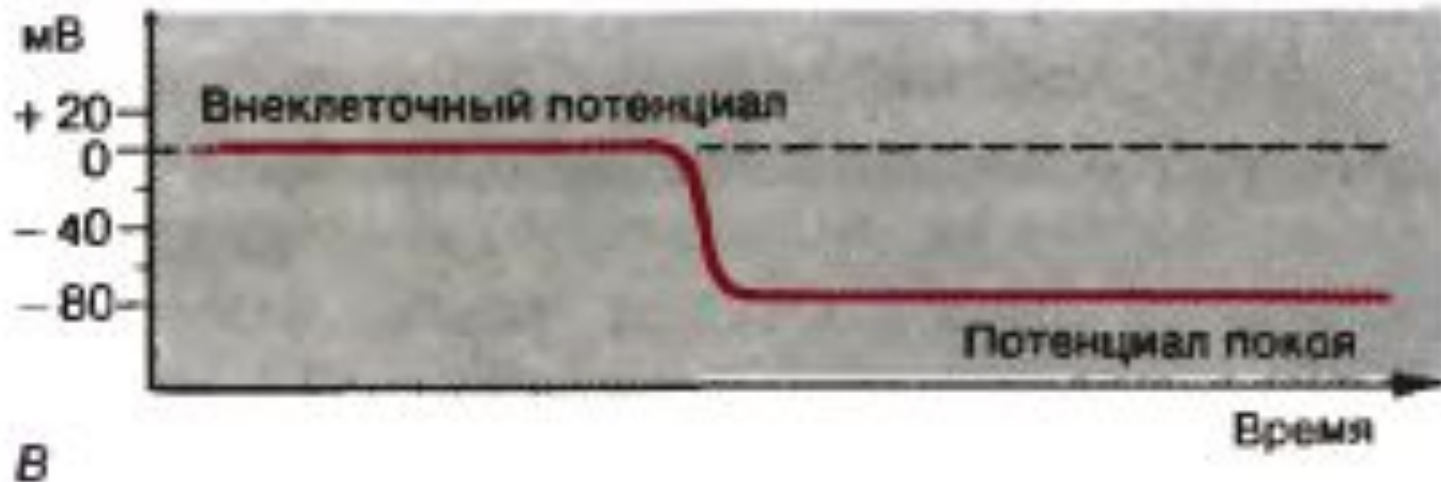
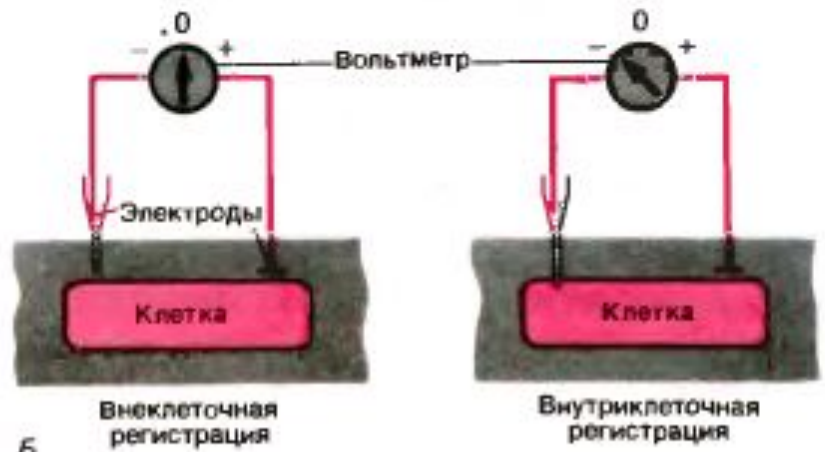
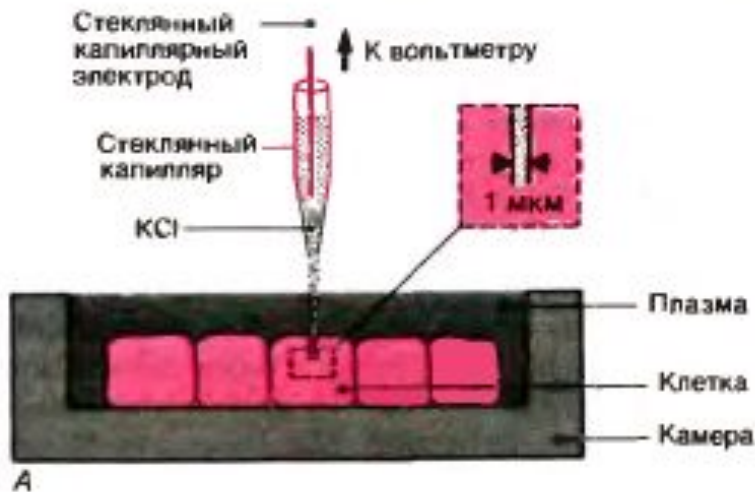


Физиология в рисунках и схемах

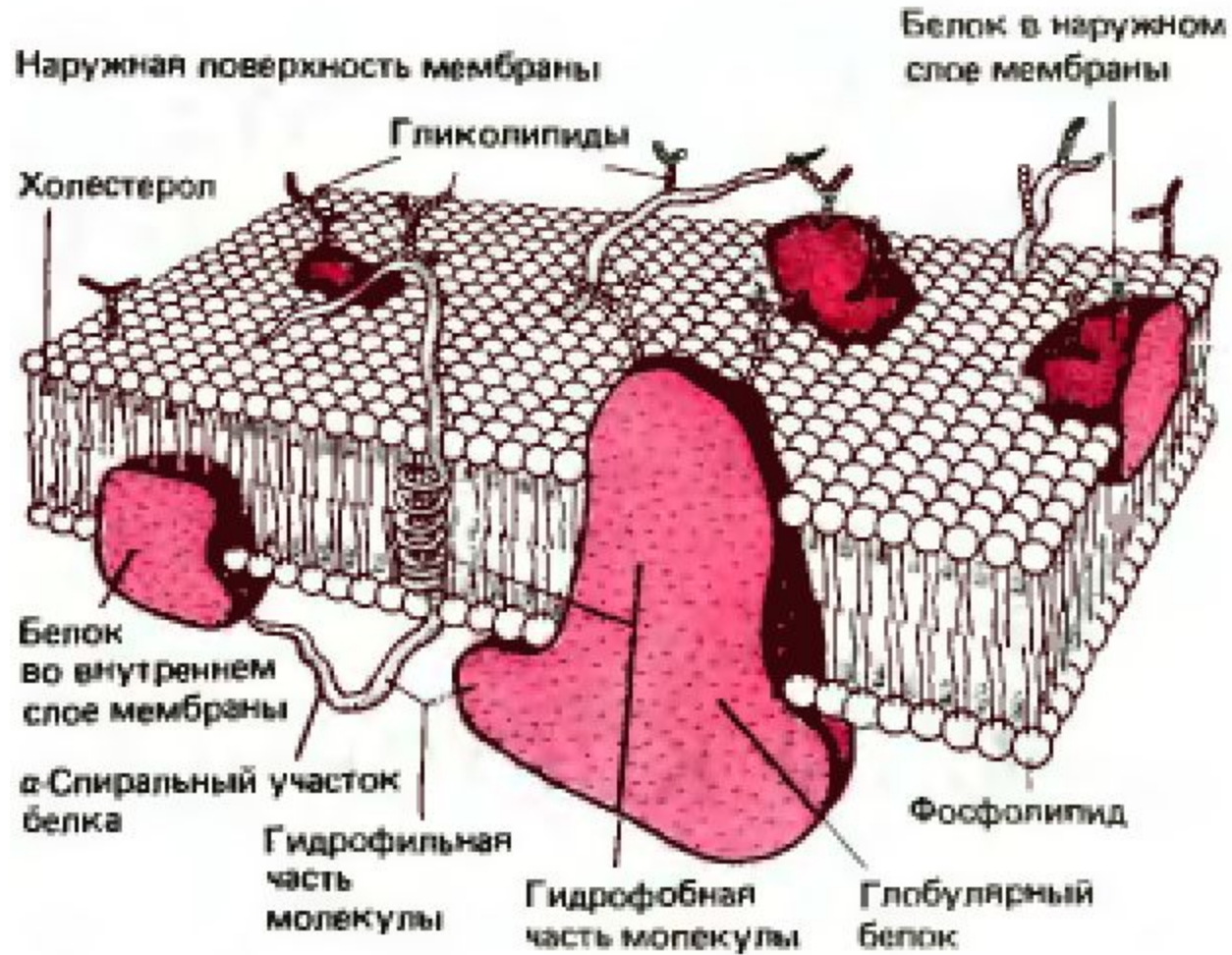
Модуль 2

Общая физиология возбудимых тканей

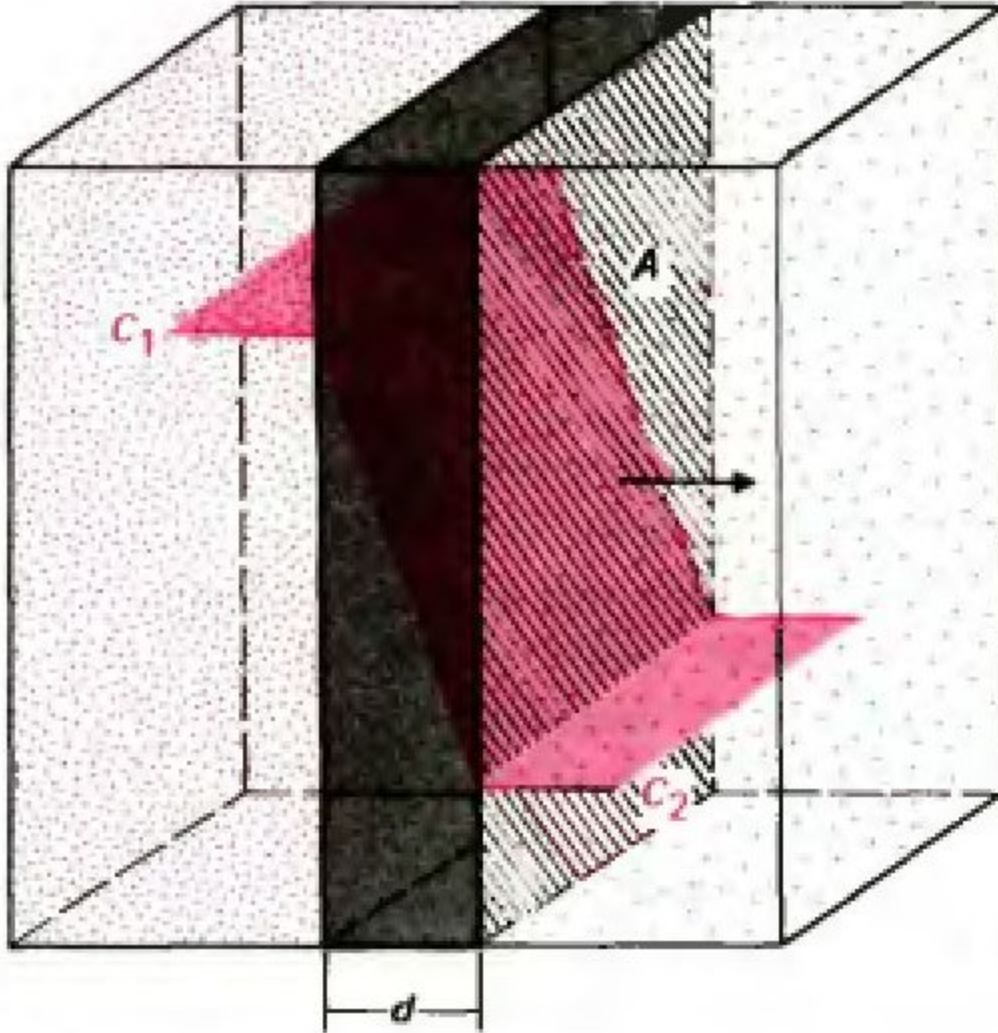
ВНУТРИКЛЕТОЧНАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ПОТЕНЦИАЛА ПОКОЯ



СТРОЕНИЕ ПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЫ



ДИФФУЗИЯ ЧЕРЕЗ ПЛАЗМАТИЧЕСКУЮ МЕМБРАНУ



$$dm/dt = P \cdot A \cdot \Delta c$$

ПРОНИЦАЕМОСТЬ ИСКУССТВЕННЫХ ЛИПИДНЫХ БИСЛОЕВ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ



БЕЛКИ ПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЫ

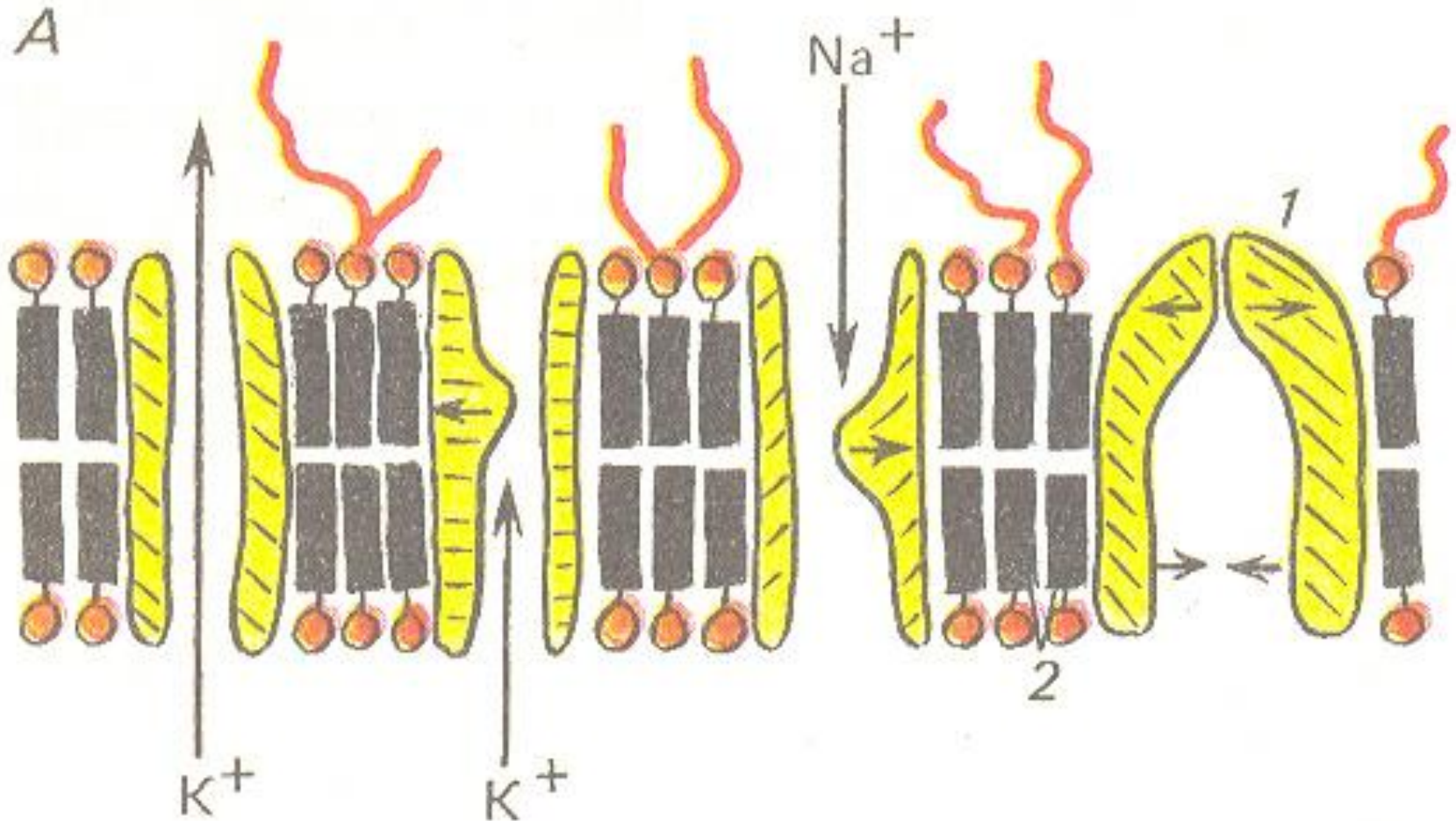
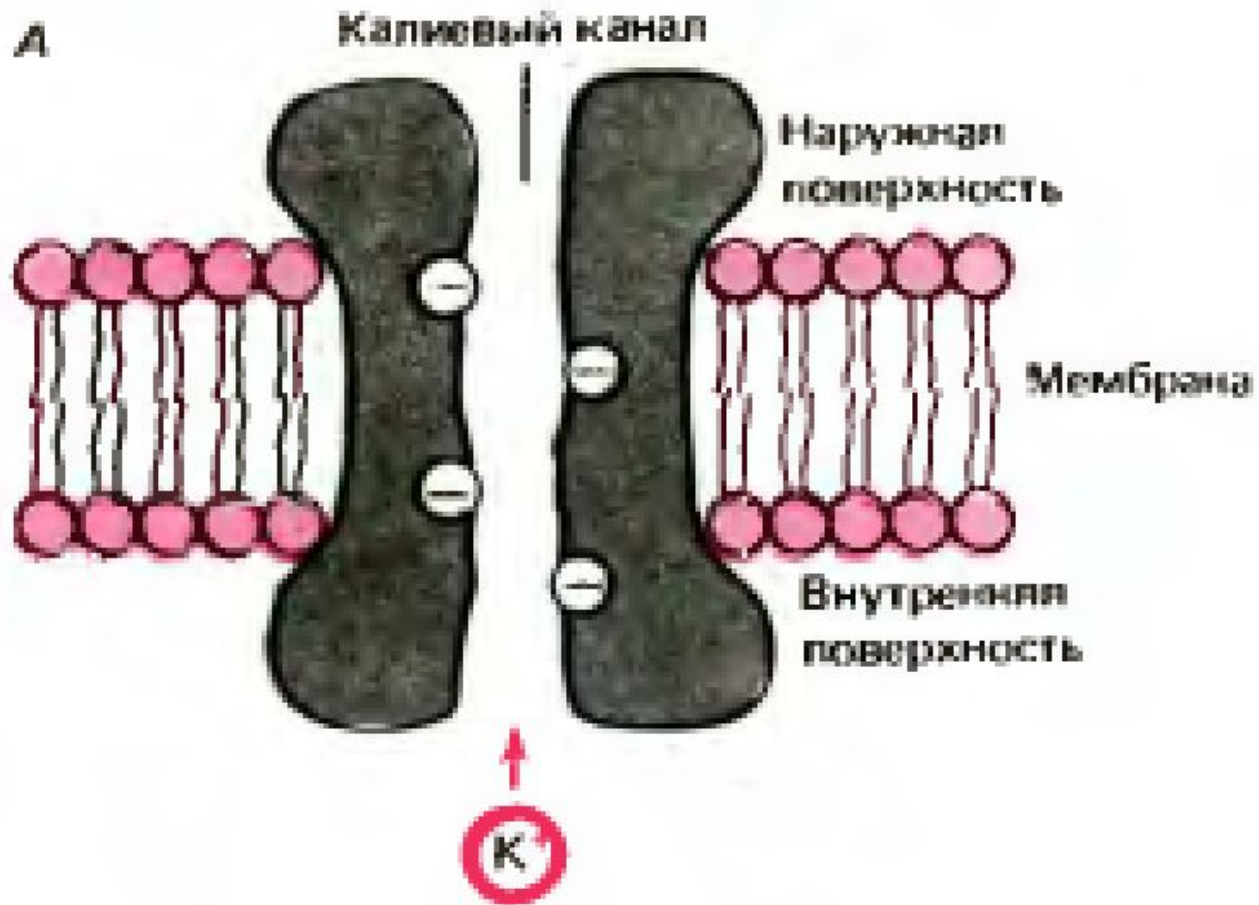


