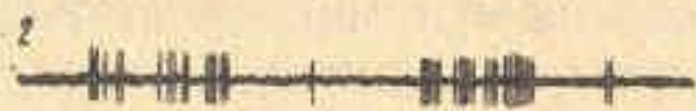
**Внутри модальности (зрительной)** – ориентационные, окулодоминантные, цветочувствительные и др.

**По типу активности** - фоново-активные, фоново-молчащие, непрерывно-аритмичная, пачечная, групповая

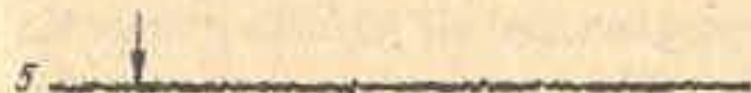


Рис. 99. Характер активности нейронов. *A* — типы фоновой активности нейронов; *Б* — реакции «молчащих» нейронов на включение (*on*) и выключение (*off*) света:

1 — пачечный, 2 — групповой, 3 — непрерывно аритмический; 4, 6 — *on*-нейроны, 5, 7 — *off*-нейроны; стрелками показан момент включения и выключения света



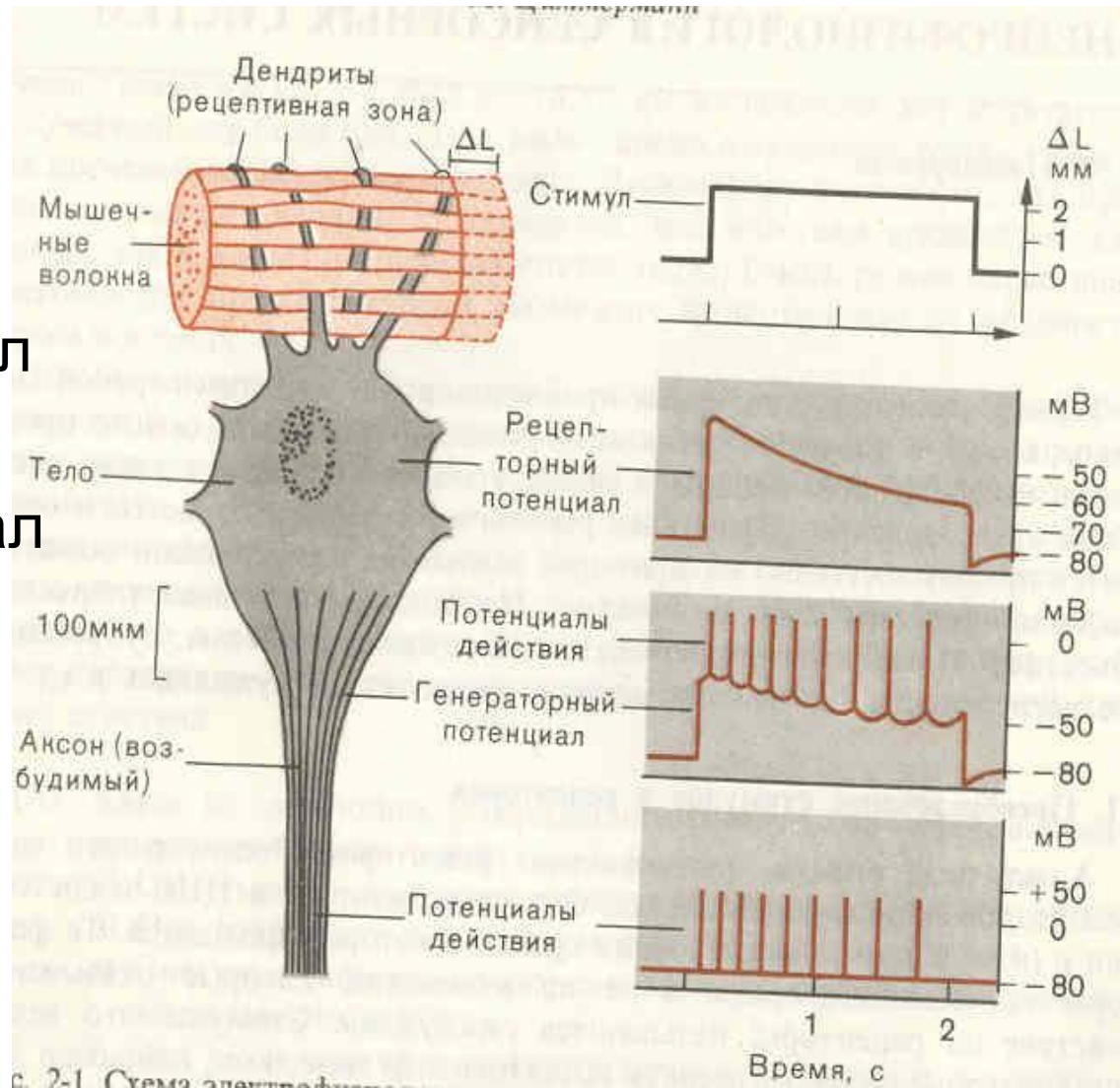
*Б*

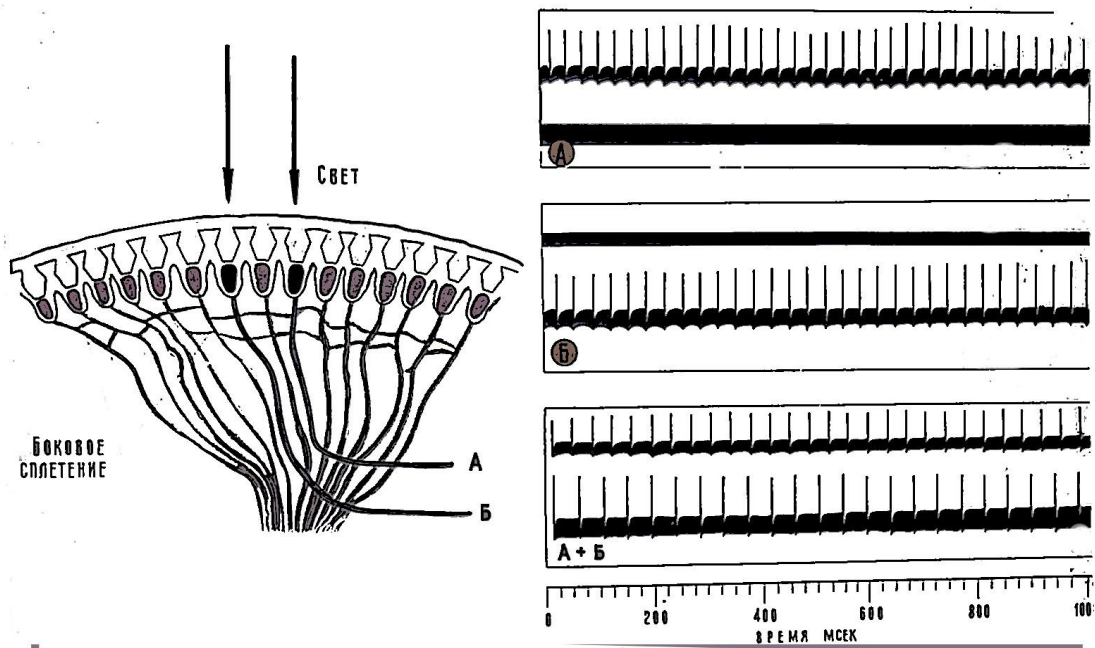


# Рецепторы

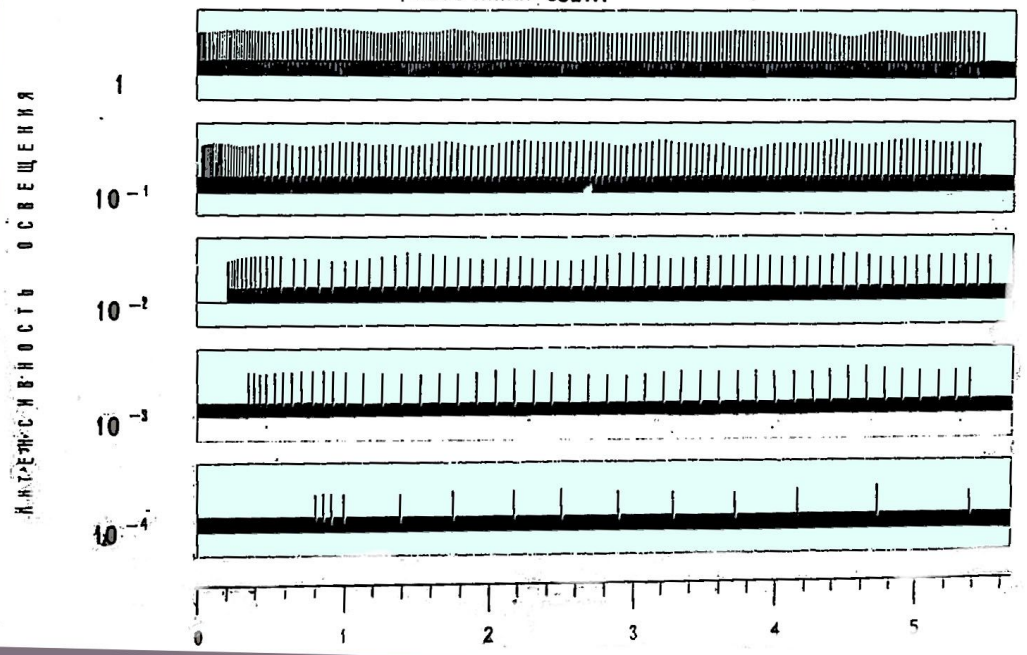
Механо-, термо-, хемо-, фото-

Преобразование  
Рецепторный потенциал  
Распространение  
Генераторный потенциал  
Генерация ПД