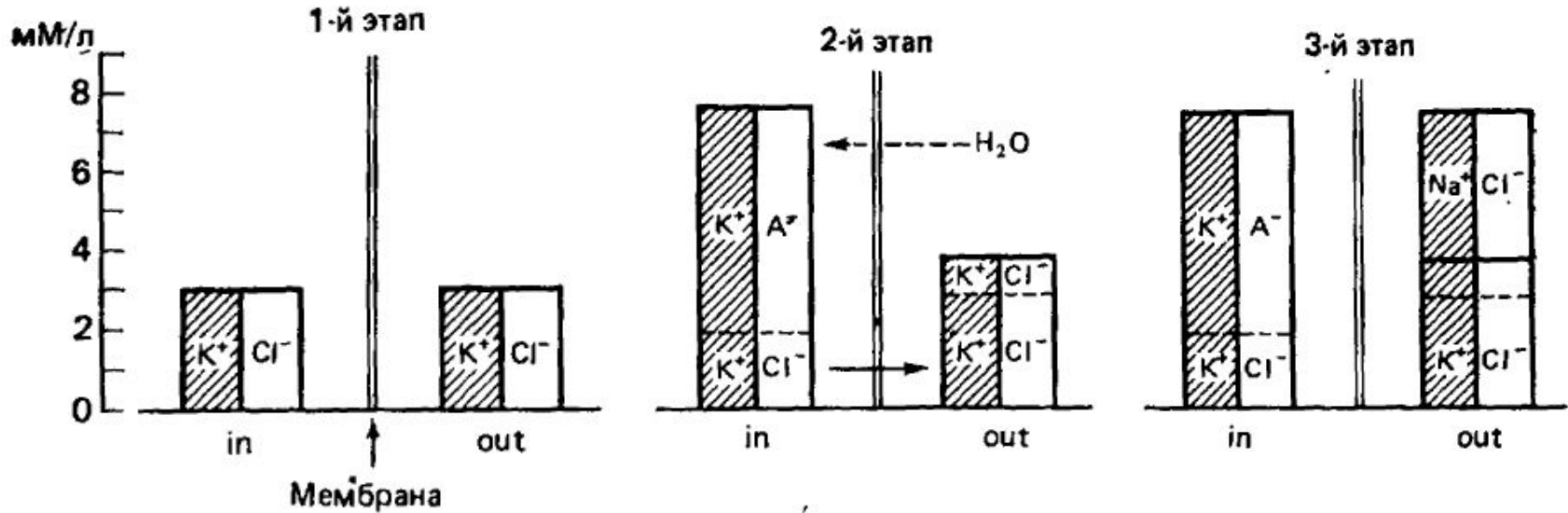
СХЕМА КАЛИЕВОГО КАНАЛА



СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ СКОРОСТЬЮ ТРАНСПОРТА МОЛЕКУЛ И ИХ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ ПРИ ДИФФУЗИИ И НАСОСНОМ ТРАНСПОРТЕ



РАВНОВЕСИЕ ДОННАНА



$$\frac{[K^+]_{out}}{[K^+]_{in}} = \frac{[Cl^-]_{in}}{[Cl^-]_{out}}$$

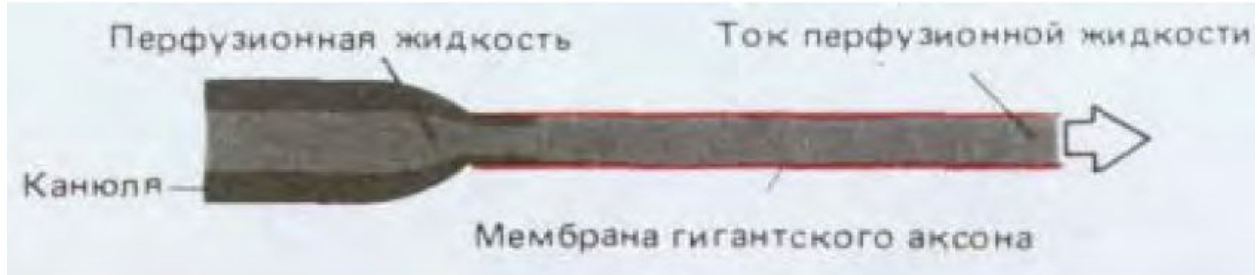
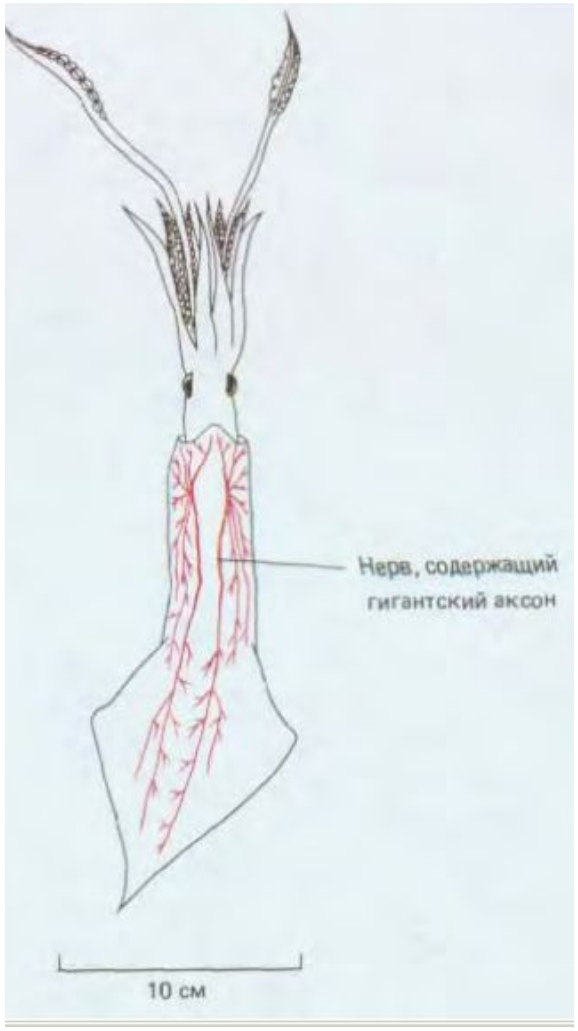
УРАВНЕНИЕ НЕРНСТА

$$E_K = \frac{RT}{F} \ln \frac{[K^+]_{\text{нар}}}{[K^+]_{\text{вн}}}$$

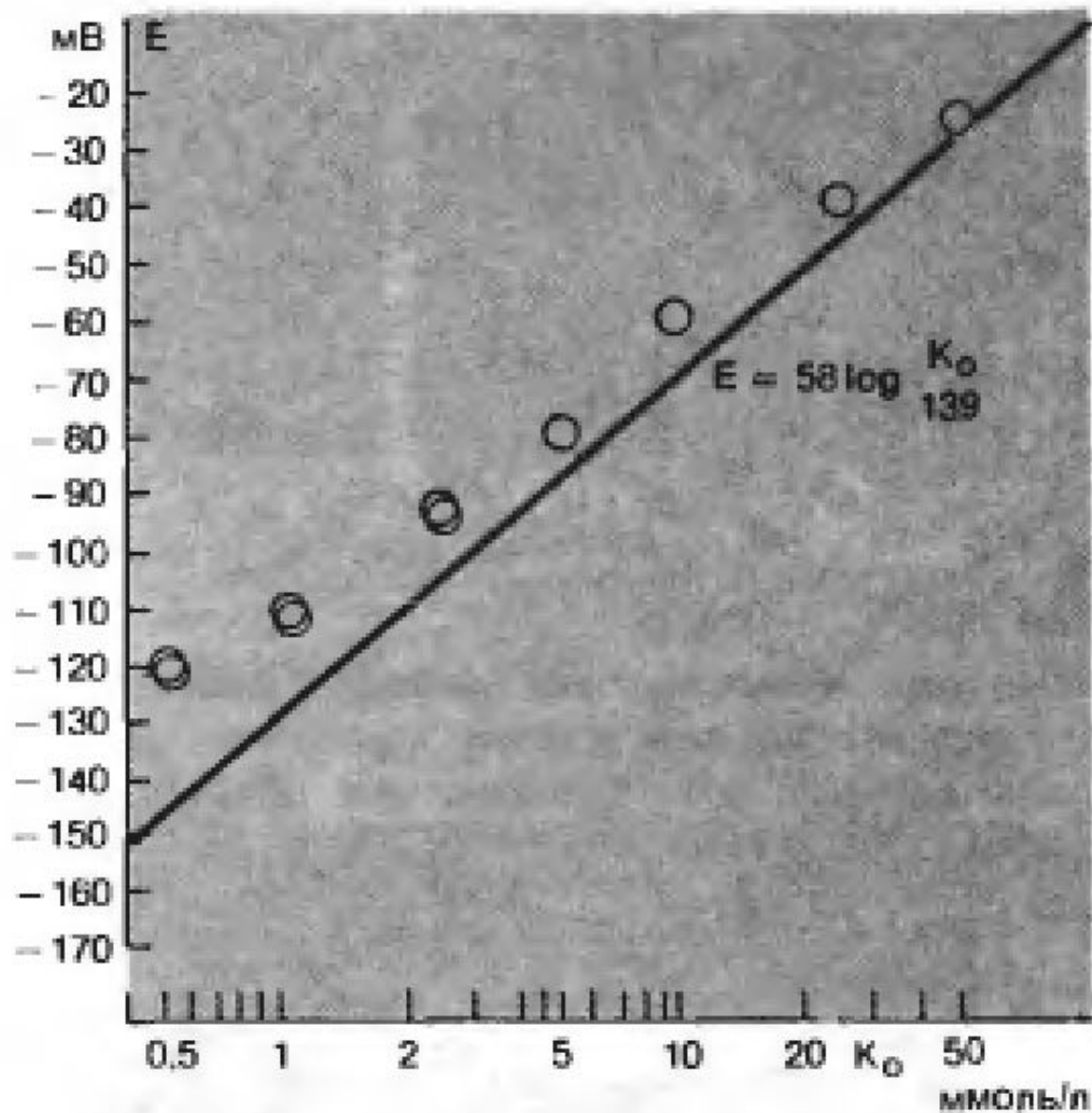
УРАВНЕНИЕ МЕМБРАННОГО ПОТЕНЦИАЛА

$$\tilde{E} = \frac{RT}{F} \ln \frac{P_K [K^+]_{\text{нар}} + P_{Na} [Na^+]_{\text{нар}} + P_{Cl} [Cl^-]_{\text{вн}}}{P_K [K^+]_{\text{вн}} + P_{Na} [Na^+]_{\text{вн}} + P_{Cl} [Cl^-]_{\text{нар}}}$$

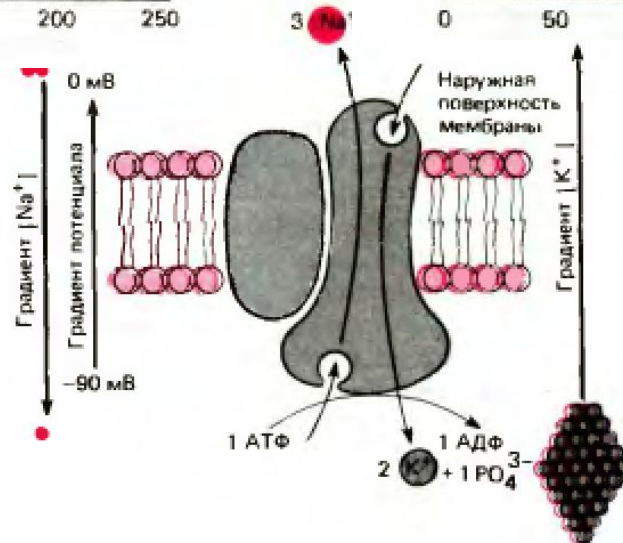
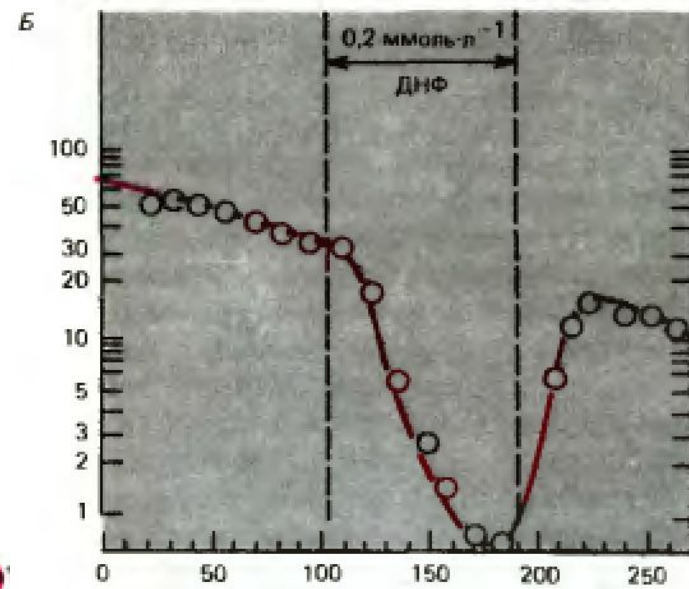
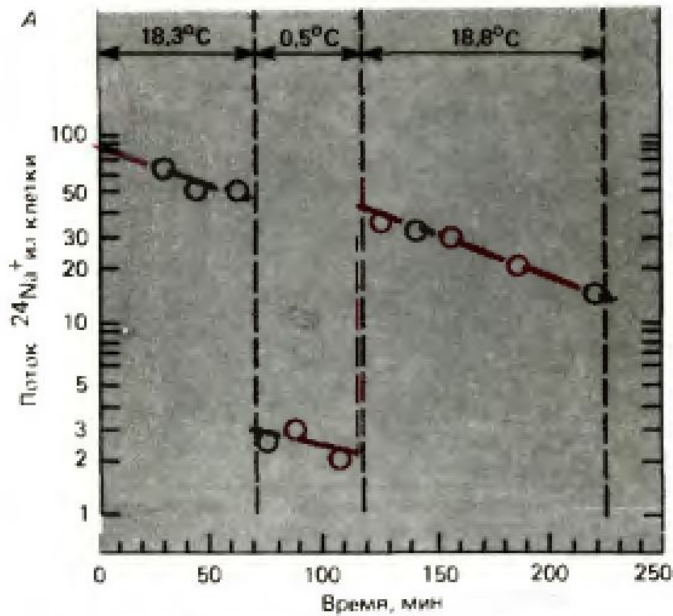
ЭКСПЕРИМЕНТЫ НА ГИГАНТСКИХ АКСОНАХ КАЛЬМАРА



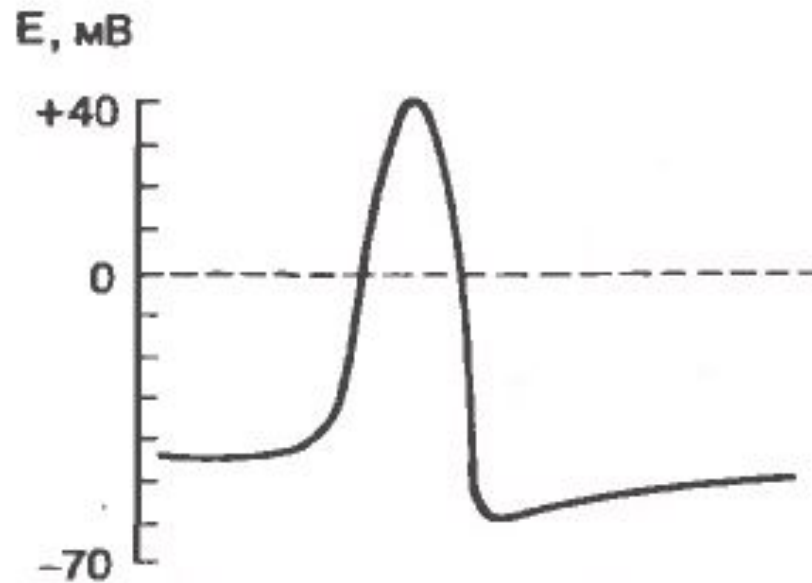
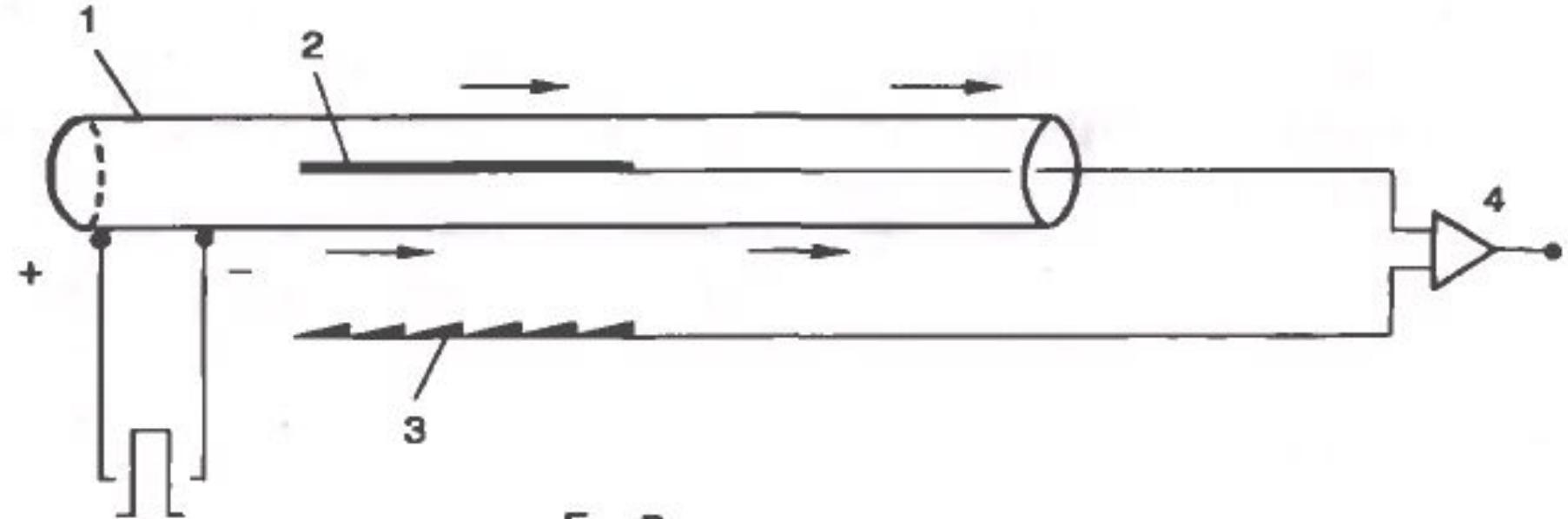
ЗАВИСИМОСТЬ ПОТЕНЦИАЛА ПОКОЯ ОТ ВНЕКЛЕТОЧНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ K^+



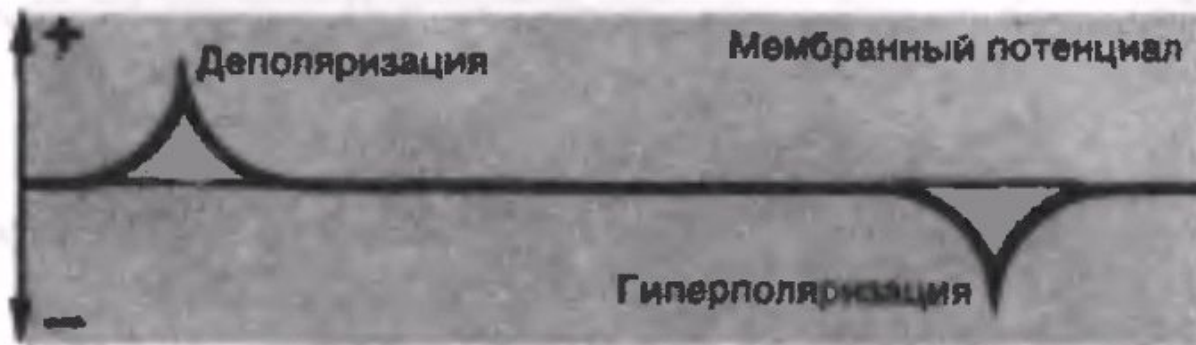
Na-K АТФаза



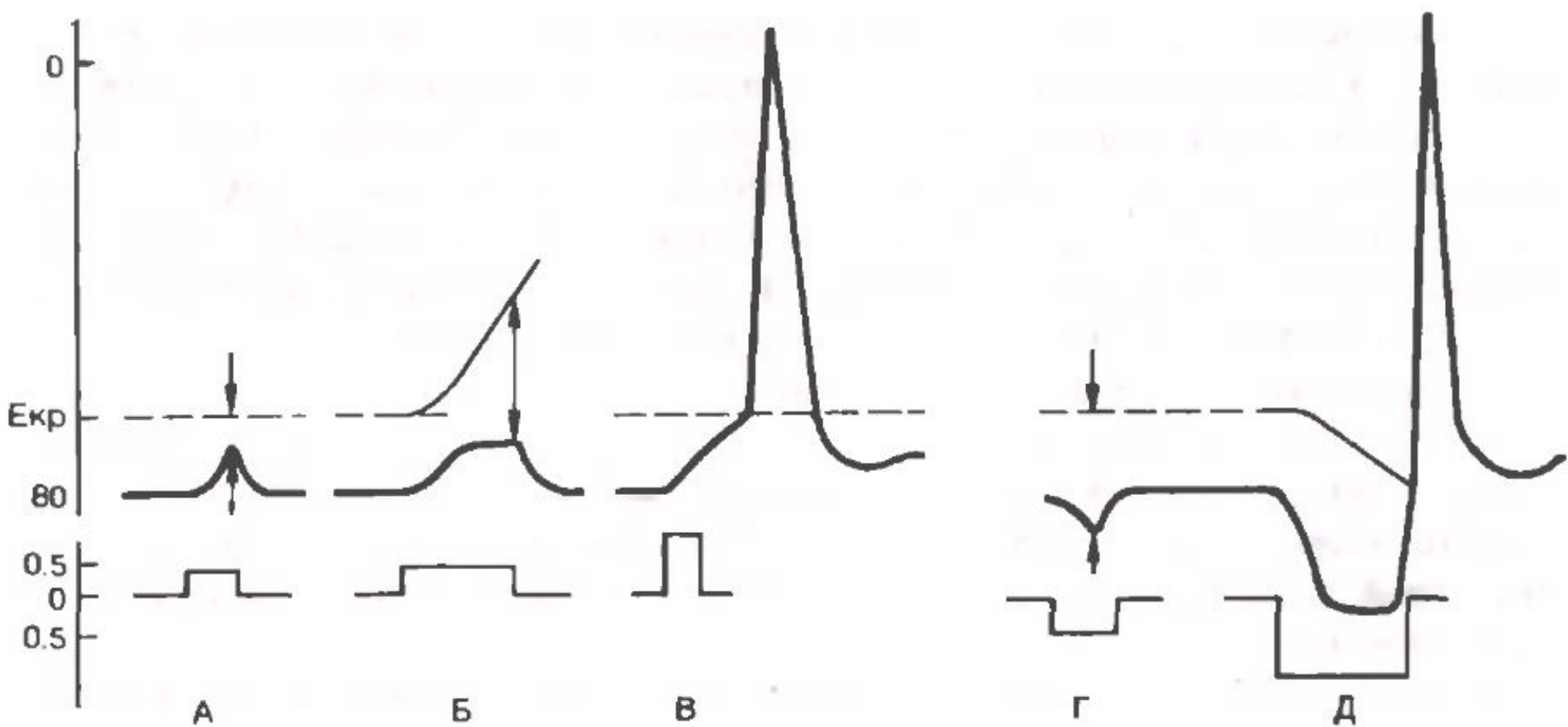
РЕГИСТРАЦИЯ ПОТЕНЦИАЛА ДЕЙСТВИЯ В АКСОНЕ КАЛЬМАРА



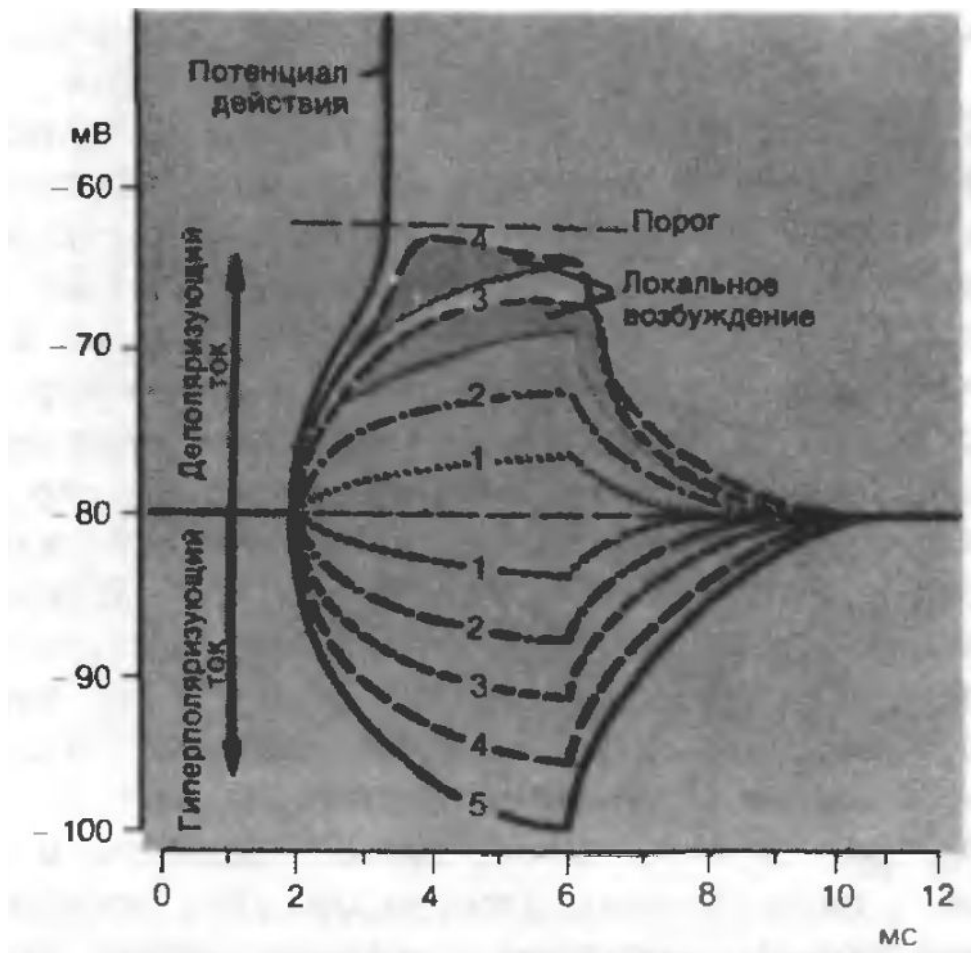
ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА КЛЕТКУ



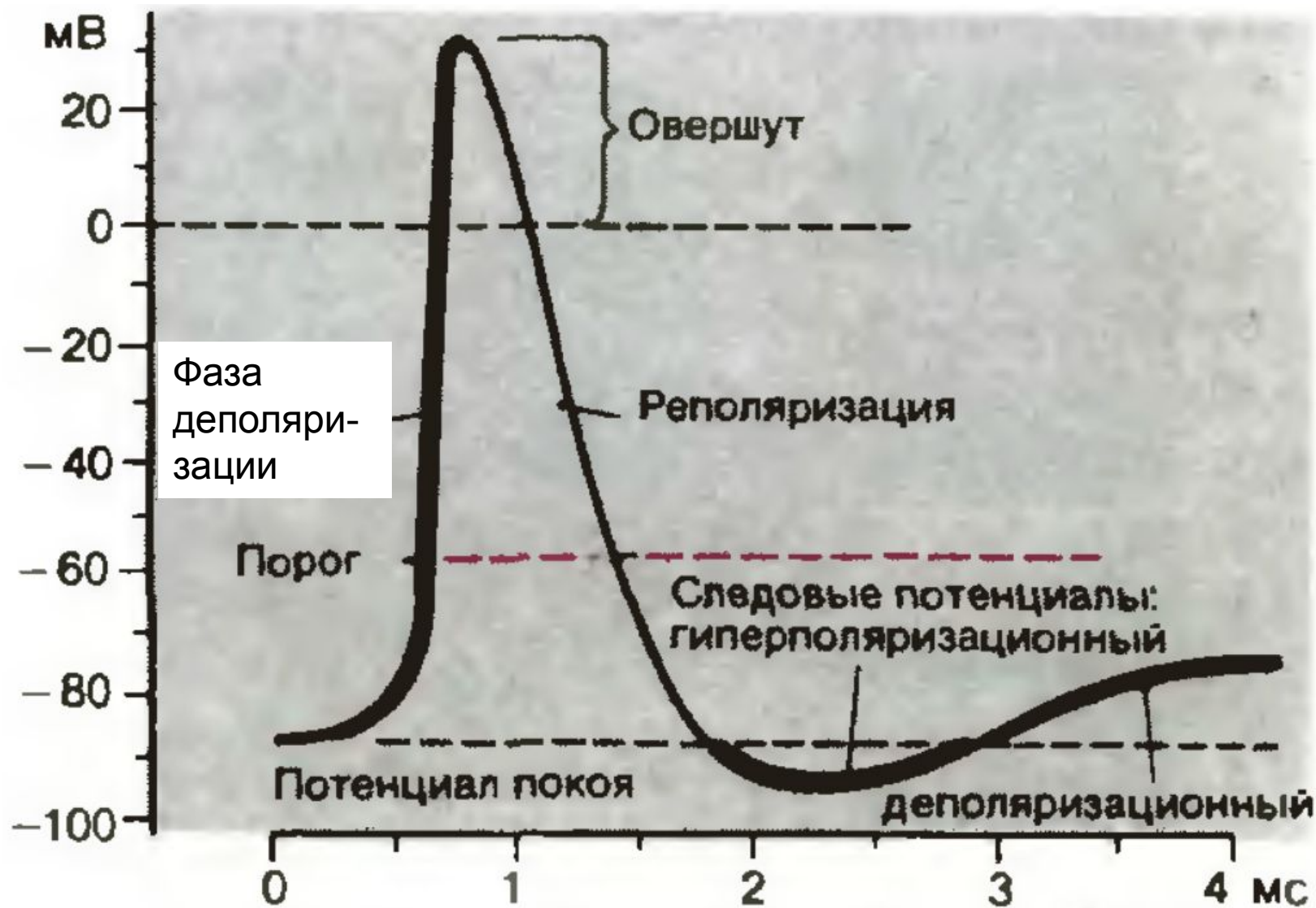
КАТОДИЧЕСКАЯ ДЕПРЕССИЯ И АНОДНО-РАЗМЫКАТЕЛЬНОЕ ВОЗБУЖДЕНИЕ



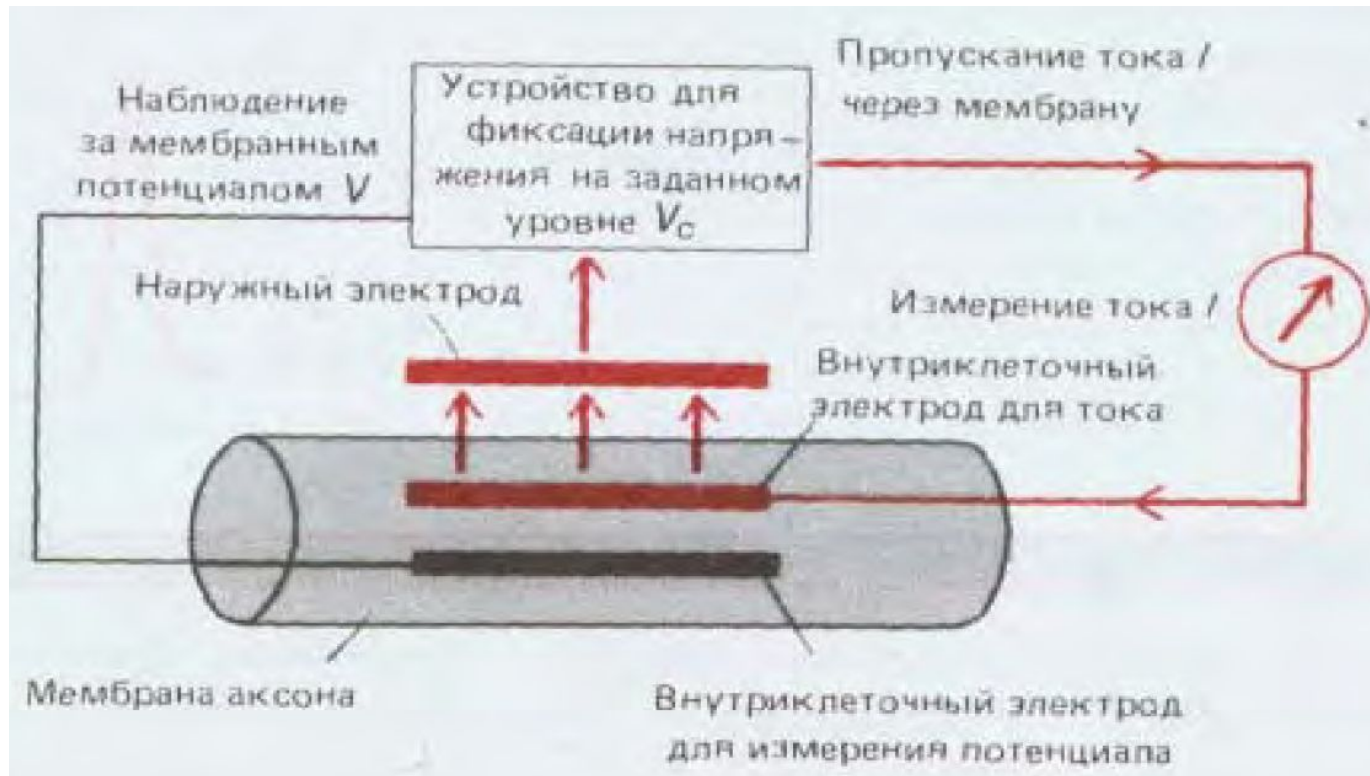
ЭЛЕКТРОТОНИЧЕСКИЕ ПОТЕНЦИАЛЫ И ЛОКАЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ



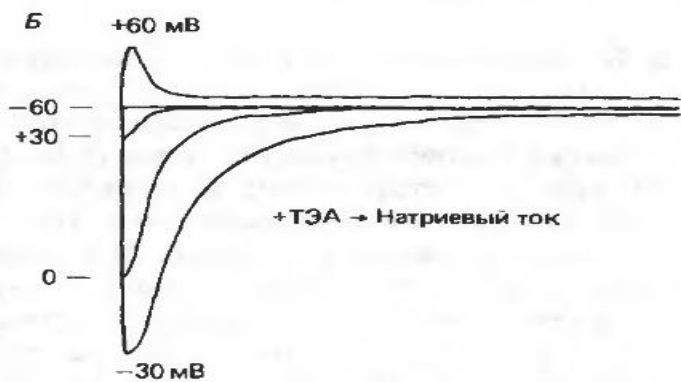
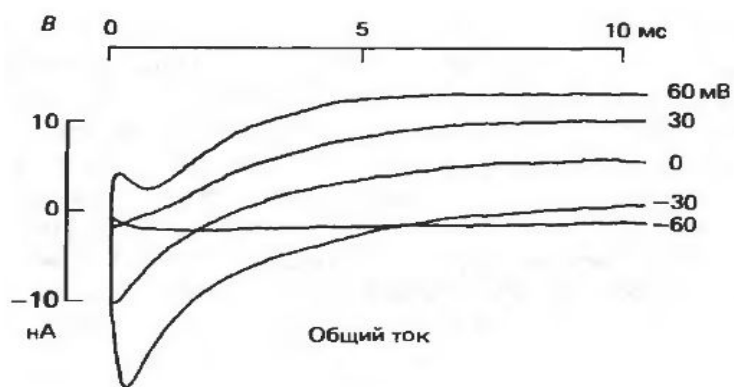
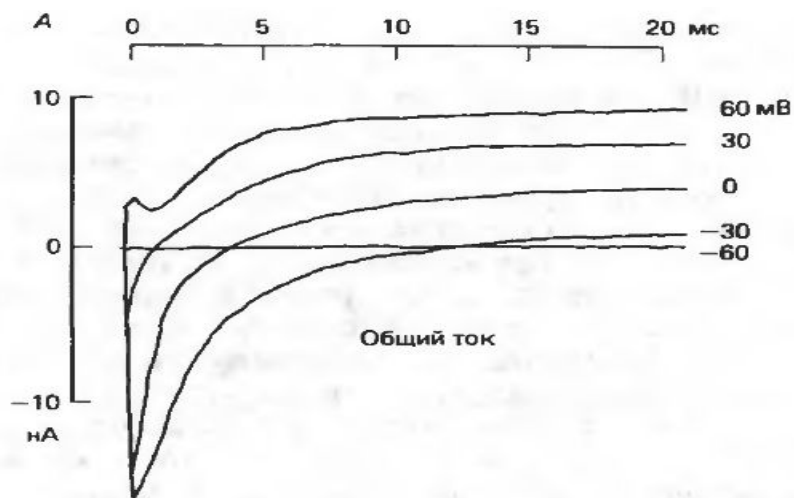
ФАЗЫ ПОТЕНЦИАЛА ДЕЙСТВИЯ