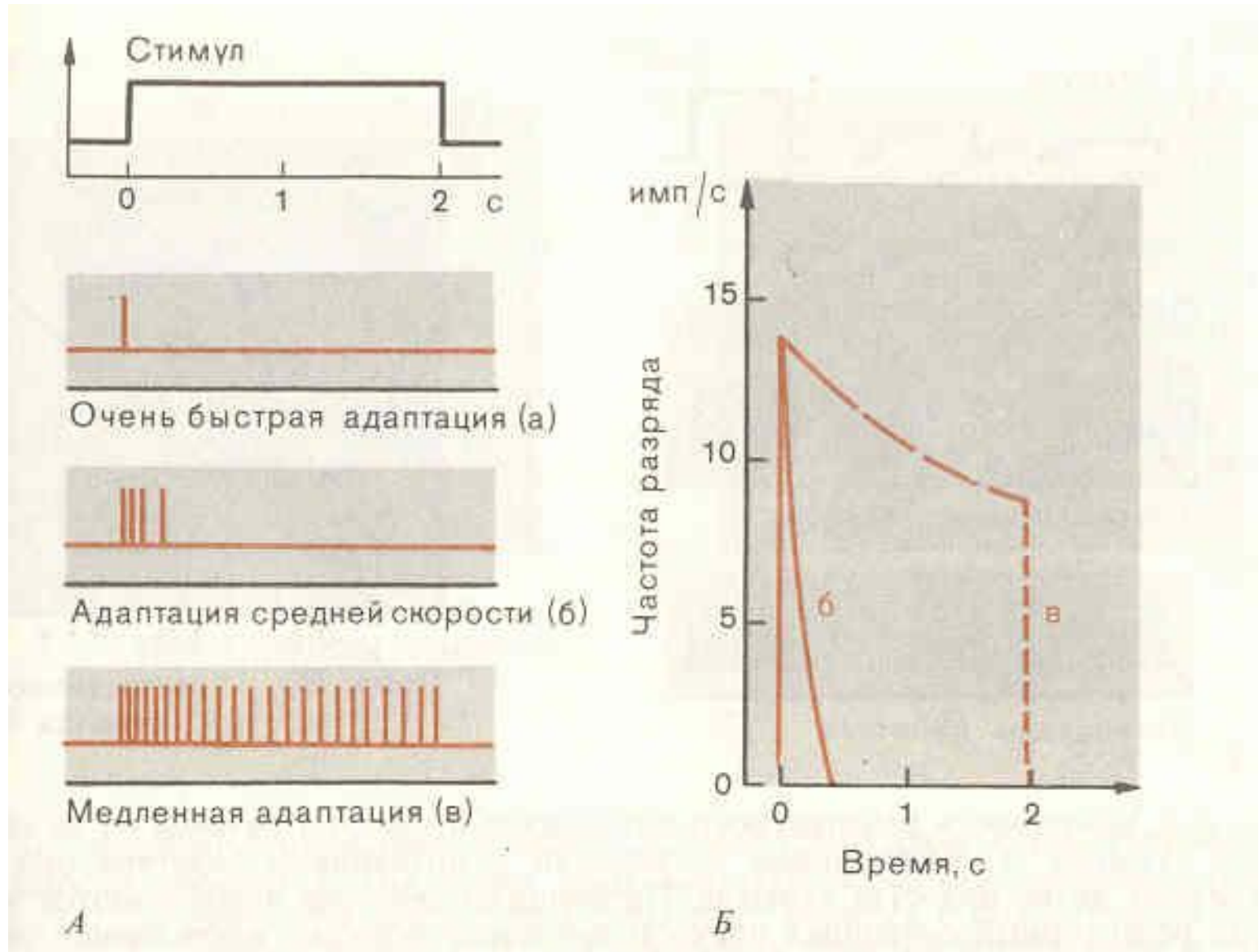




**ЗАВИСИМОСТЬ ЧАСТОТЫ ИМПУЛЬСНОЙ АКТИВНОСТИ ОММАТИДИЕВ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ ПОСТОЯННОГО ИСТОЧНИКА СВЕТА**



# Адаптация



# Нейроглия

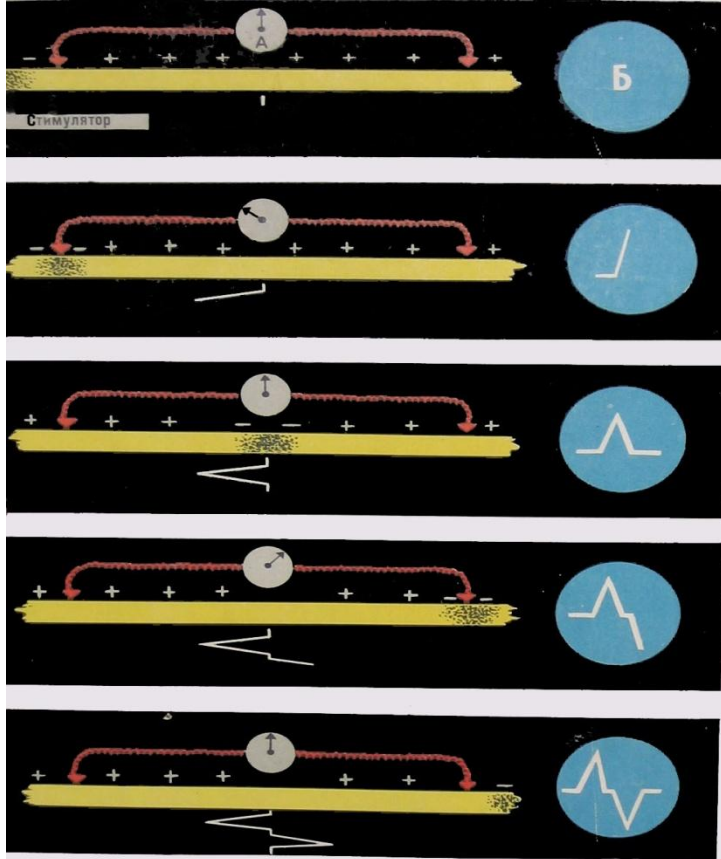
Т а б л и ц а 2.3. Количество глиальных элементов в структурах мозга, %

Виды глиальных клеток	Кора большого мозга	Мозолистое тело	Ствол мозга
Астроциты	61,5	54	30
Олигодендроциты	29	40	62
Микроциты	9,5	6	8

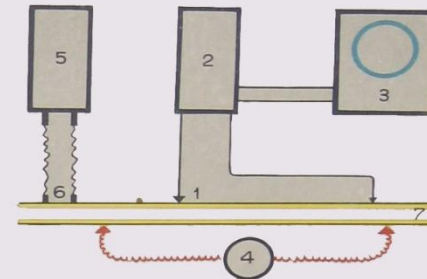
# Проведение возбуждения по нервам

Таблица 1-2. Классификация нервных волокон по Эрлангеру–Гассеру

Тип волокон	Функция (выборочно)	Средний диаметр, мкм	Средняя скорость проведения, м/с
A $\alpha$	Первичные афференты мышечных веретен, двигательные волокна скелетных мышц	15	100 (70–120)
A $\beta$	Кожные афференты прикосновения и давления	8	50 (30–70)
A $\gamma$	Двигательные волокна мышечных веретен	5	20 (15–30)
A $\delta$	Кожные афференты температуры и боли	<3	15 (12–30)
B	Симпатические преганглионарные волокна	3	7 (3–15)
C	Кожные афференты боли Симпатические постганглионарные волокна	1 (немиелизированные)	1 (0,5–2)



РЕГИСТРАЦИЯ ПОТЕНЦИАЛА ДЕЙСТВИЯ  
ПРИ ПОМОЩИ ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ГАЛЬВАНОМЕТРА  
И КАТОДНОГО ОСЦИЛЛОГРАФА (Б)



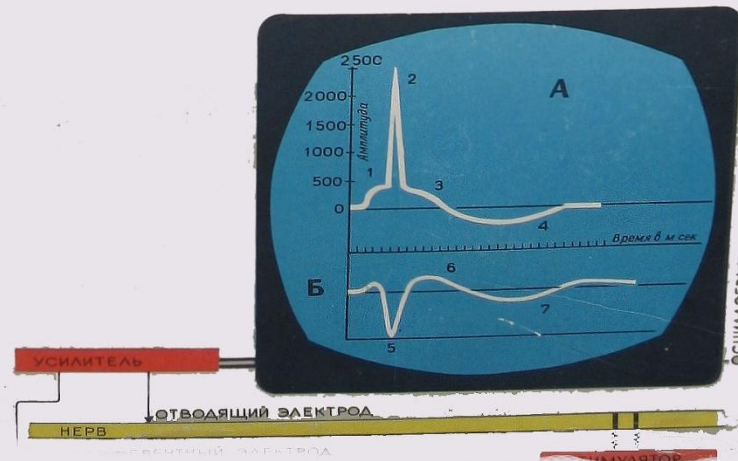
БЛОК-СХЕМА УСТАНОВКИ  
ДЛЯ БИПОЛЯРНОГО ОТВЕДЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛОВ

1. Отводящие электроды
2. Усилитель
3. Осциллограф
4. Гальванометр
5. Стимулятор
6. Раздражающие электроды
7. Нерв

ЦИКЛ ВОЗБУЖДЕНИЯ (А)  
И ЦИКЛ ВОЗБУДИМОСТИ (Б)  
ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО НЕРВА

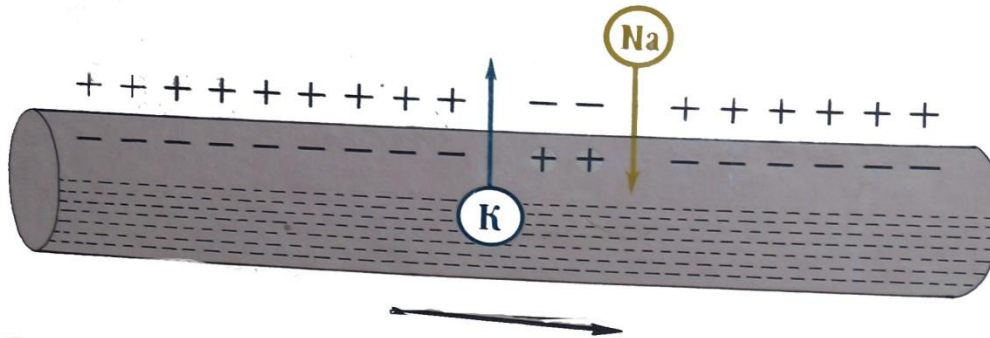
1. Местное возбуждение
2. Высоковольтный потенциал
3. Фригидательный следовой потенциал
4. Положительный проводной потенциал
5. Рефрактерный период
6. Период супернормальной возбудимости
7. Период субнормальной возбудимости