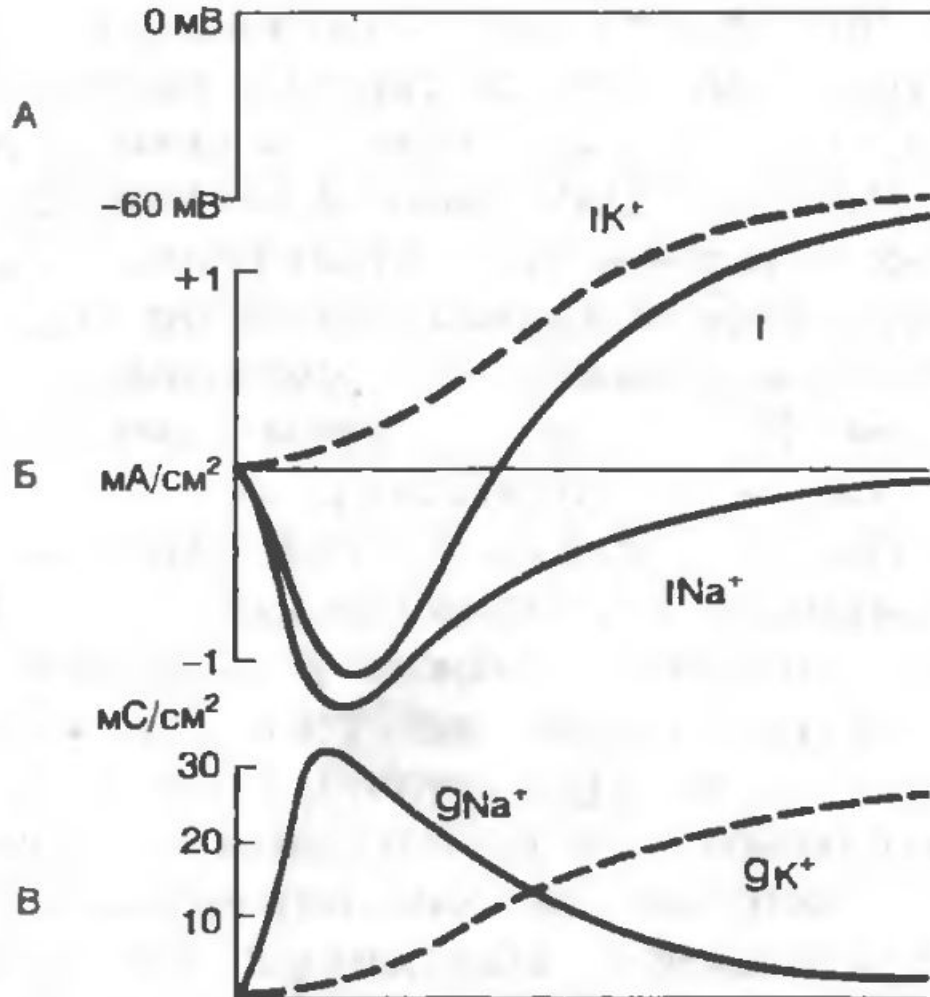
МЕТОД ФИКСАЦИИ ПОТЕНЦИАЛА



МЕМБРАННЫЕ ТОКИ В АКСОНАХ ЛЯГУШКИ ПРИ СТУПЕНЧАТЫХ СДВИГАХ ПОТЕНЦИАЛА



ИОННЫЕ ТОКИ И СДВИГИ ПРОВОДИМОСТИ ПРИ ИЗМЕНЕНИЯХ МЕМБРАННОГО ПОТЕНЦИАЛА



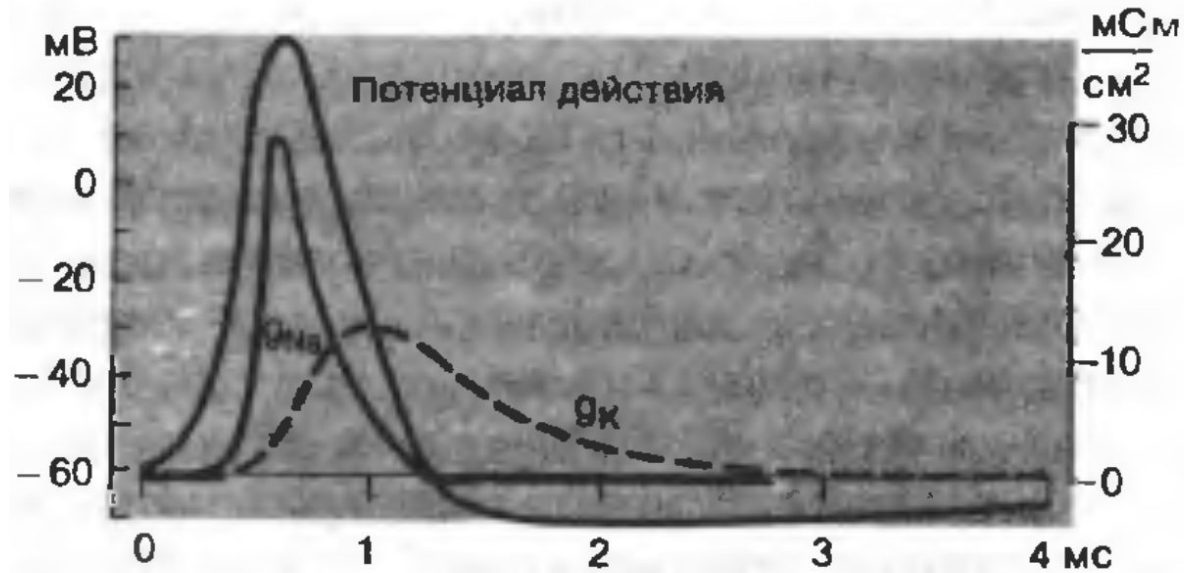
$$g_{Na} = 1/R_{Na} = I_{Na} / (E_M - E_{Na})$$

$$g_K = 1/R_K = I_K / (E_M - E_K)$$

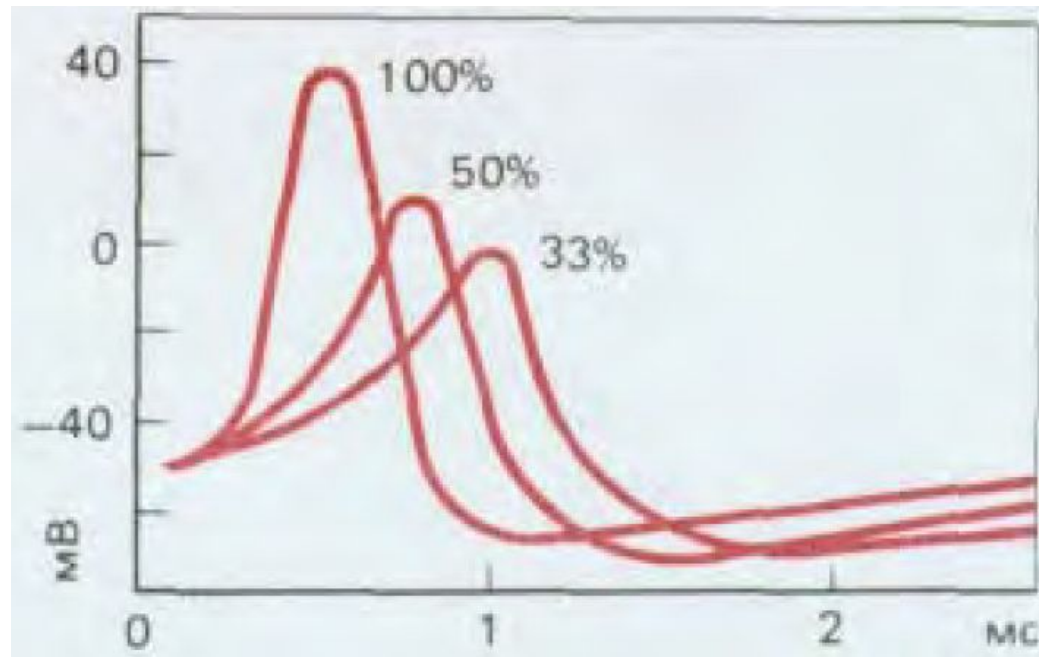
$$E_{Na} = RT/F \cdot \ln ([Na]_{out} / [Na]_{in})$$

$$E_K = RT/F \cdot \ln ([K]_{out} / [K]_{in})$$

МЕМБРАННЫЕ ПРОВОДИМОСТИ ВО ВРЕМЯ ПОТЕНЦИАЛА ДЕЙСТВИЯ



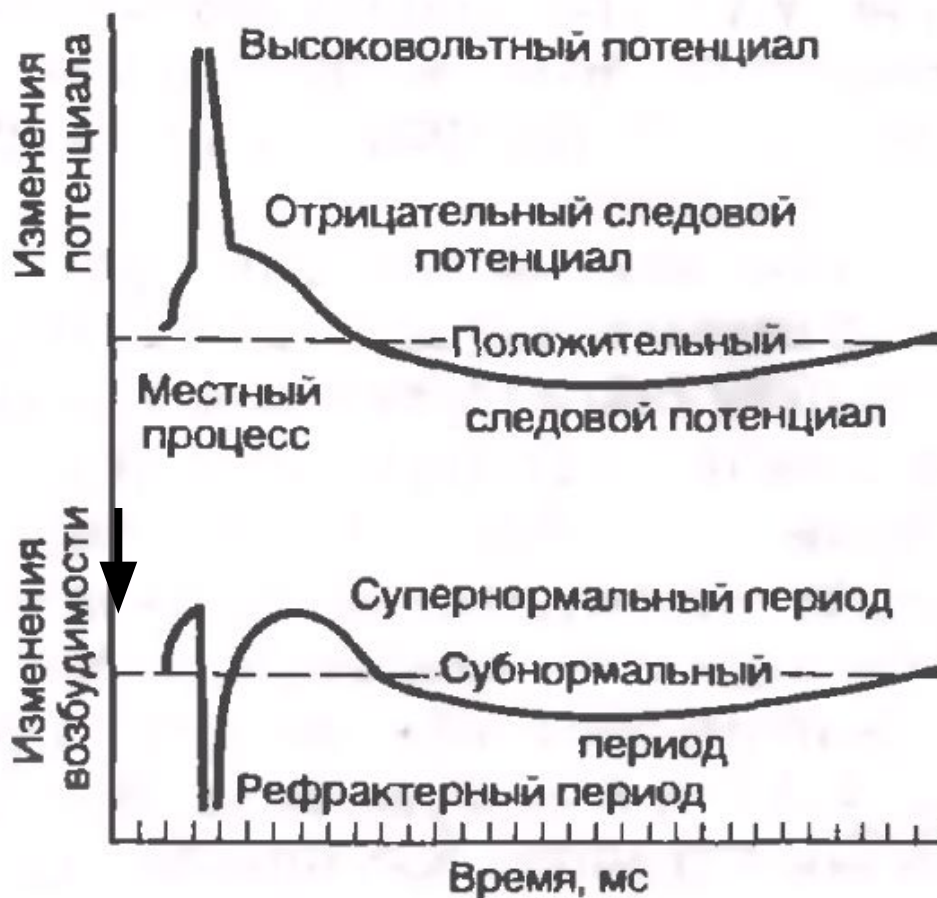
ФОРМА ПОТЕНЦИАЛА ДЕЙСТВИЯ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ Na^+ В НАРУЖНОЙ СРЕДЕ



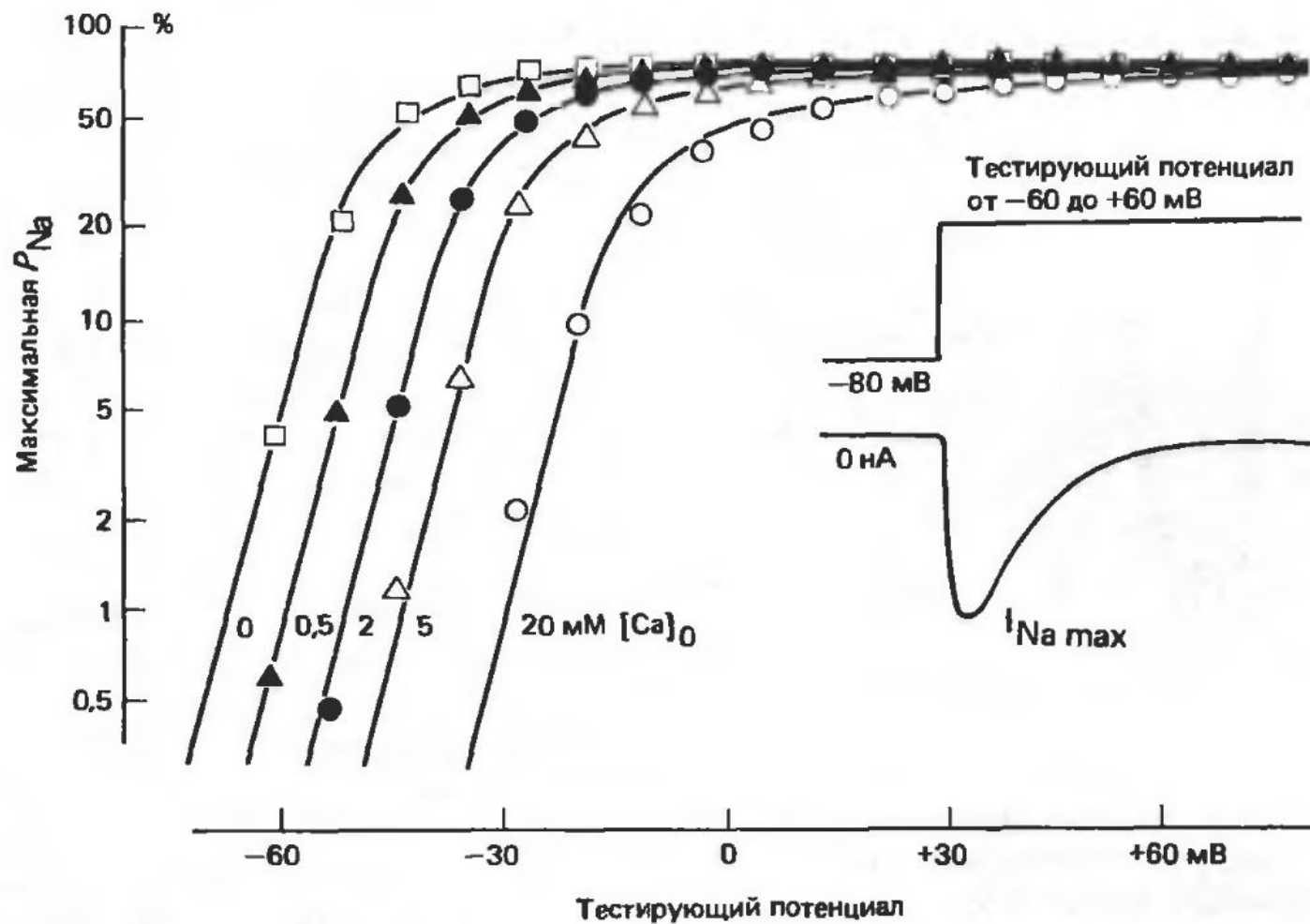
РЕФРАКТЕРНОСТЬ ПОСЛЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ



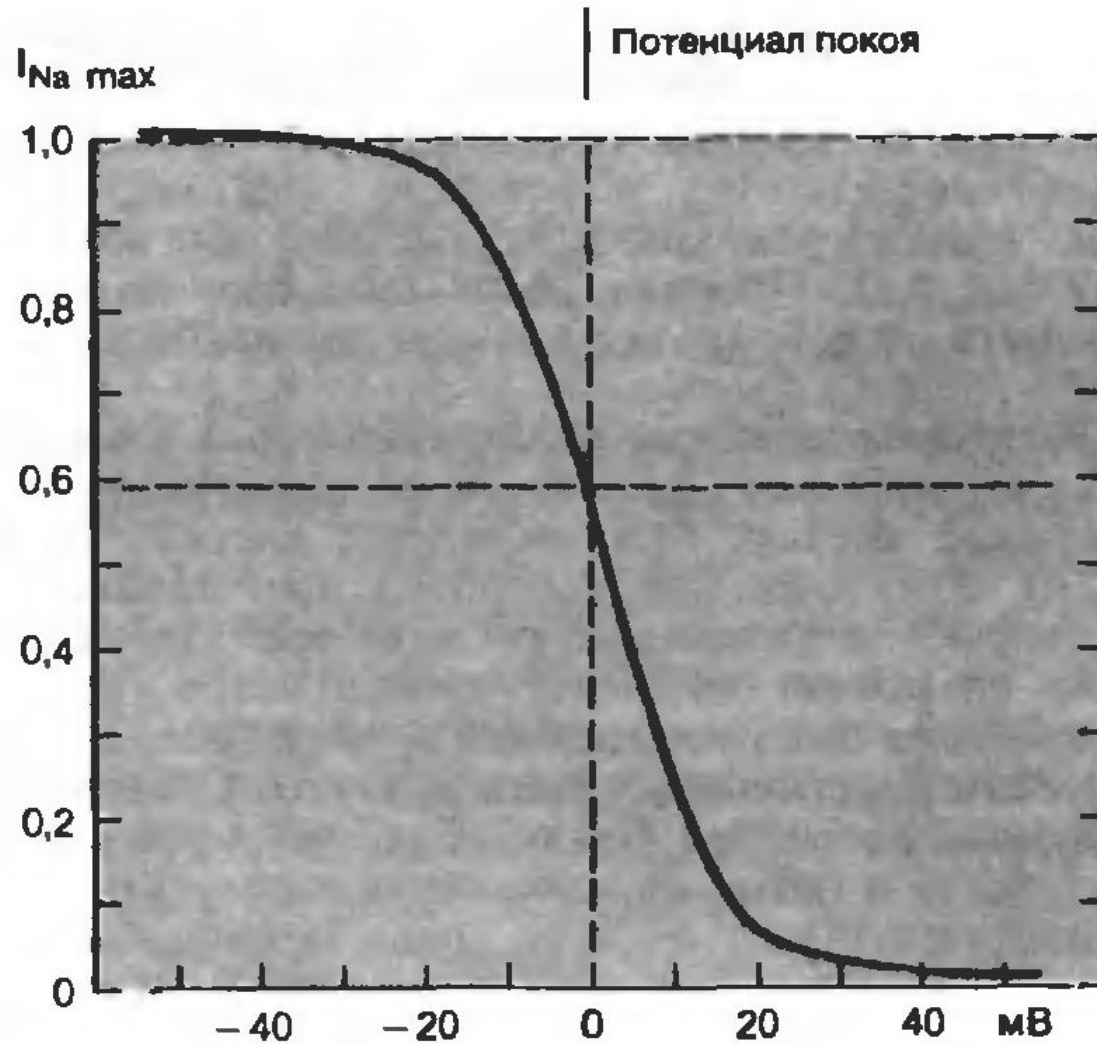
ИЗМЕНЕНИЯ ВОЗБУДИМОСТИ ПРИ ГЕНЕРАЦИИ ПОТЕНЦИАЛА ДЕЙСТВИЯ



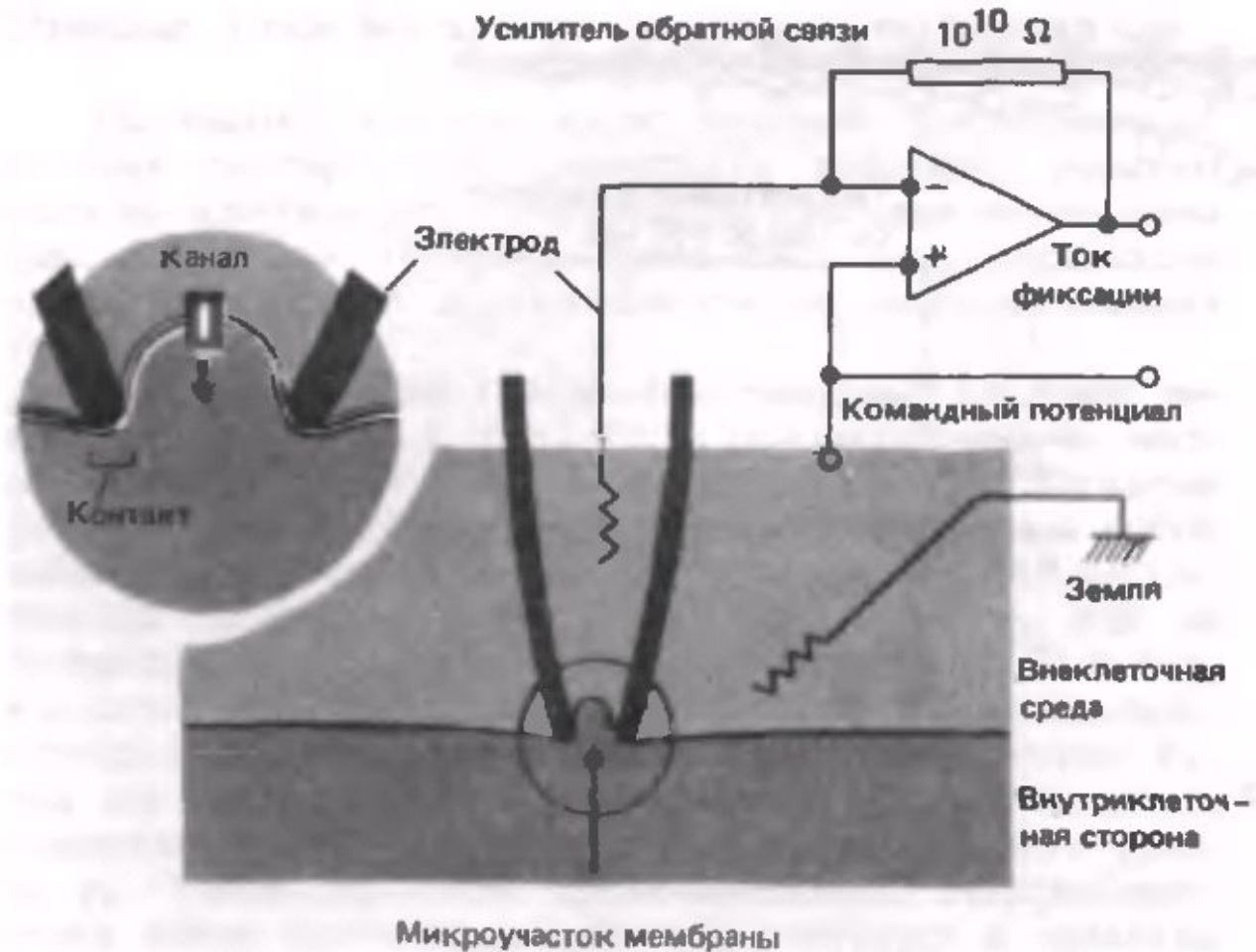
ЗАВИСИМОСТЬ Na^+ -ПРОНИЦАЕМОСТИ ОТ ВНЕКЛЕТОЧНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ КАЛЬЦИЯ



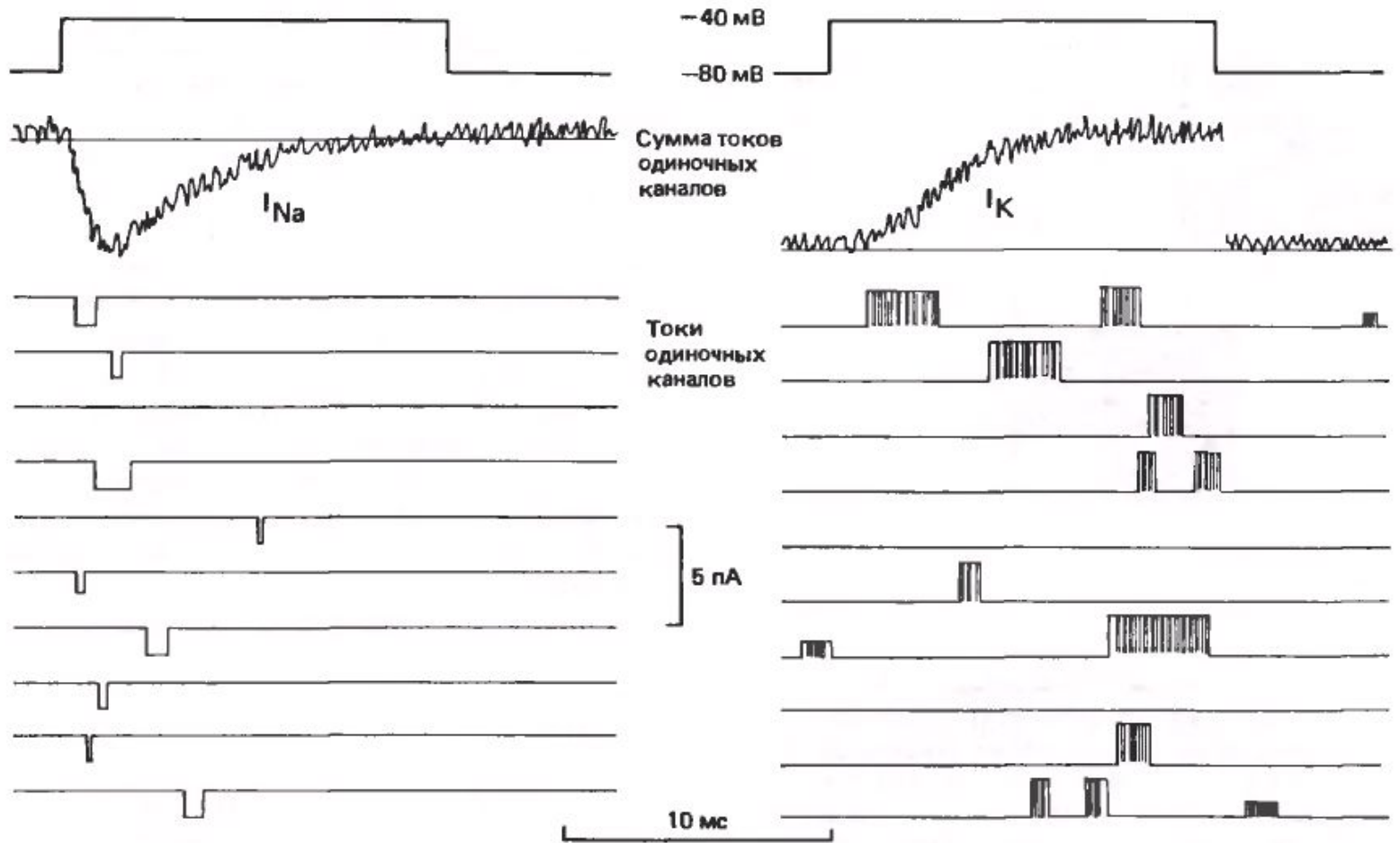
ПОТЕНЦИАЛ-ЗАВИСИМАЯ ИНАКТИВАЦИЯ ТОКА НАТРИЯ



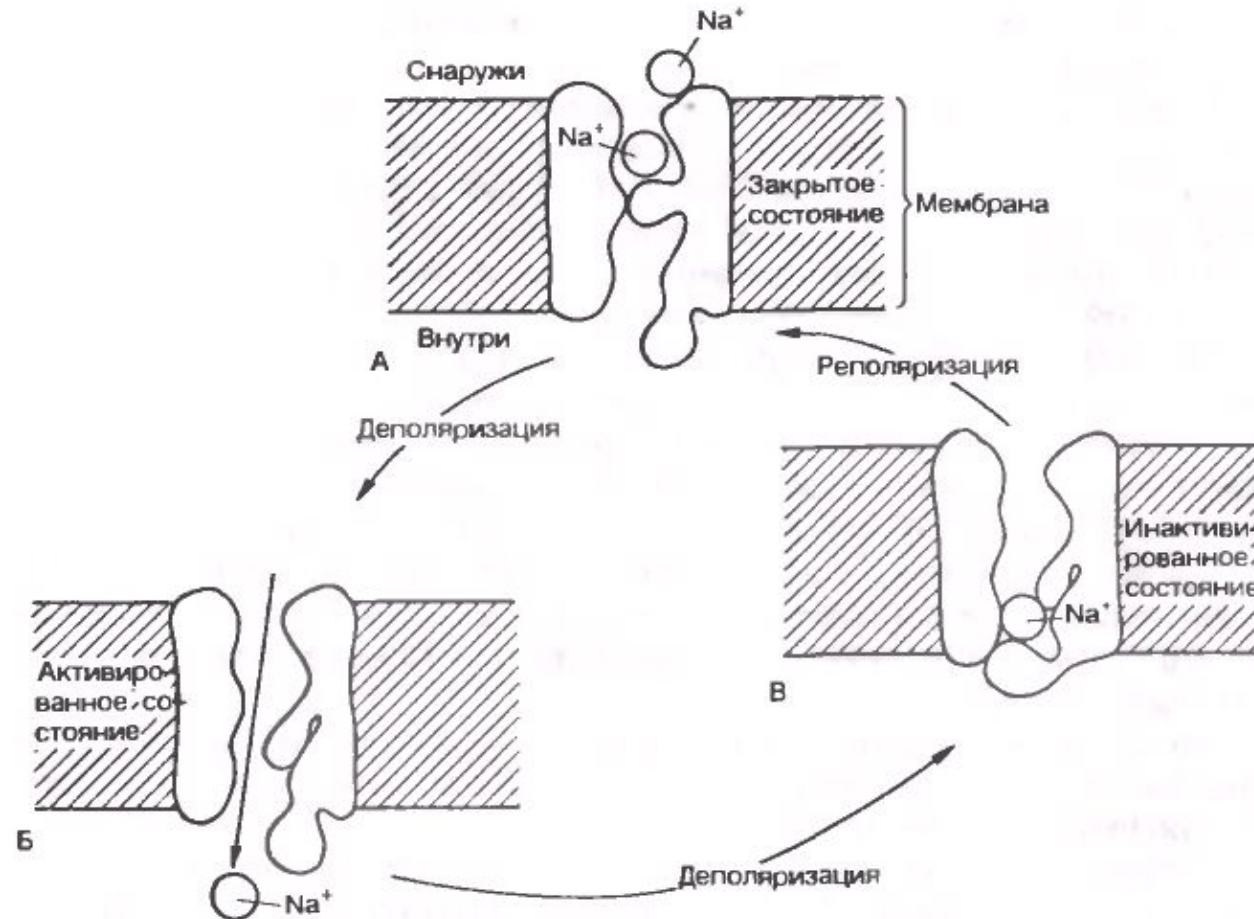
МЕТОД ЛОКАЛЬНОЙ ФИКСАЦИИ МЕМБРАННОГО ПОТЕНЦИАЛА (PATCH-CLAMP)



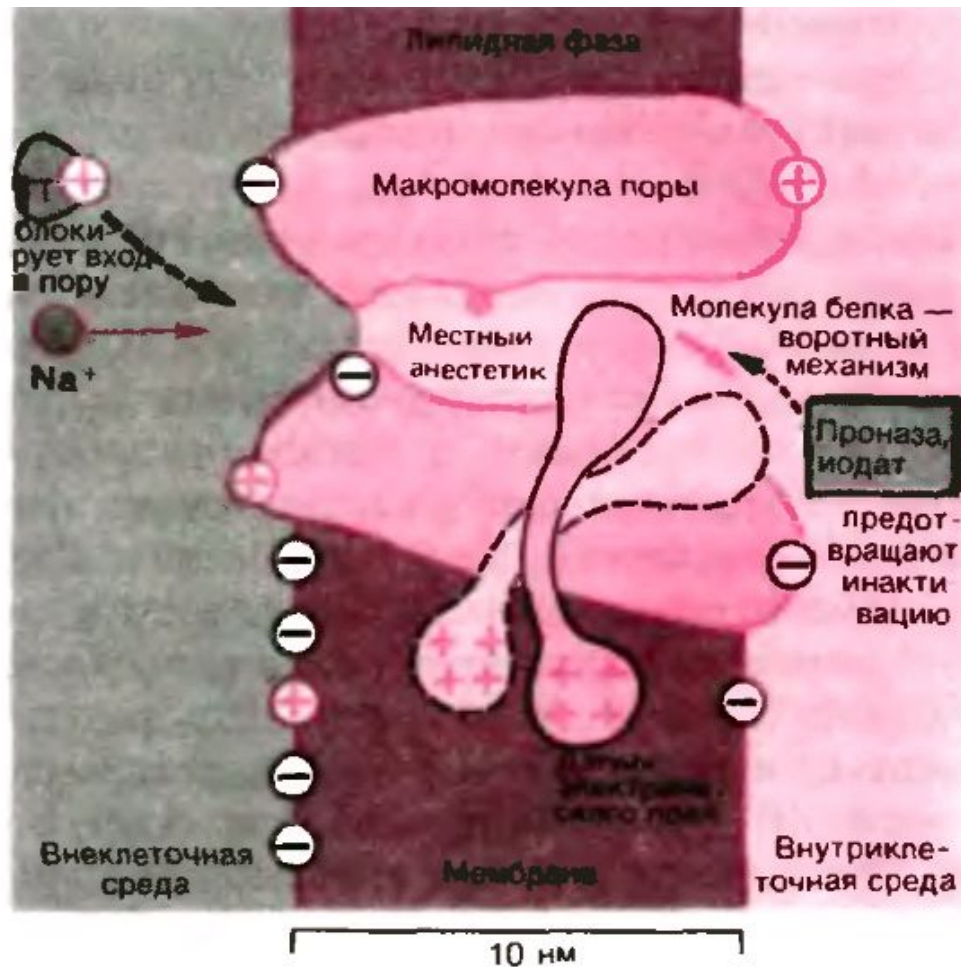
ТОКИ ЧЕРЕЗ ОДИНОЧНЫЕ НАТРИЕВЫЕ И КАЛИЕВЫЕ КАНАЛЫ