СХЕМА УНИПОЛЯРНОГО ОТВЕДЕНИЯ БИПОТЕНЦИАЛОВ

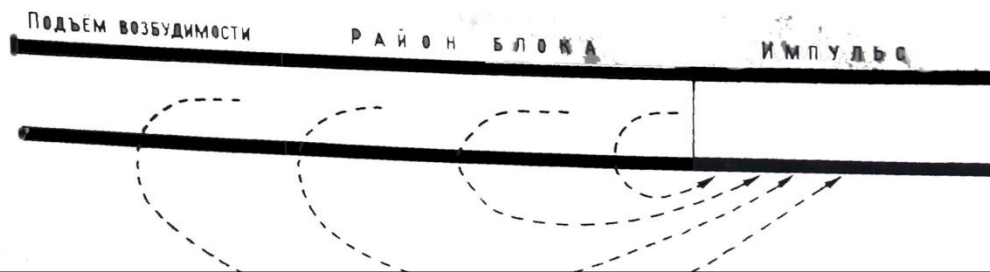




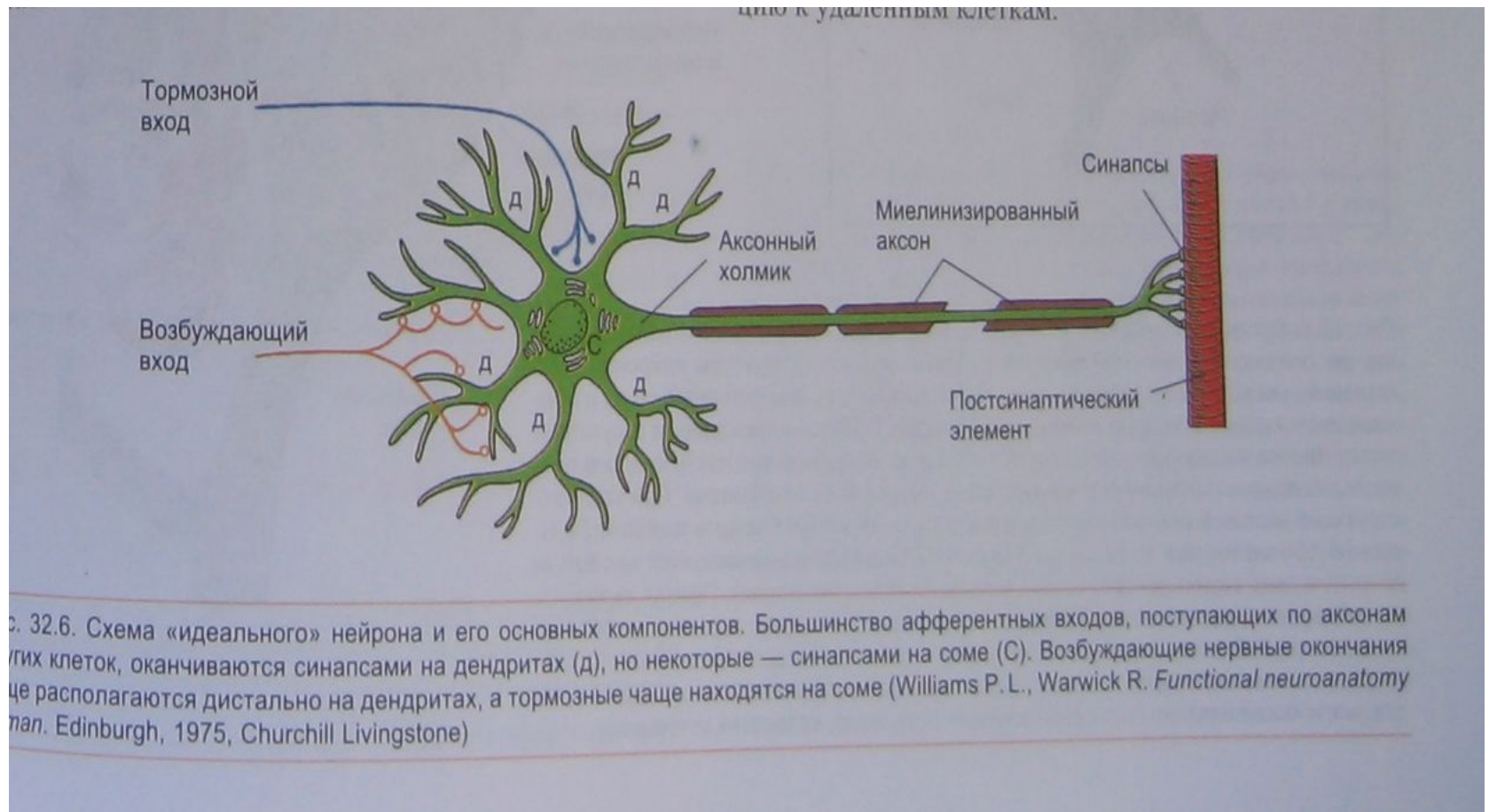
# ИЗМЕНЕНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С ПОТЕНЦИАЛОМ ДЕЙСТВИЯ И ЕГО ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ ПО АКСОНУ



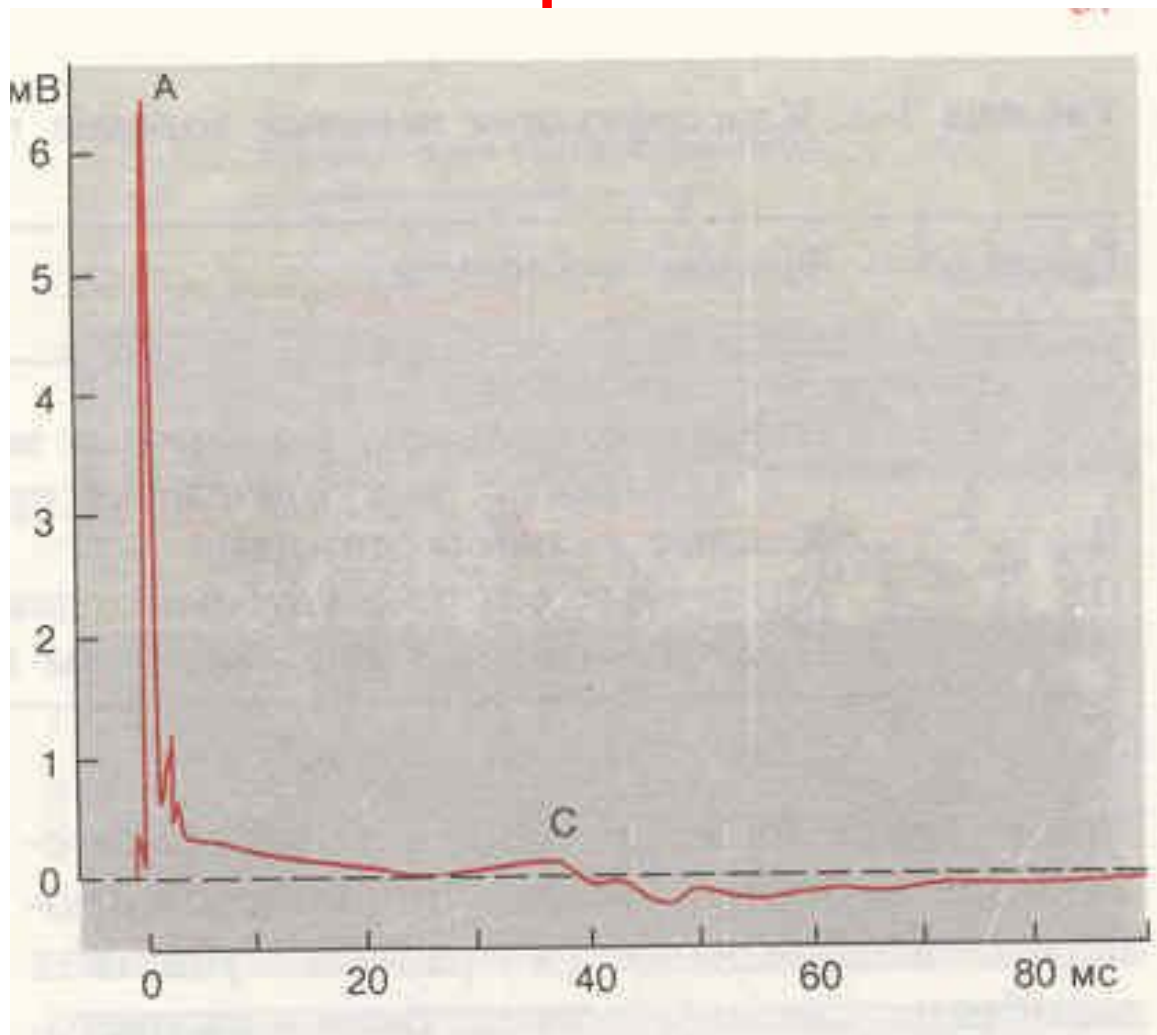
## РАСПРОСТРАНЕНИЕ МЕСТНЫХ ТОКОВ ВОЗБУЖДЕННОГО УЧАСТКА ЧЕРЕЗ БЛОКИРОВАННЫЙ РАЙОН



# Сальтаторное проведение возбуждения



# Проведение возбуждения по нервам



# Физиология синапсов — специализированных контактов для передачи сигналов нервных клеток.

## Классификация синапсов

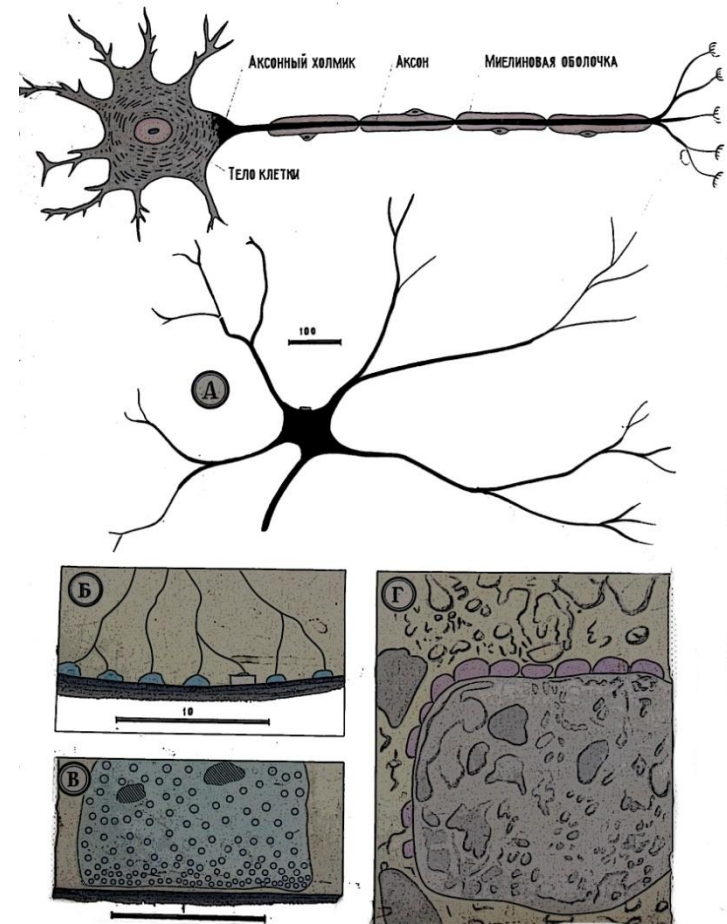
### По местоположению

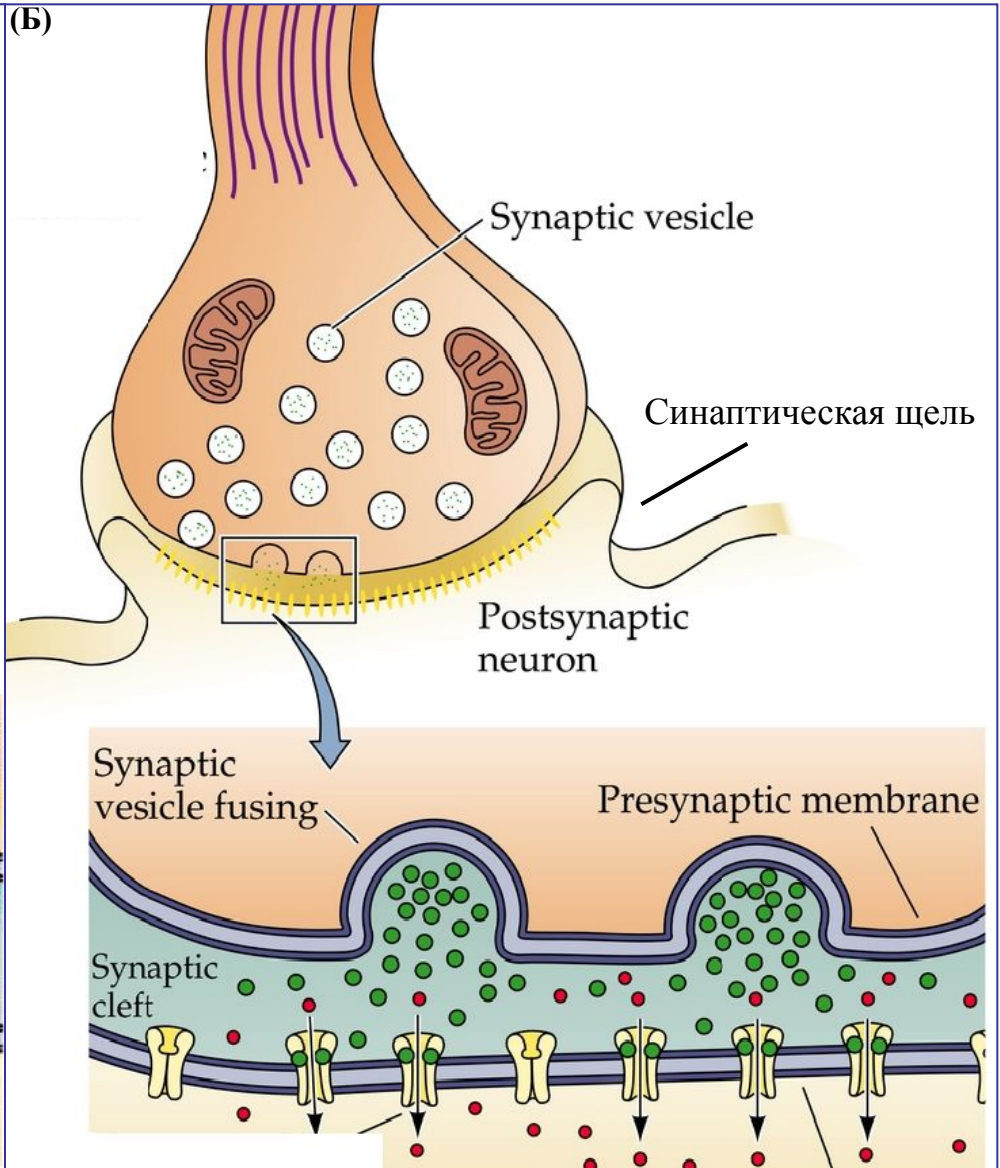
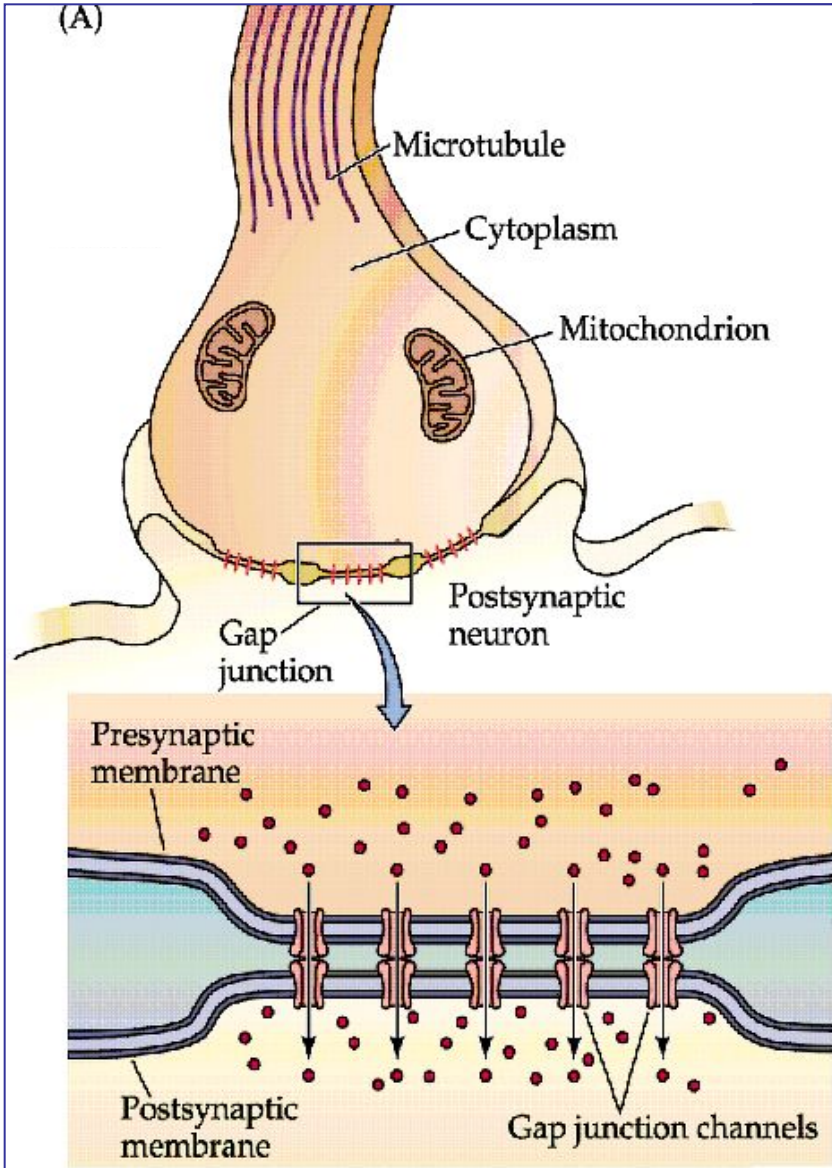
(аксо-дендритные, аксо-аксональные, аксо-соматические и т.д.)