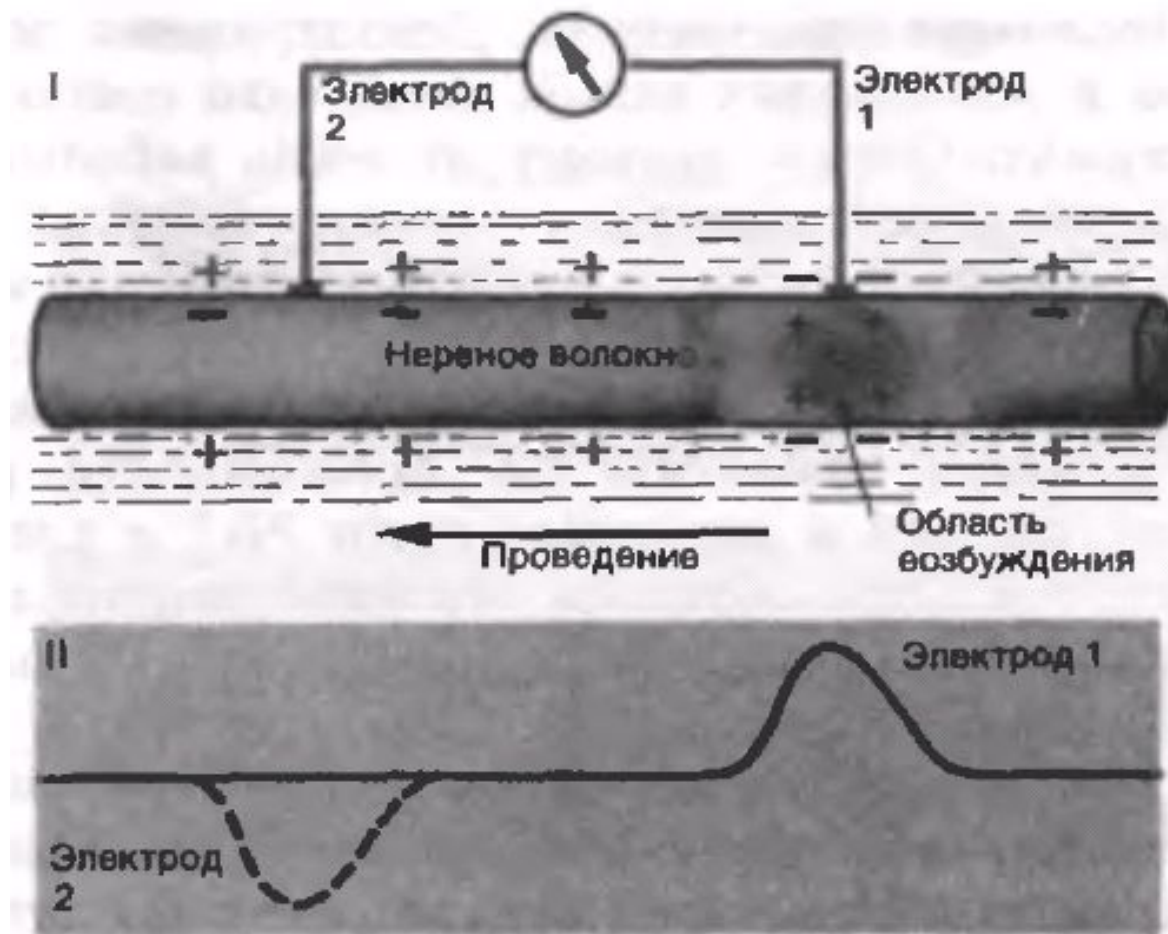
МОДЕЛЬ РАБОТЫ НАТРИЕВОГО КАНАЛА



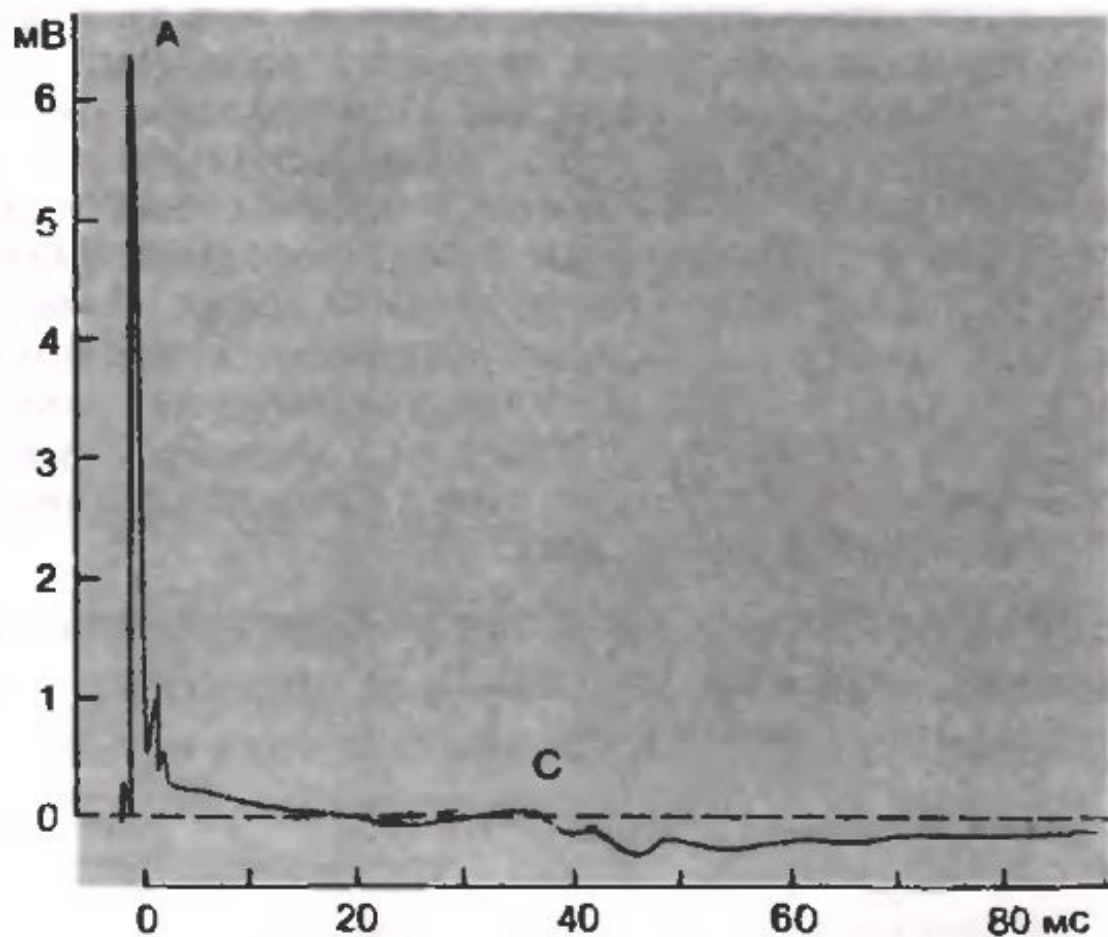
МОЛЕКУЛЯРНАЯ МОДЕЛЬ НАТРИЕВОГО КАНАЛА



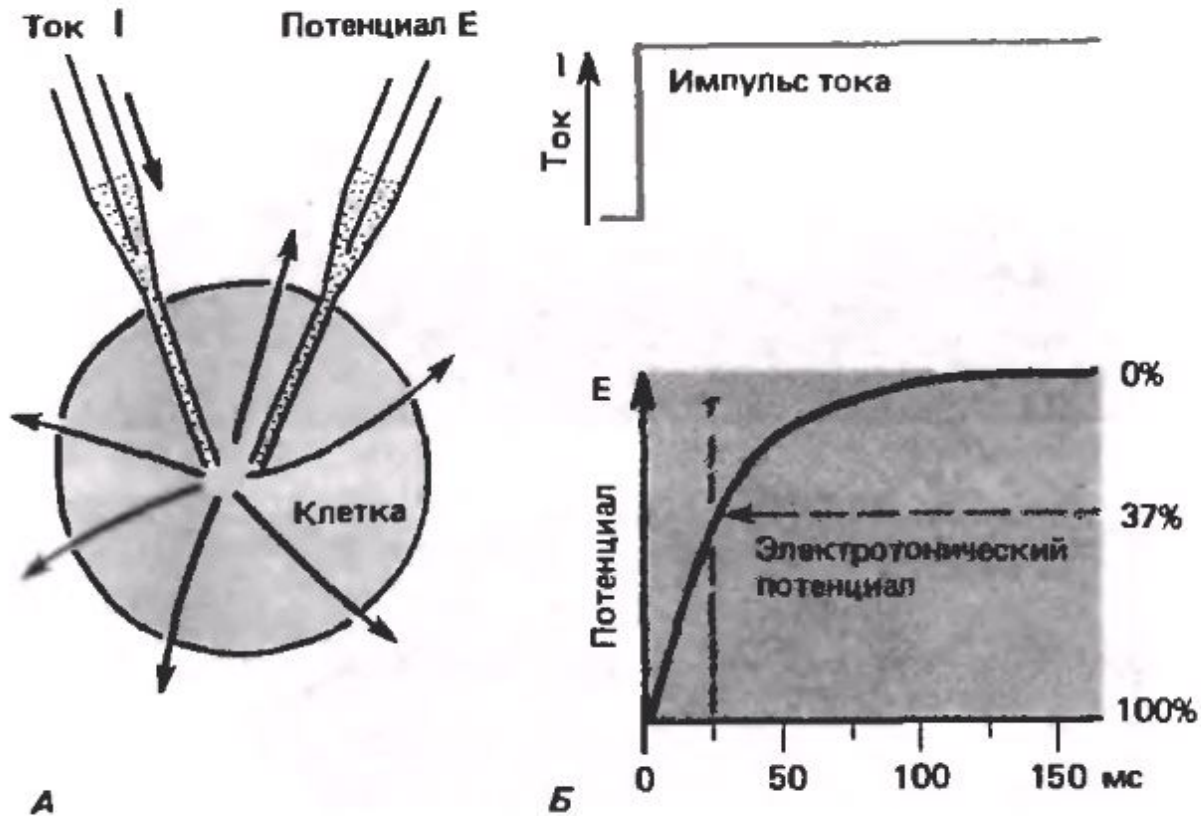
ВНЕКЛЕТОЧНАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ПОТЕНЦИАЛА ДЕЙСТВИЯ



СОСТАВНОЙ ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ НЕРВА

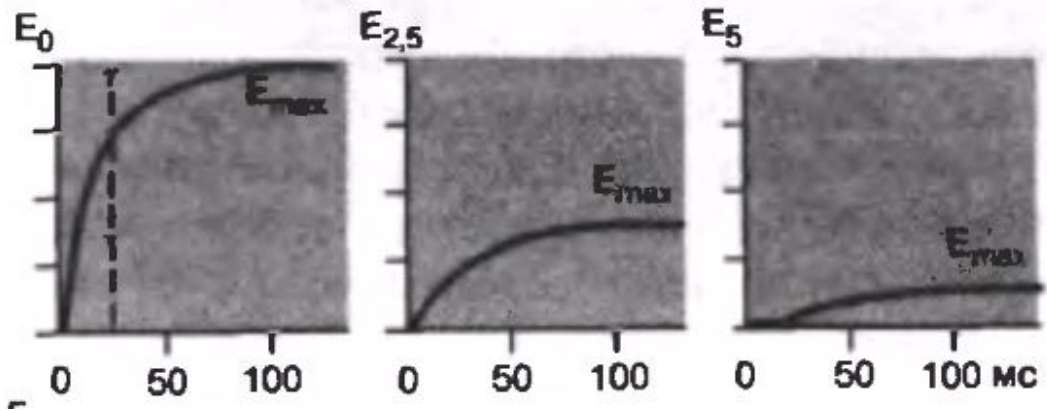
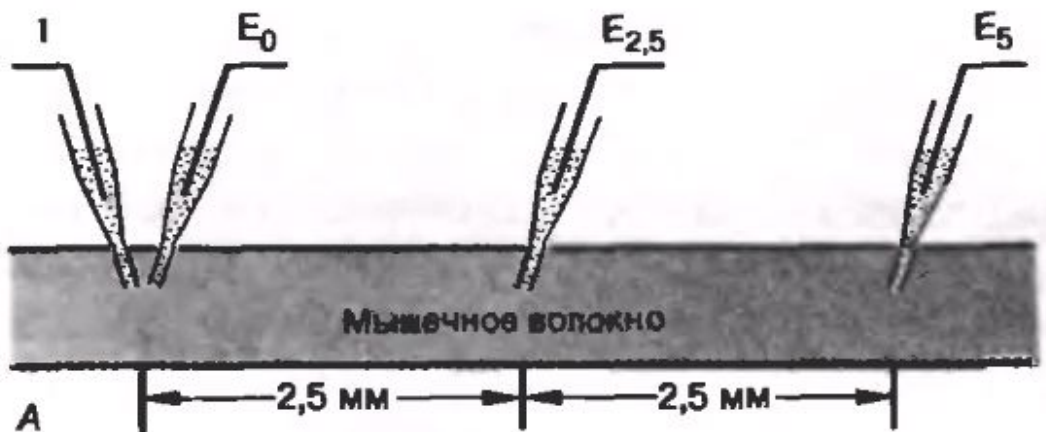


ЭЛЕКТРОТОНИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ В КЛЕТКЕ СФЕРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

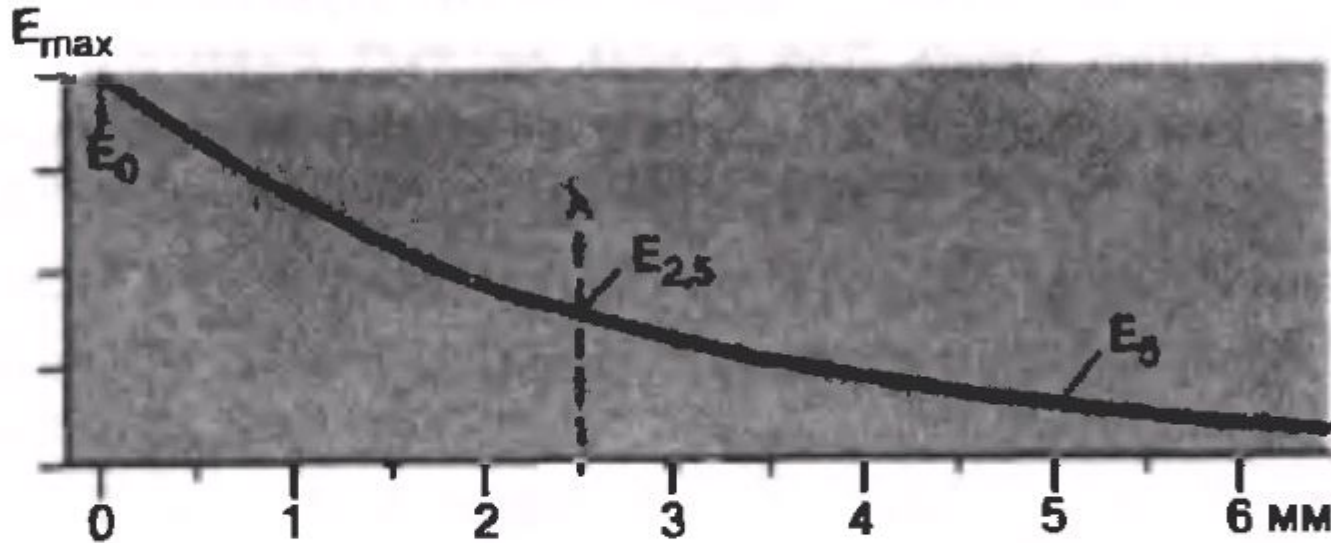


$$E(t) = E_{\text{MAX}} (1 - e^{-t/\tau}) \quad \tau = R_M \cdot C_M$$

ЭЛЕКТРОТОНИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ В КЛЕТКЕ ВЫТЯНУТОЙ ФОРМЫ

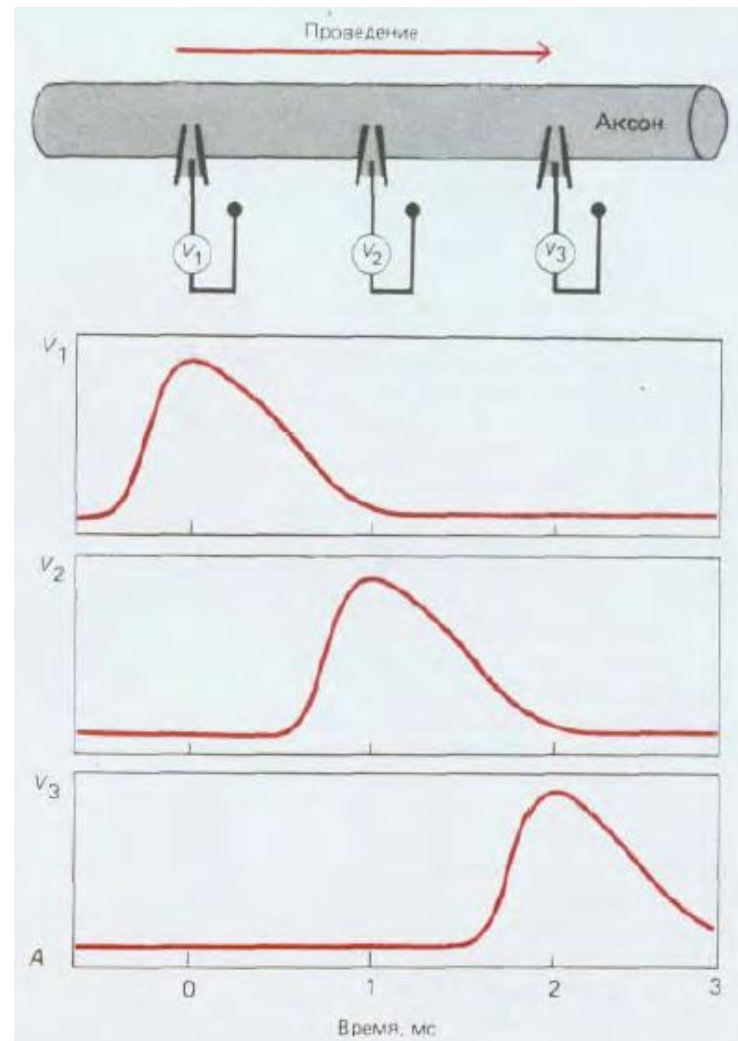


ПОСТОЯННАЯ ДЛИНЫ МЕМБРАНЫ

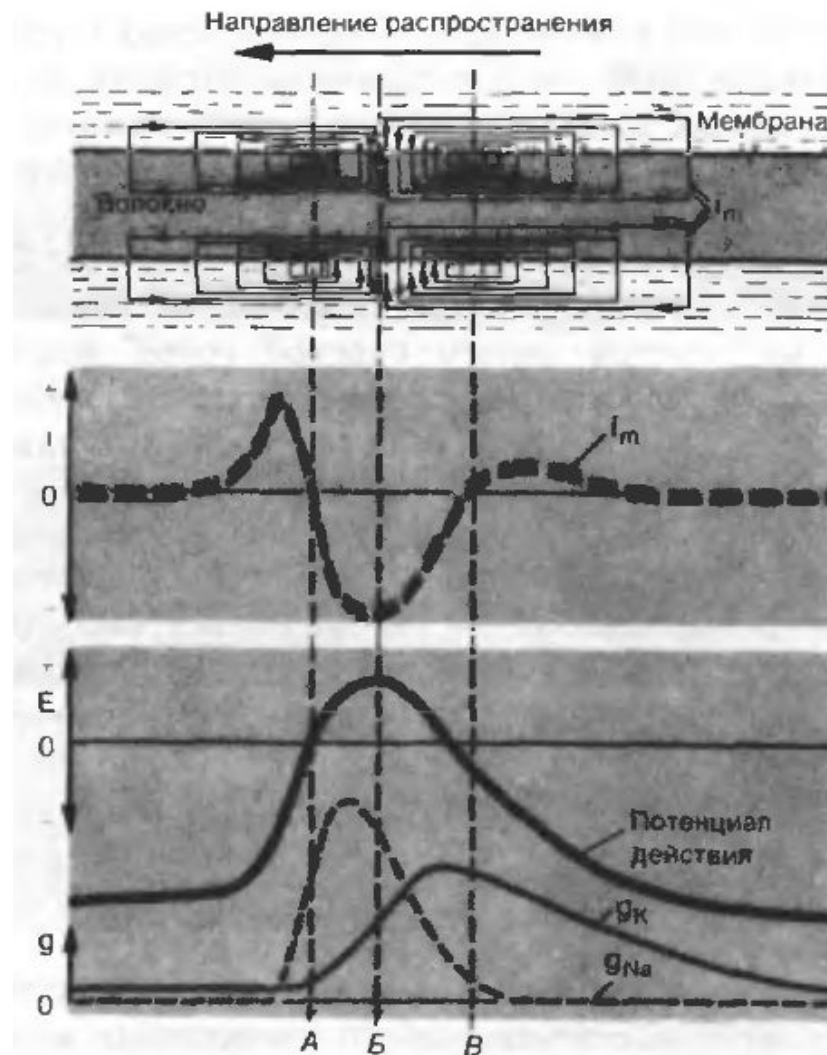


$$E(x) = E_{\text{MAX}} e^{-x/\lambda}$$

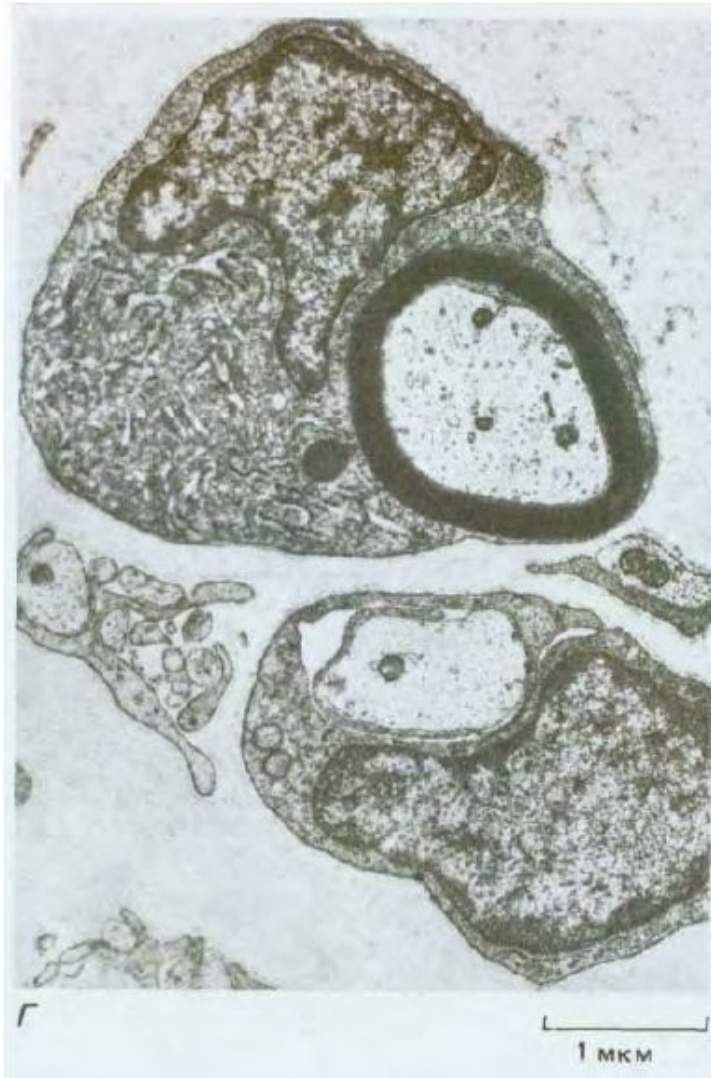
БЕЗДЕКРЕМЕНТНОЕ ПРОВЕДЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ДЕЙСТВИЯ



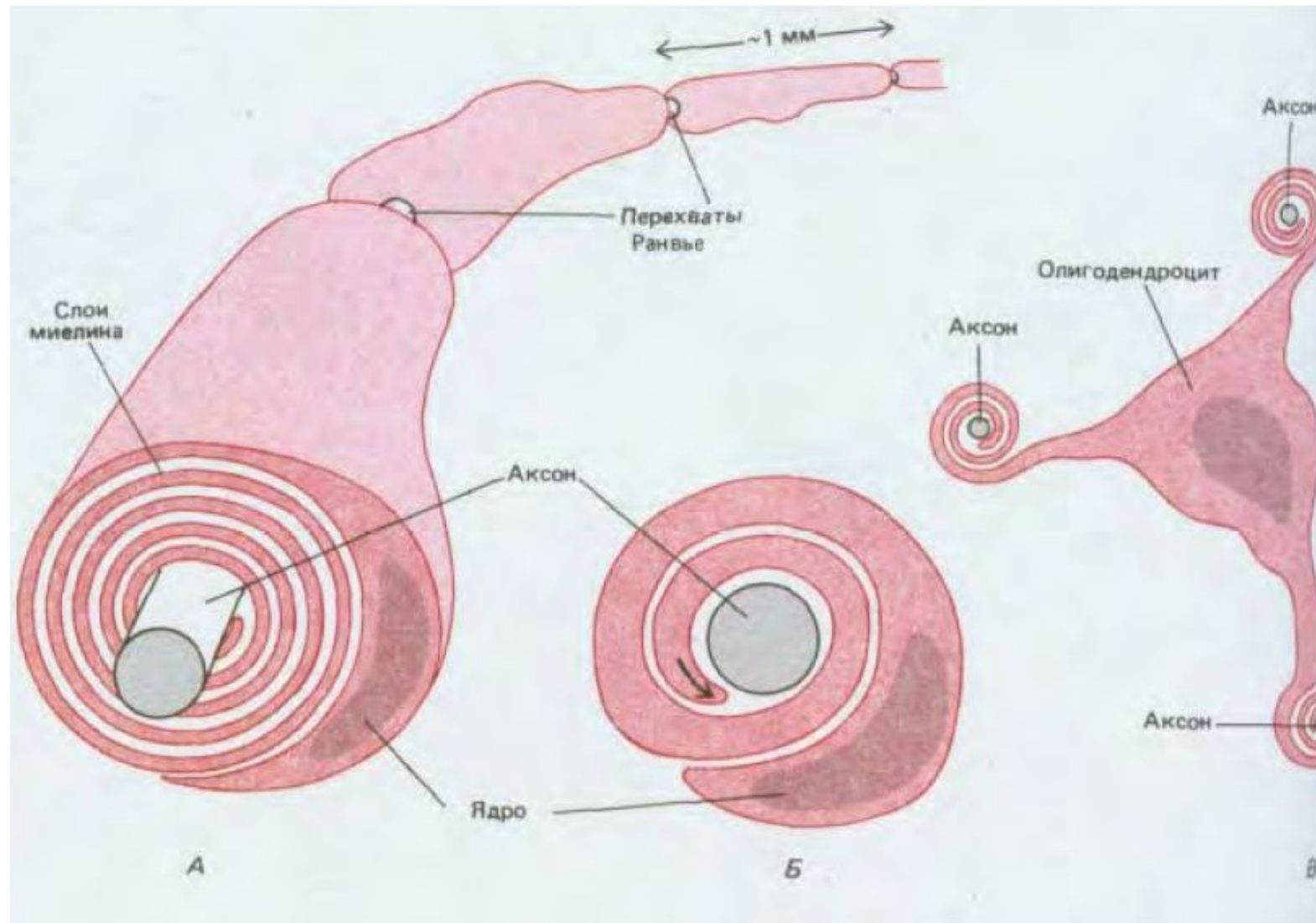
МЕХАНИЗМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛА ДЕЙСТВИЯ