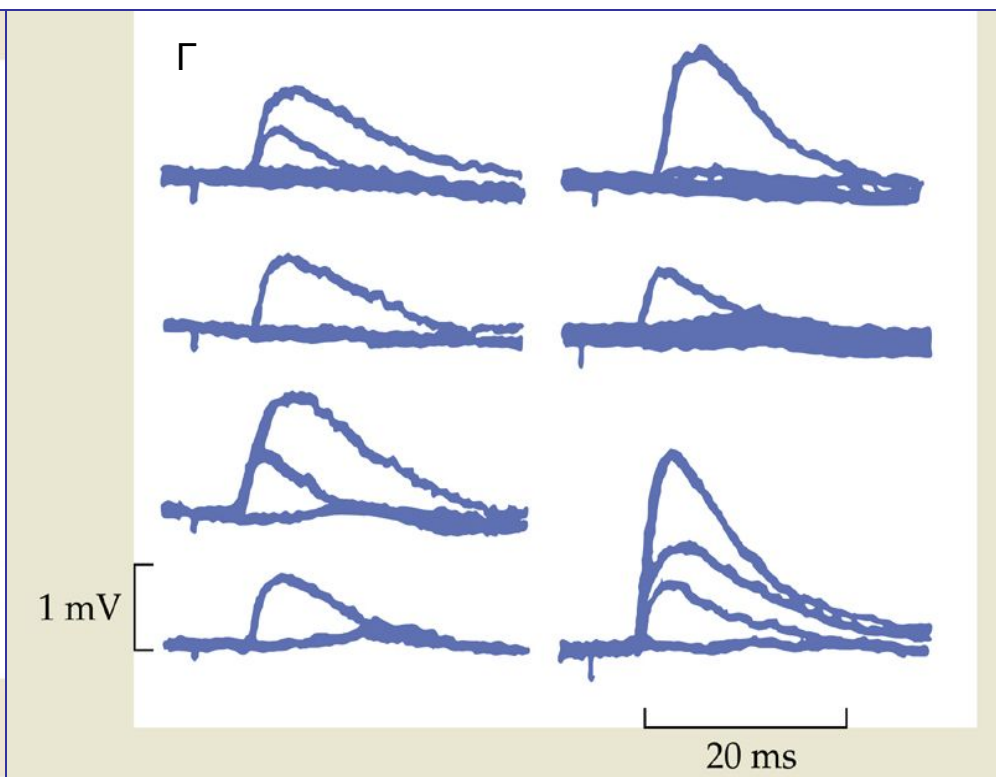
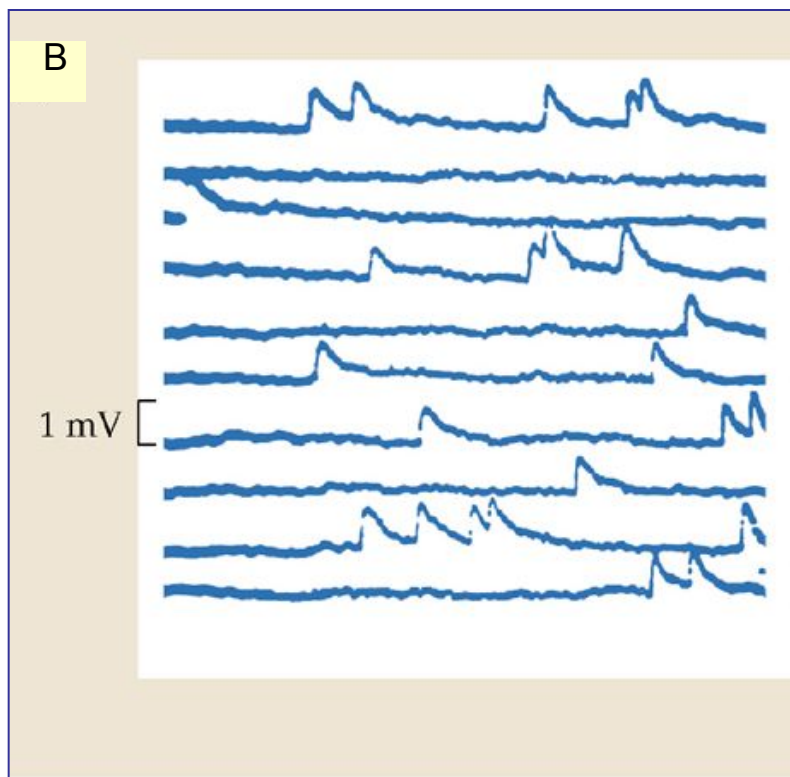
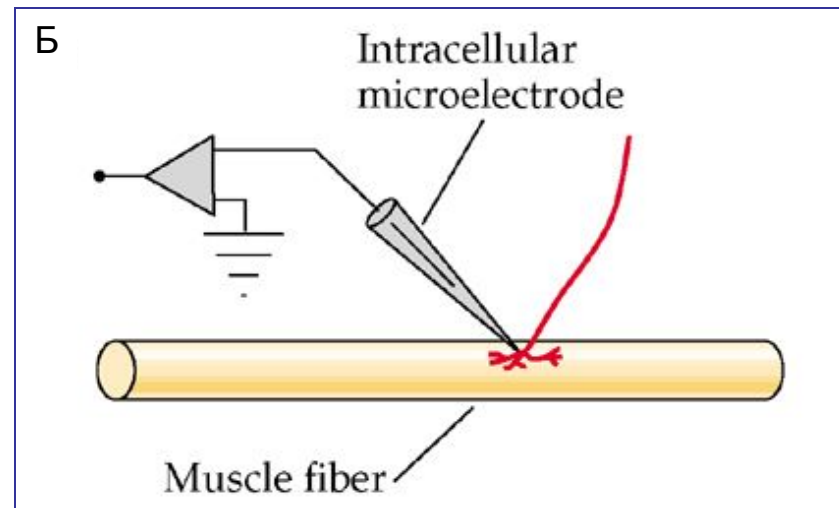
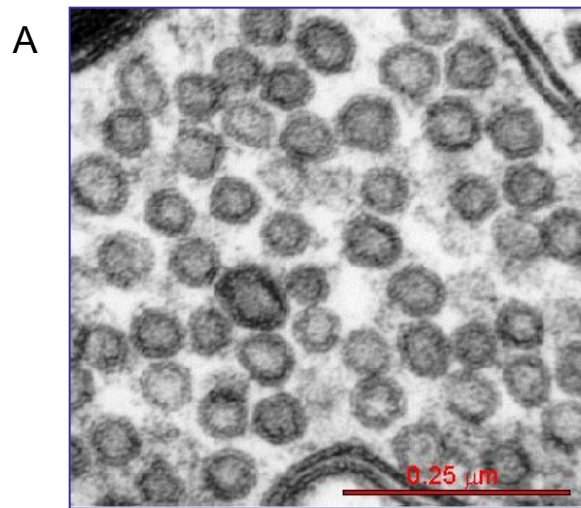
### По характеру действия

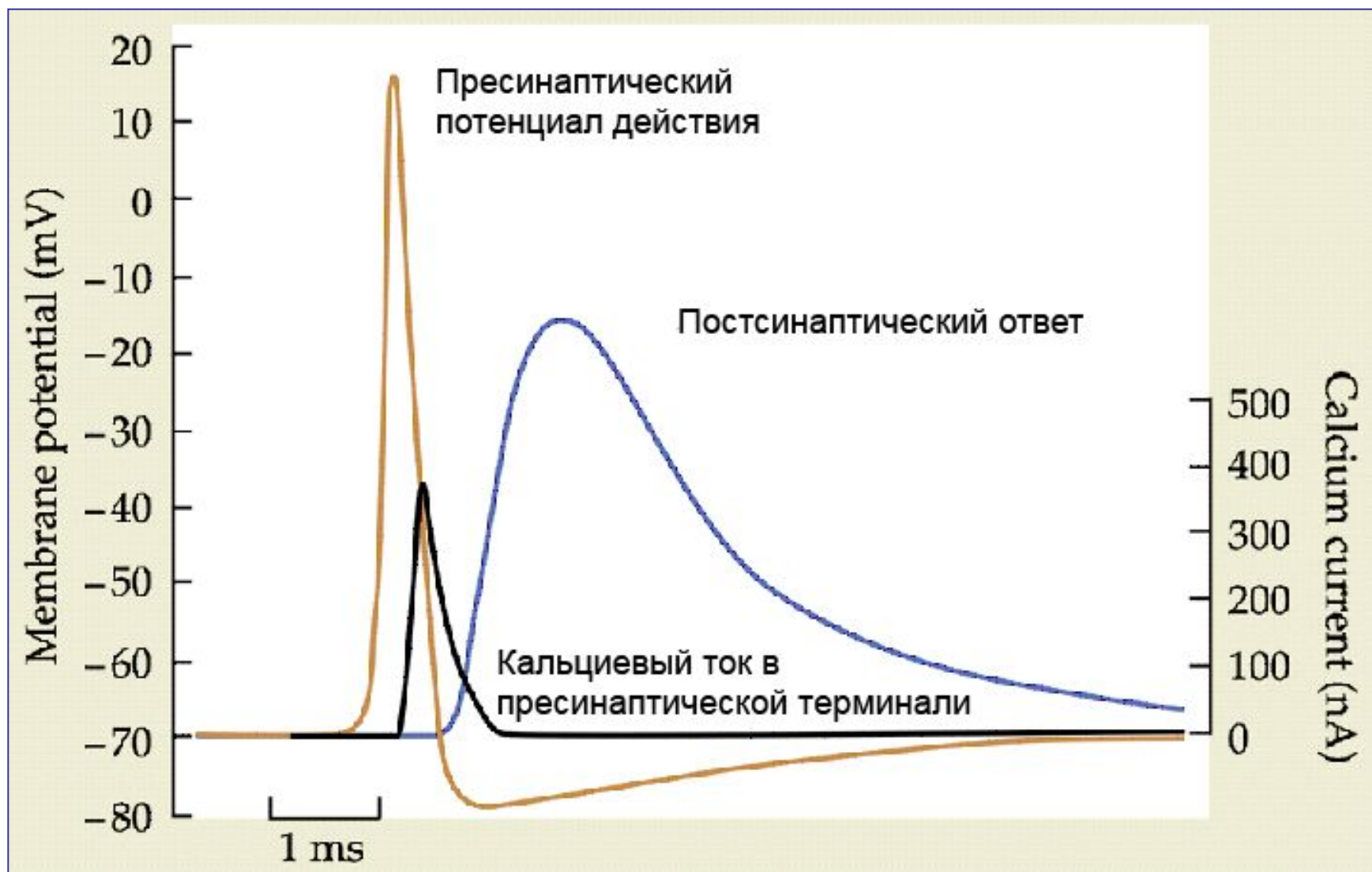
(Возбуждающие и Тормозные)

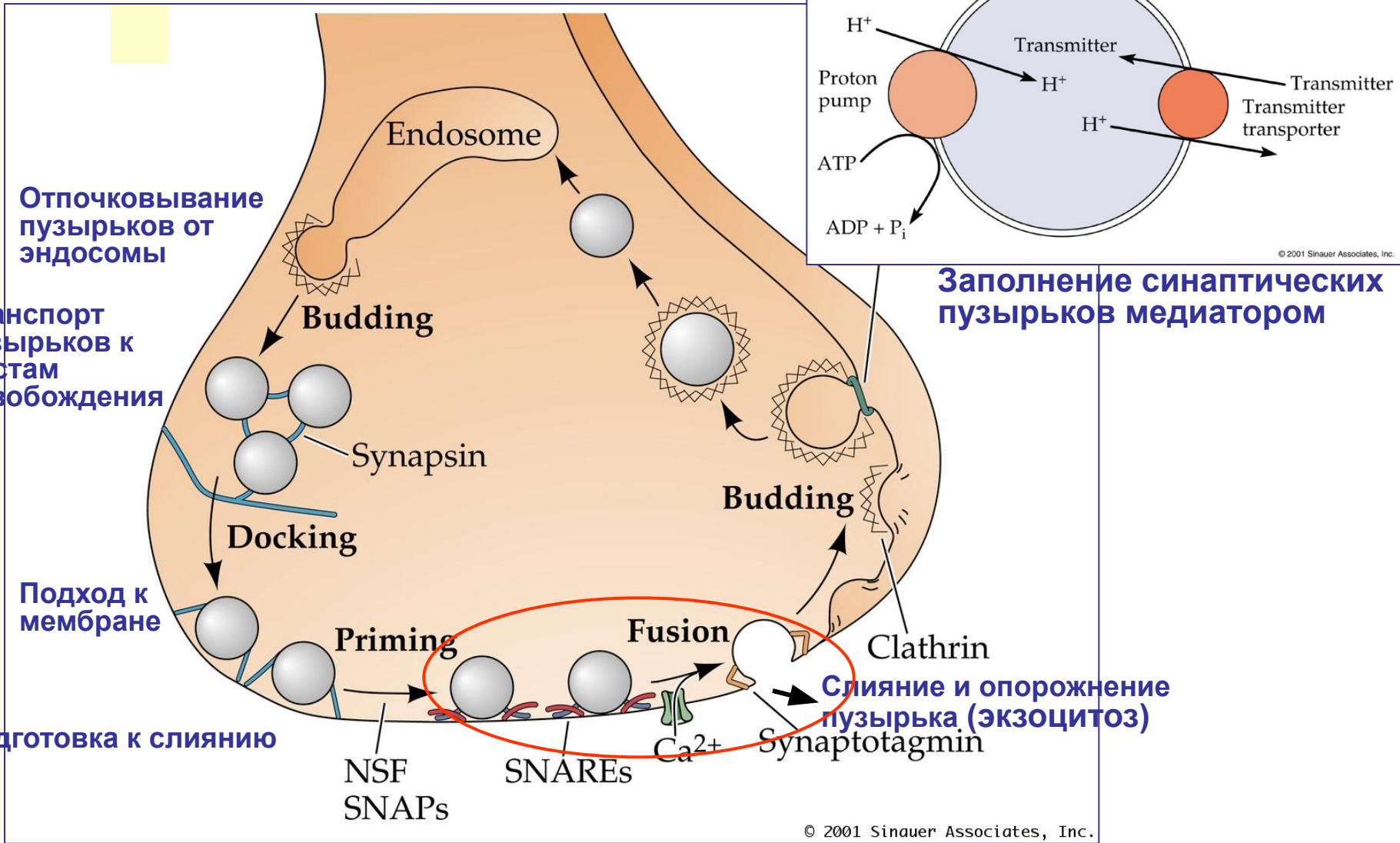
### По способу передачи сигнала (электро-, хемо-, смешанные)











Отпочковывание  
пузырьков от  
эндосомы

Транспорт  
пузырьков к  
местам  
освобождения

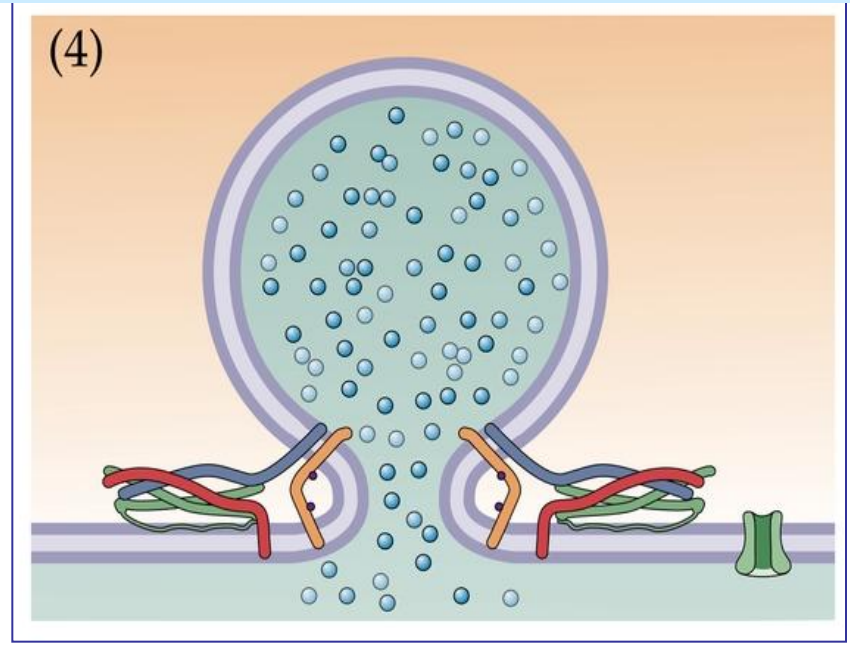
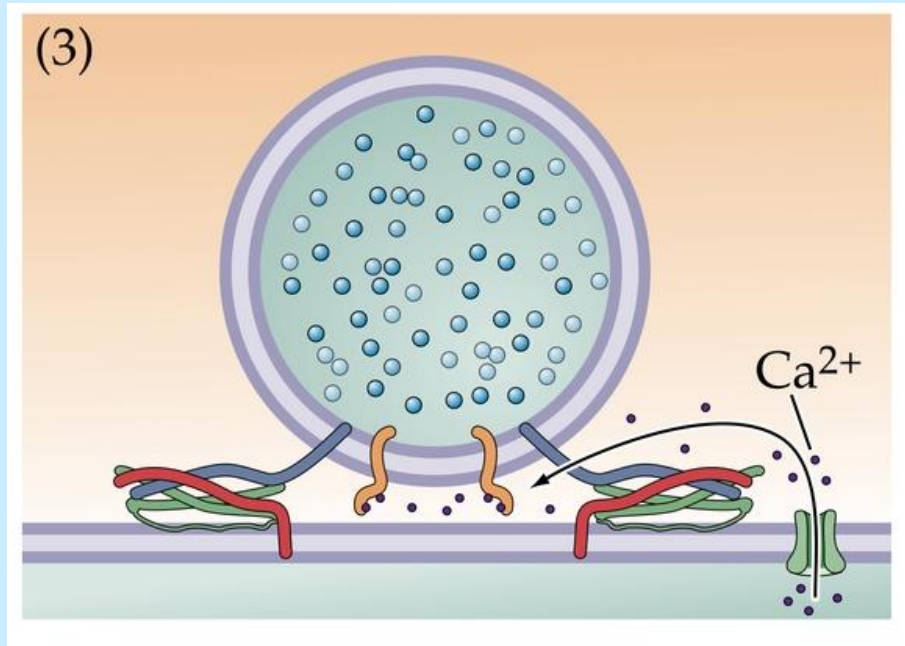
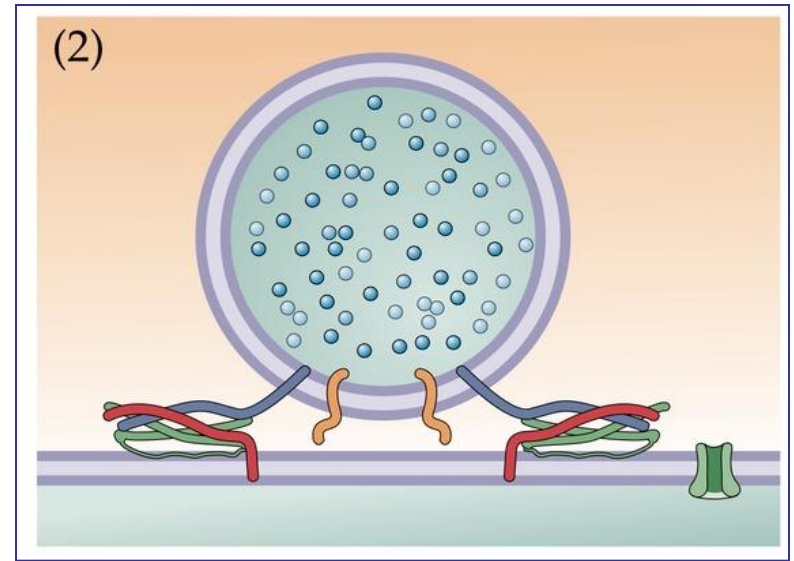
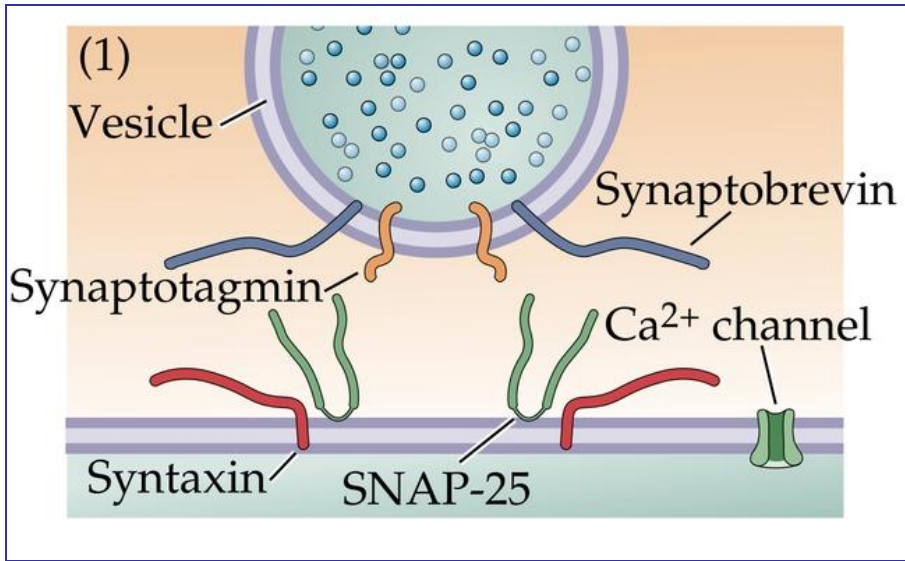
Подход к  
мембране