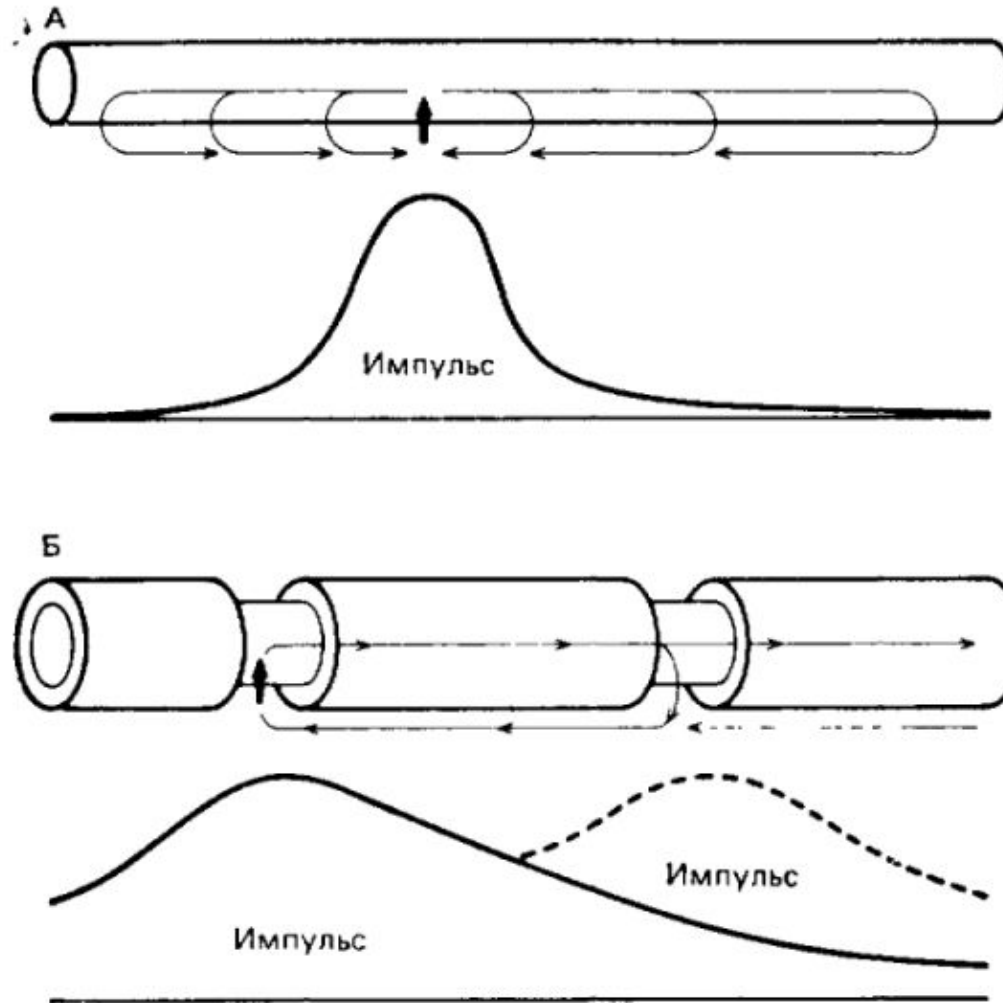
ПОПЕРЕЧНЫЙ СРЕЗ АКСОНА



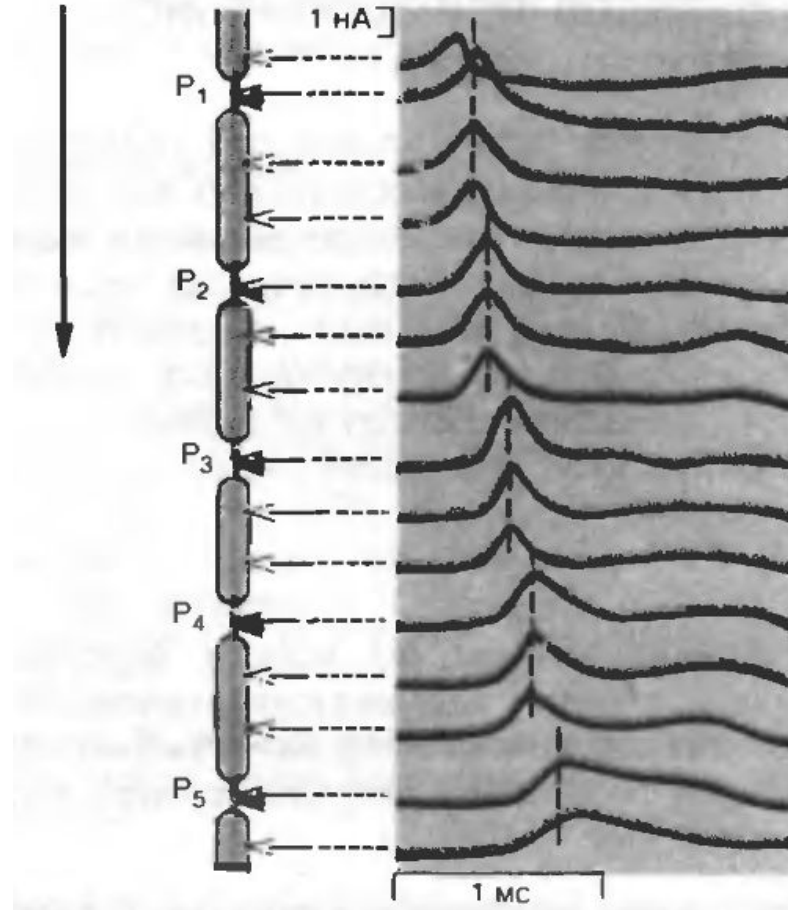
СТРОЕНИЕ МИЕЛИНИЗИРОВАННОГО АКСОНА



САЛЬТАТОРНОЕ ПРОВЕДЕНИЕ В МИЕЛИНИЗИРОВАННОМ АКСОНЕ



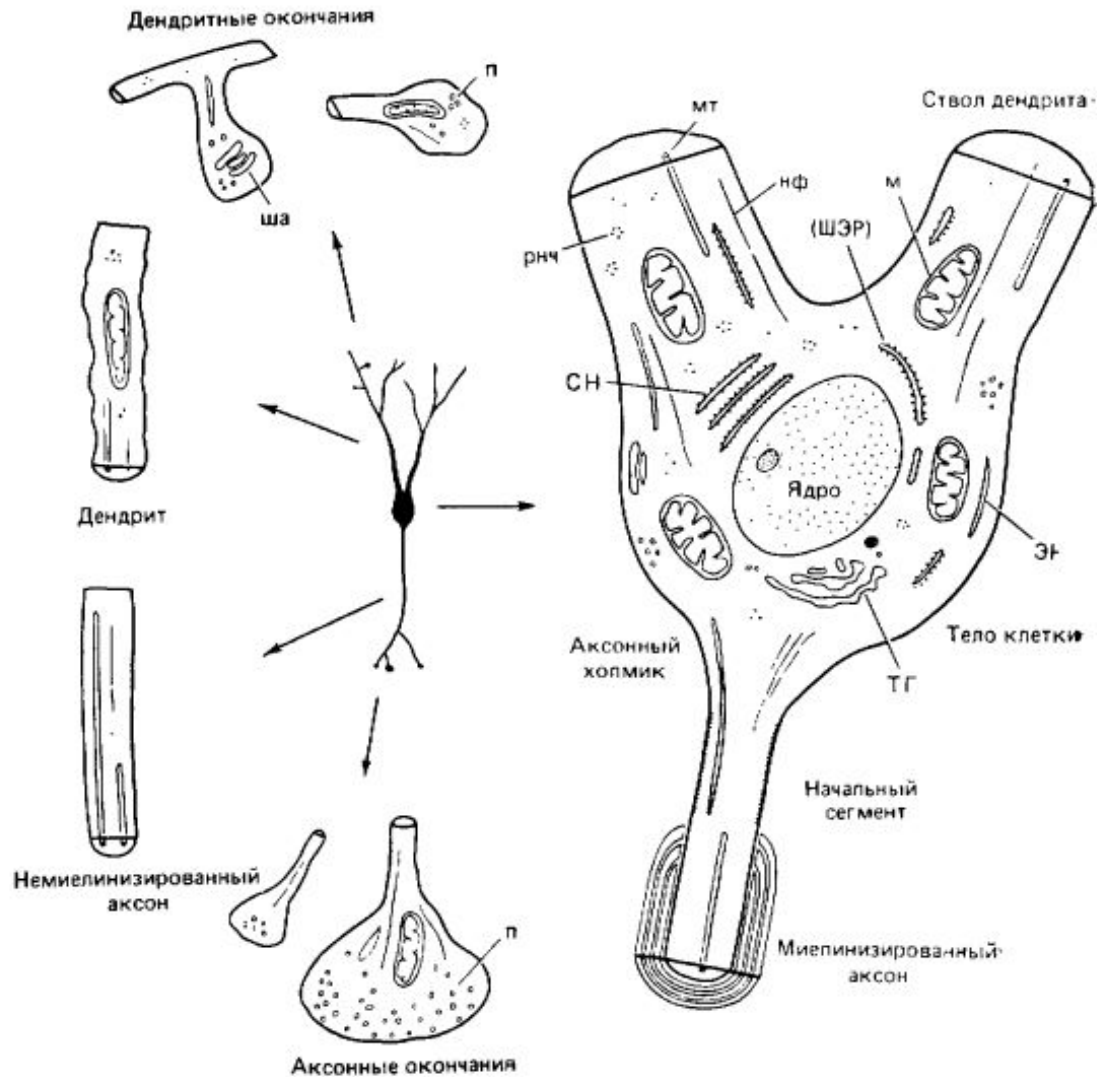
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ДОКАЗАТЕЛЬСТВО САЛЬТАТОРНОГО ПРОВЕДЕНИЯ



ТИПЫ ХИМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

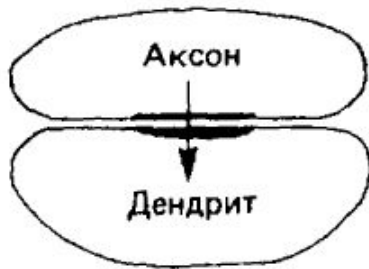


СТРОЕНИЕ НЕЙРОНА

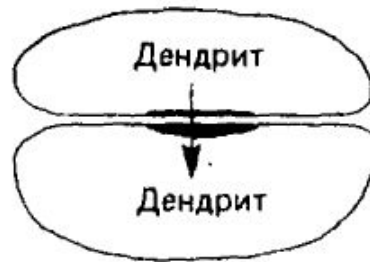


ТИПЫ СИНАПТИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ

А Аксо-дендритный



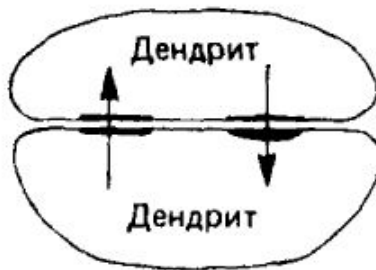
Б Дендро-дендритный



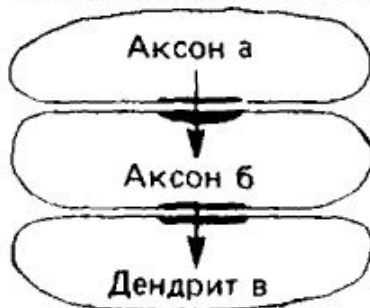
В Аксо-аксонный



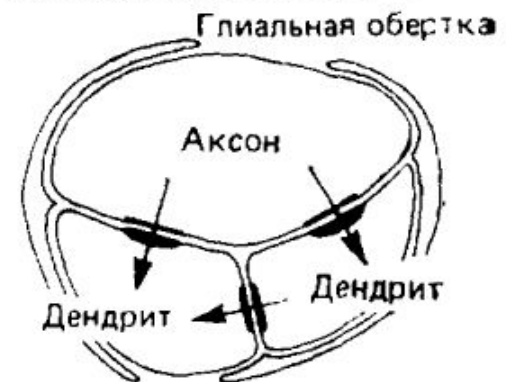
Г Реципрокные синапсы



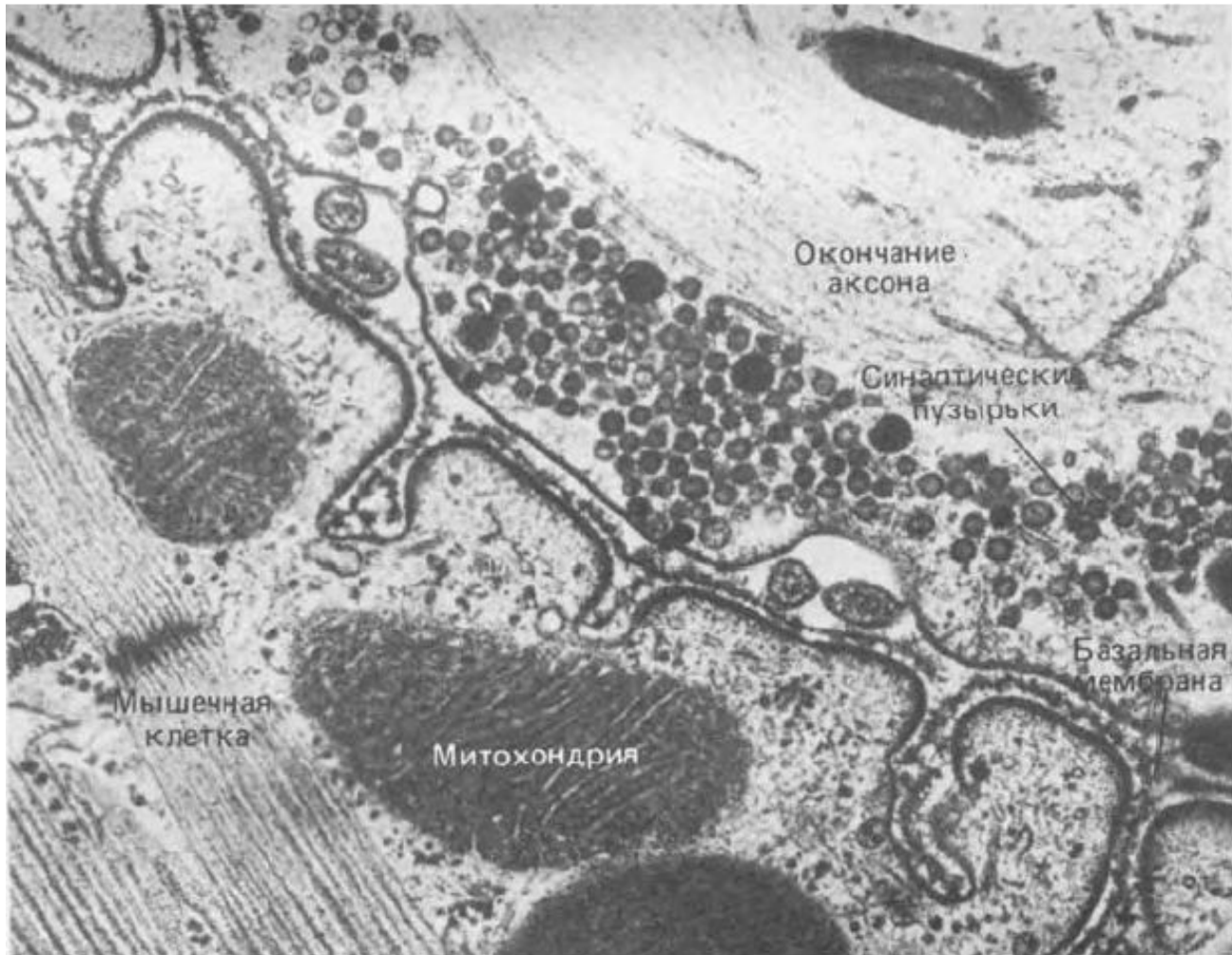
Д Последовательные синапсы (аксо-аксо-дендритные)



Е Синаптические гломерулы



ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОФОТОГРАФИЯ НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО СОЕДИНЕНИЯ



СТРОЕНИЕ НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО СИНАПСА

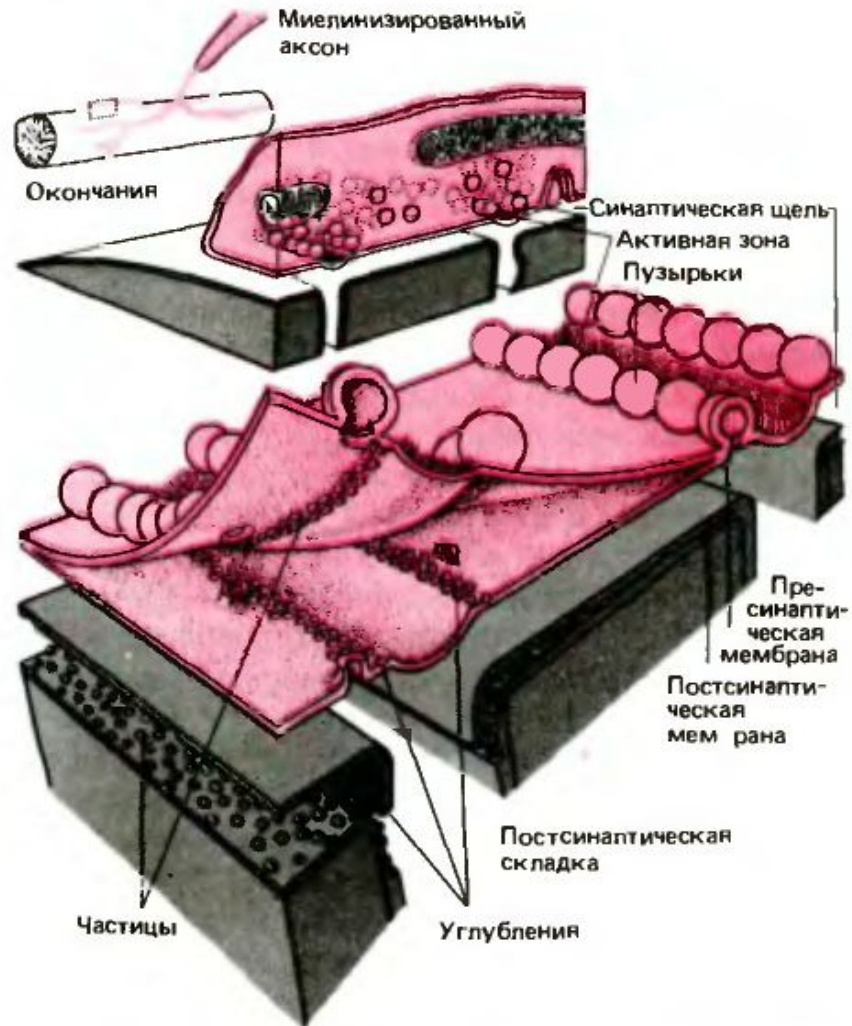
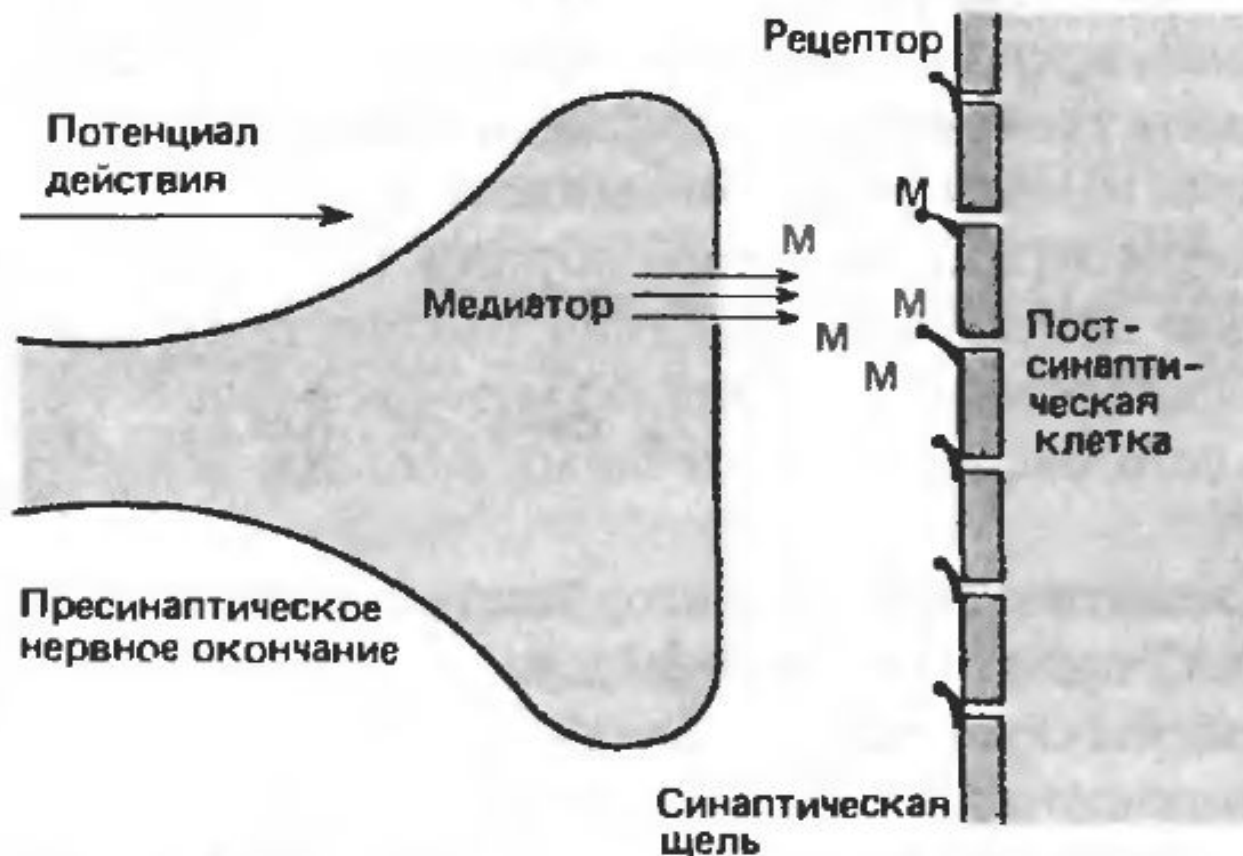
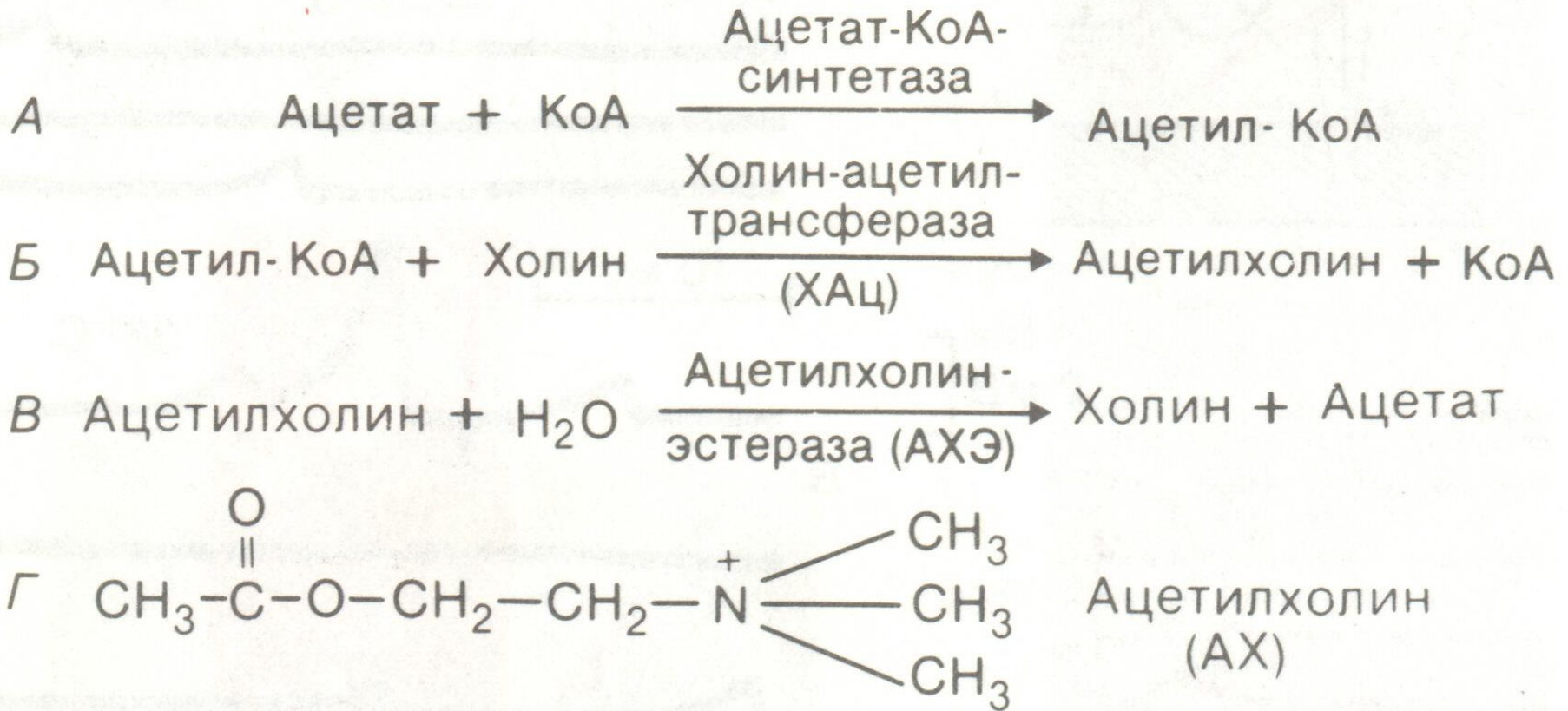


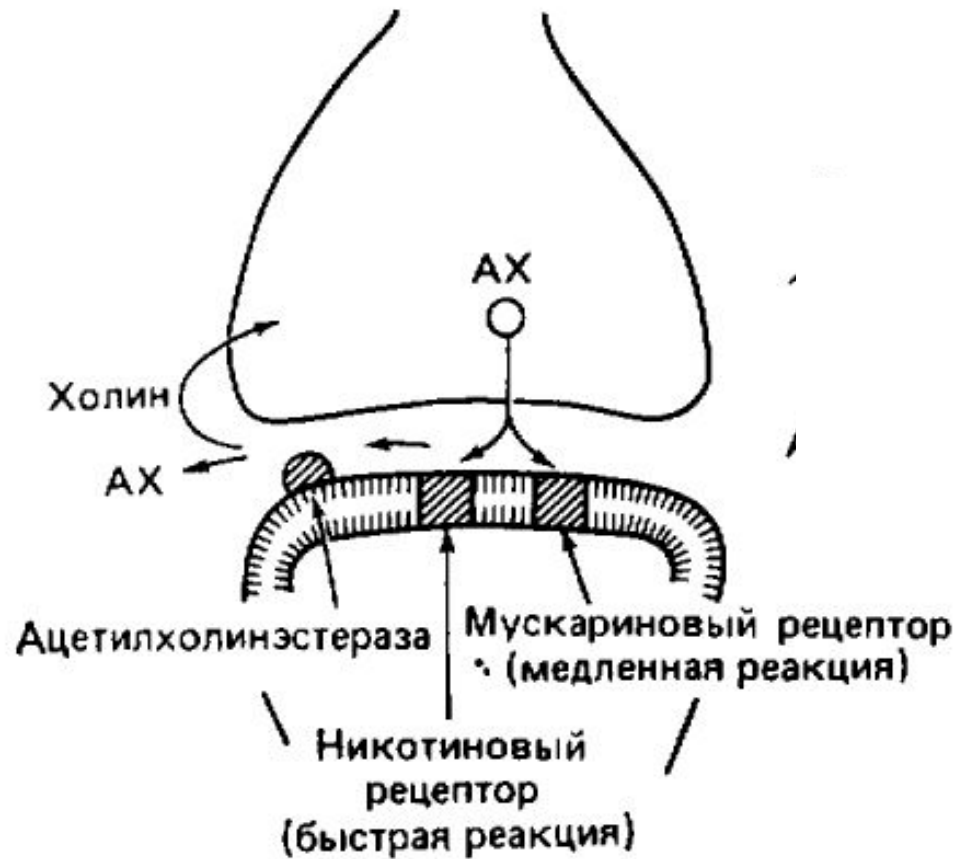
СХЕМА ХИМИЧЕСКОГО СИНАПСА



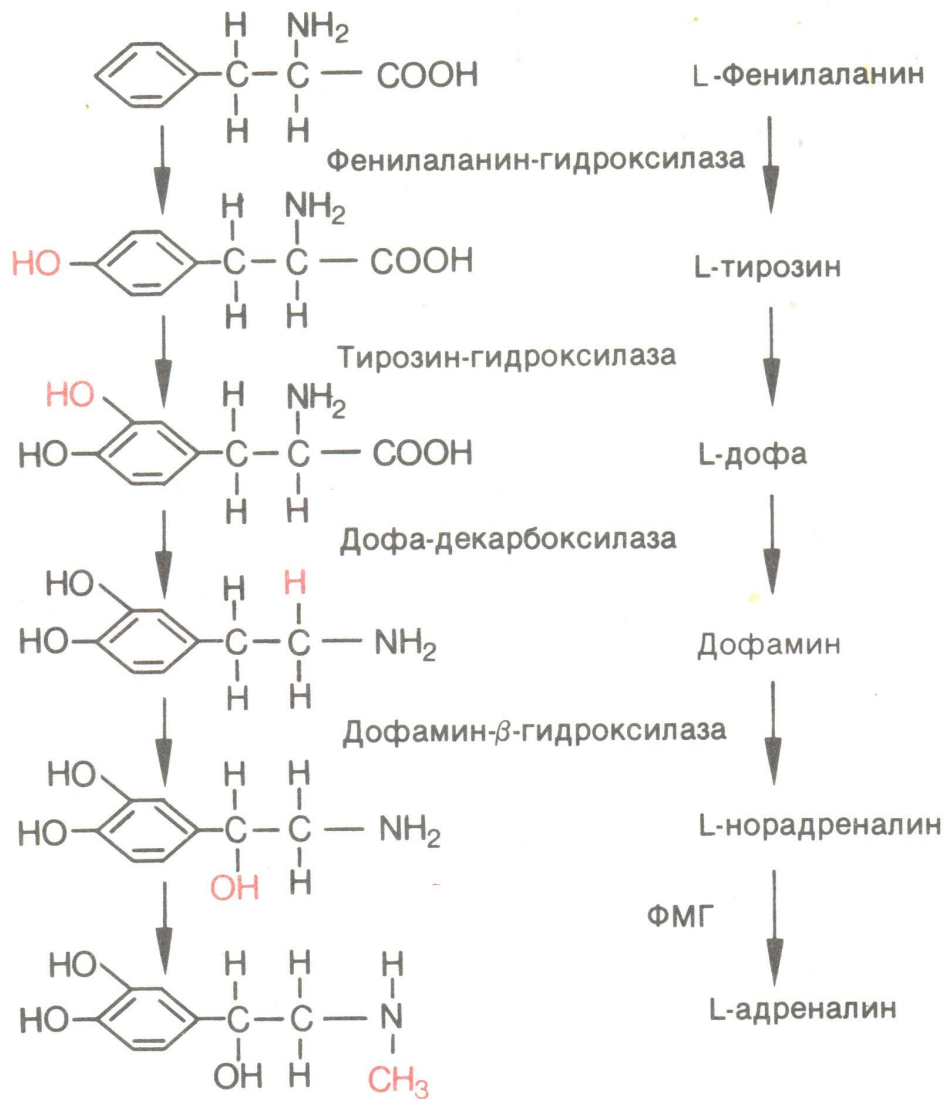
БИОСИНТЕЗ И ИНАКТИВАЦИЯ АЦЕТИЛХОЛИНА



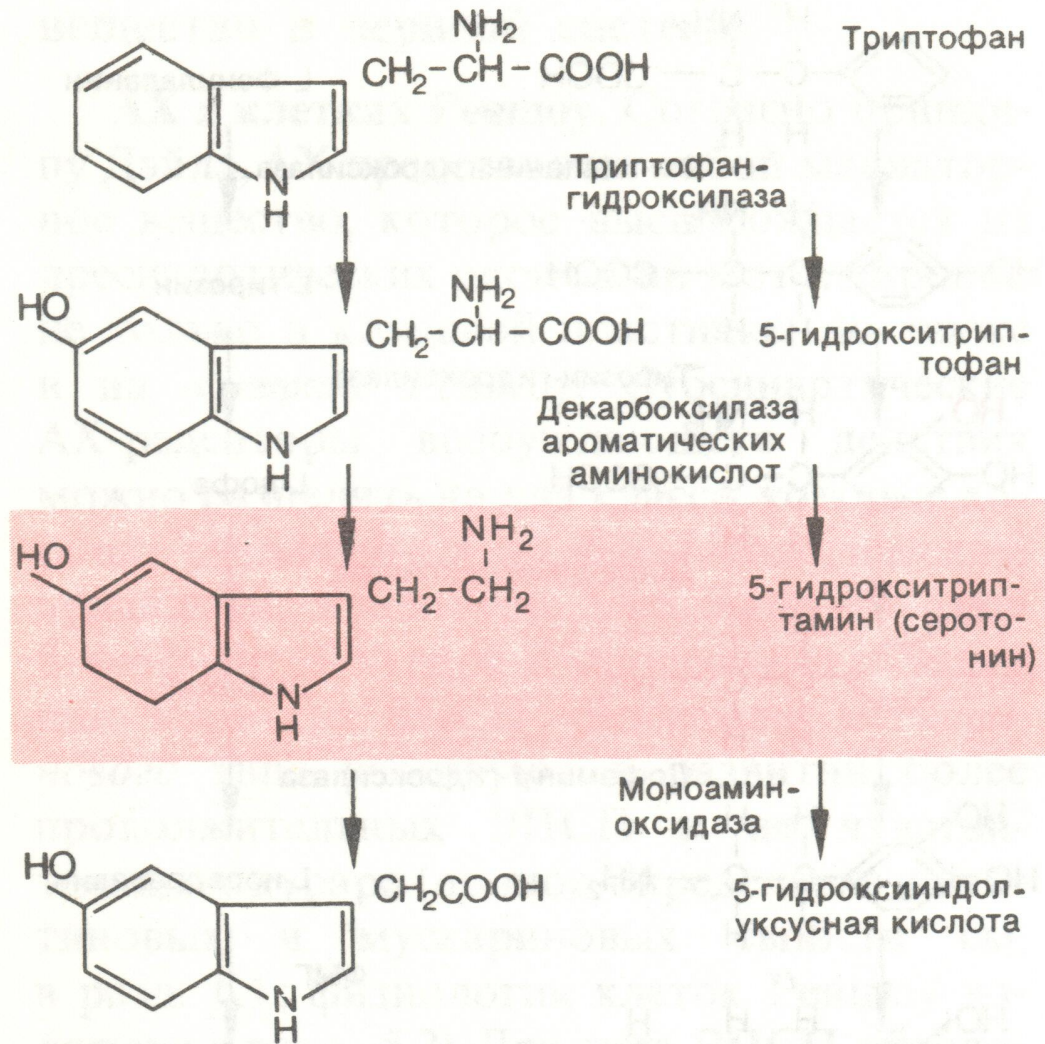
РЕЦЕПТОРЫ К АЦЕТИЛХОЛИНУ



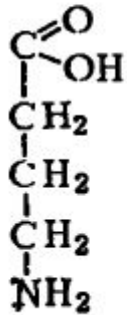
БИОСИНТЕЗ КАТЕХОЛАМИНОВ



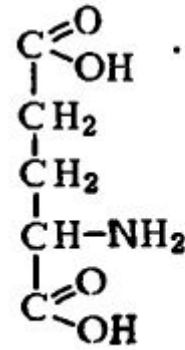
БИО-СИНТЕЗ И ИНАКТИВАЦИЯ СЕРОТОНИНА



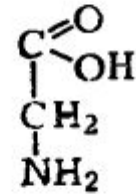
АМИНОКИСЛОТЫ-МЕДИАТОРЫ



*γ-аминомасляная
кислота (ГАВА)*

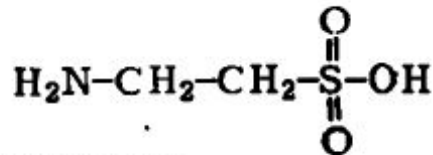


*глутаминовая
кислота*

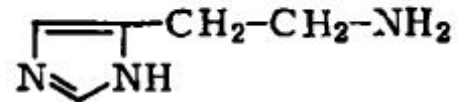


глицин

КАНДИДАТЫ В МЕДИАТОРЫ



таурин



гистамин

*Другие возможные кандидаты: АТР, аспарагиновая кислота,
пролин*

НЕЙРОПЕПТИДЫ

Мет-энкефалин

Tyr-Gly-Gly-Phe-Met

Вещество P

Arg-Pro-Lys-Pro-Gln-Gln-Phe-Phe-Gly-Leu-Met -NH₂

Лей-энкефалин

Tyr-Gly-Gly-Phe-Leu

Ангиотензин II

Asp-Arg-Val-Tyr-Ile-His-Pro-Phe -NH₂

Вазоактивный кишечный пептид

His-Ser-Asp-Ala-Val-Phe-Thr-Asp-Asn-