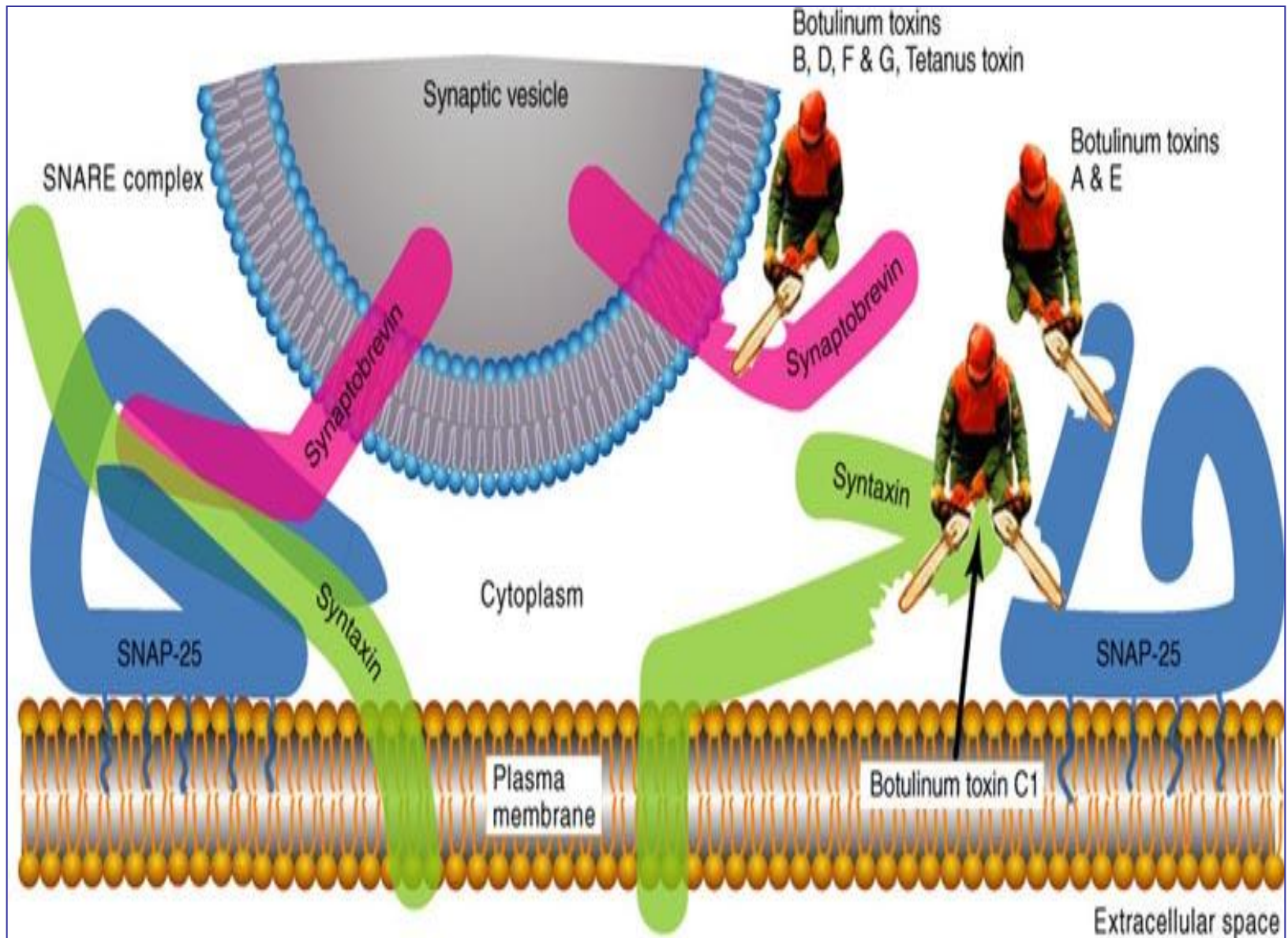
Подготовка к слиянию

Заполнение синаптических  
пузырьков медиатором

Слияние и опорожнение  
пузырька (экзоцитоз)







Copyright © 2002, Elsevier Science (USA). All rights reserved.

# Механизм синаптической передачи

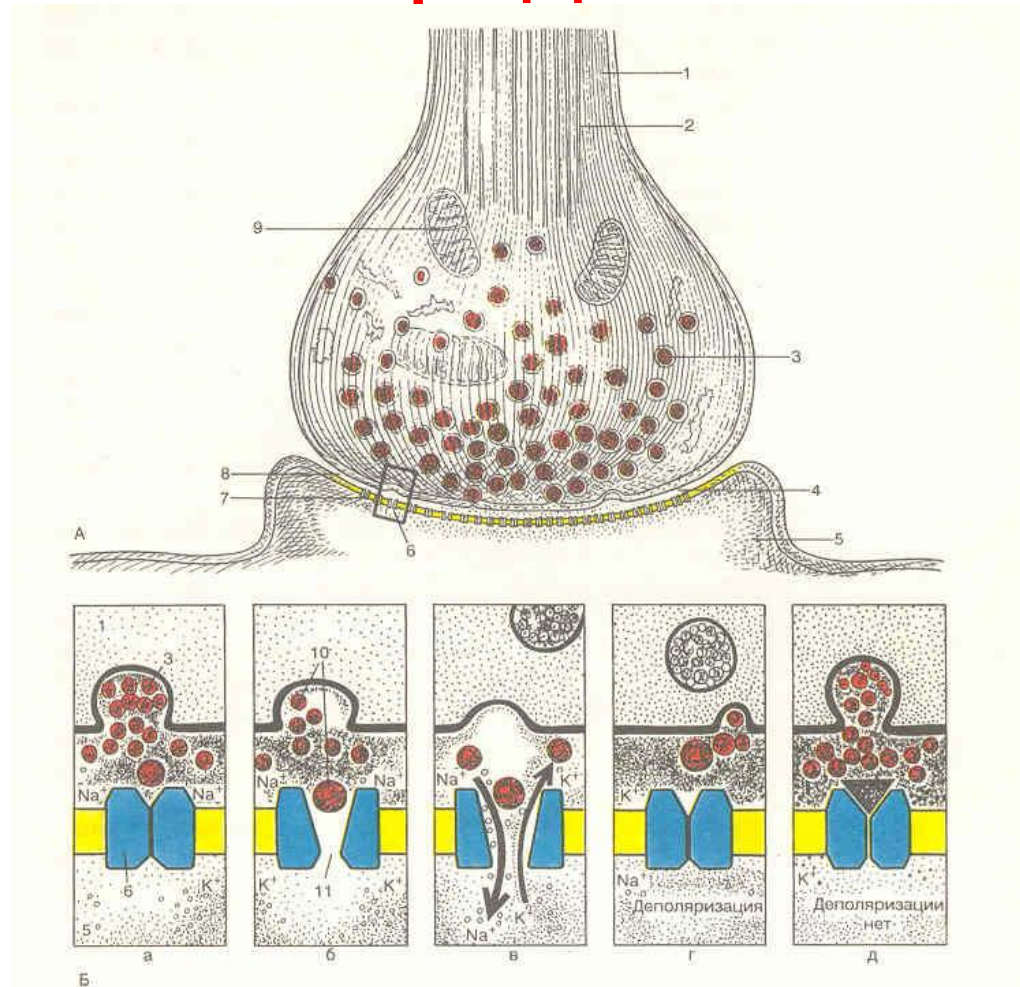
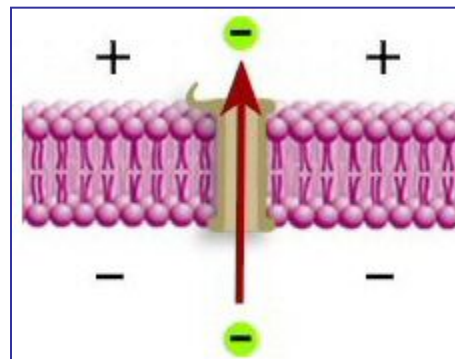
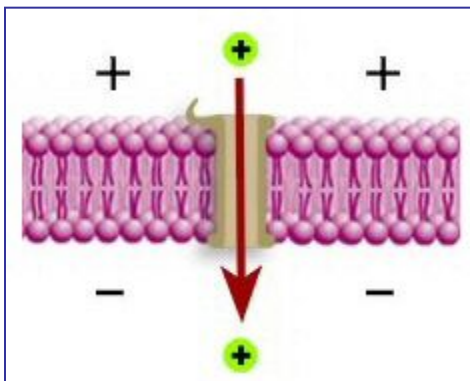


Рис. 2.19. Химический синапс между нейронами центральной нервной системы.

А — синаптический контакт; Б — механизм синаптической передачи. 1 — аксон; 2 — микротрубочки; 3 — синаптический пузырьк; 4 — синаптическая щель; 5 — дендрит; 6 — рецептор для медиатора; 7 — постсинаптическая мембрана; 8 — пресинаптическая мембрана; 9 — митохондрия; 10 — медиатор; 11 — канал. а — высвобождение медиатора синаптическим пузырьком; б — взаимодействие медиатора и рецептора, открытие натрия-калиевого канала; в — перемещение Na<sup>+</sup> и K<sup>+</sup>; г — обратное поглощение медиатора пресинаптическим окончанием; д — блокировка рецептора антагонистом.

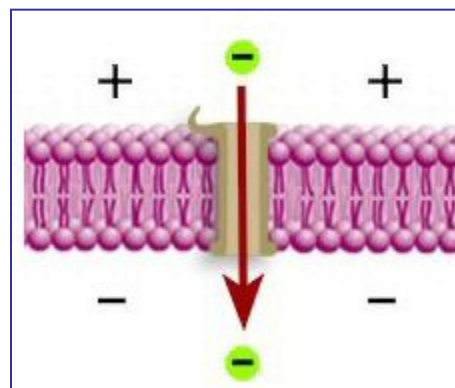
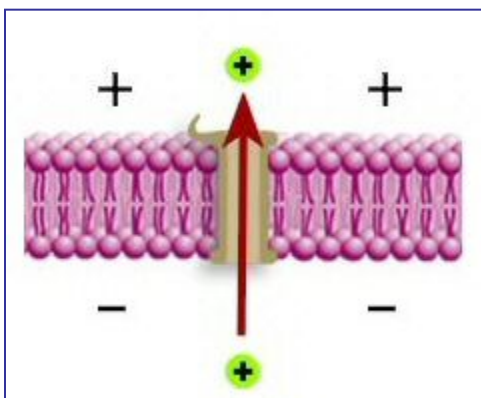
Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>  
Ca<sup>2+</sup>  
каналы



Cl<sup>-</sup>  
каналы

Возбуждающий постсинаптический ток = **ВПСТ**

K<sup>+</sup>  
каналы



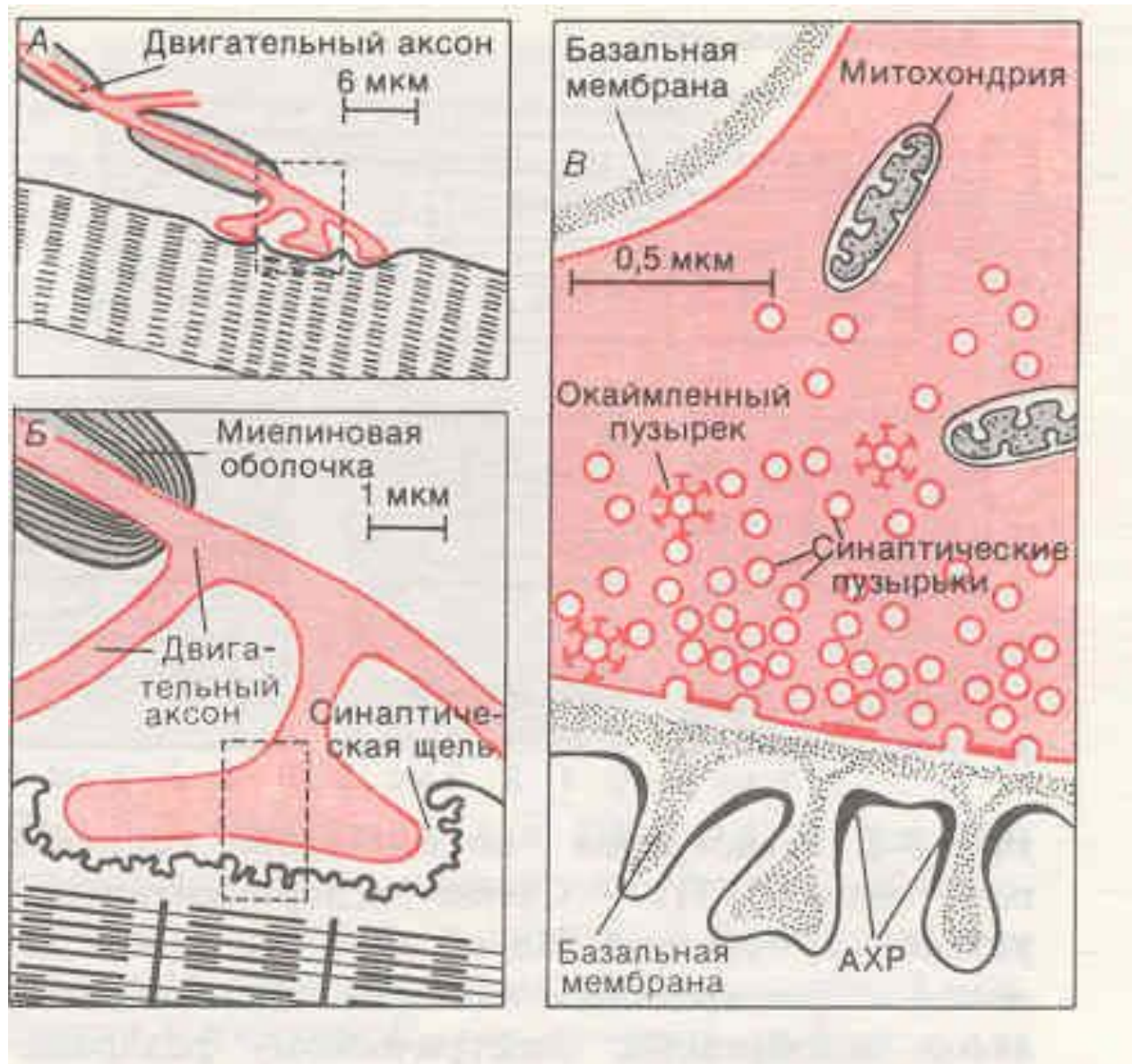
Cl<sup>-</sup>  
каналы

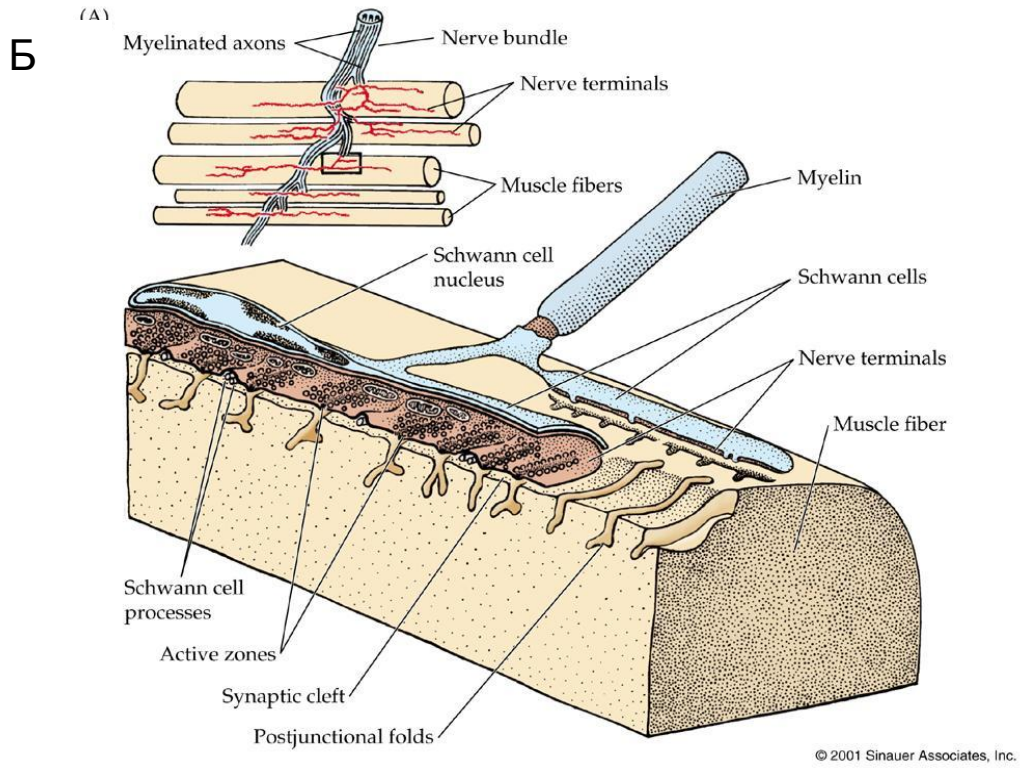
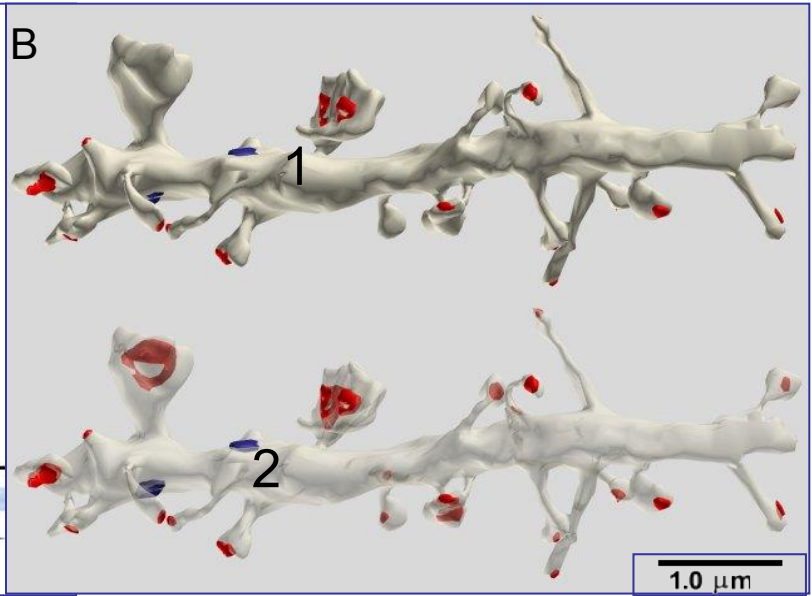
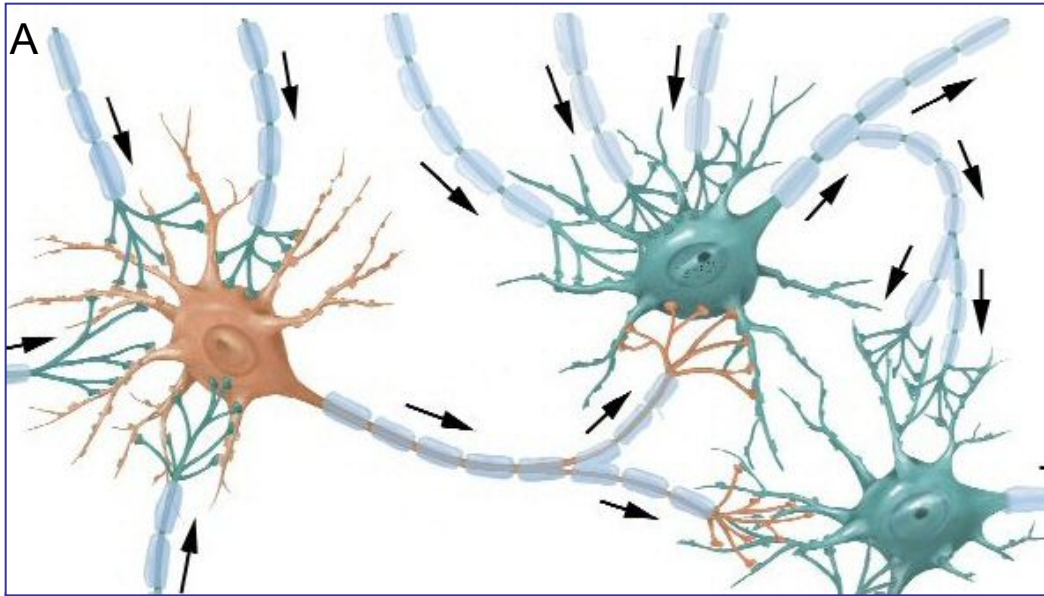
Тормозный постсинаптический ток = **ТПСТ**

# Медиаторы синаптической передачи

- Катехоламины – АХ, адреналин, норадреналин, серотонин, дофамин
- Аминокислоты – аспаргиновая, глутаминовая, ГАМК
- Нейропептиды – ДСИП, вещество Р, вазопрессин, окситоцин и др.

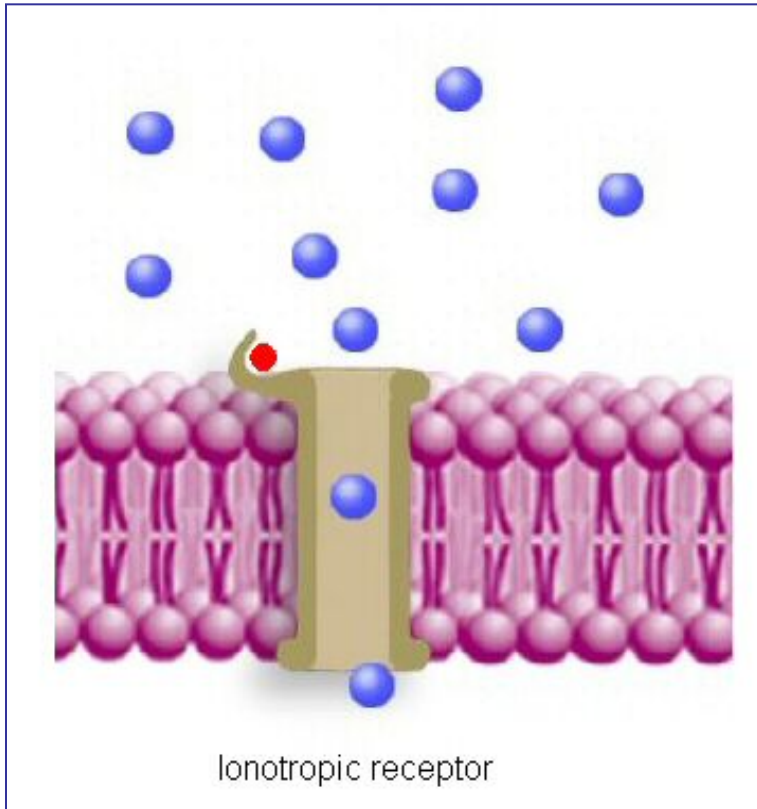
# Строение концевой пластинки





# Ионотропные и метаботропные медиаторы и механизм их действия

А



Б

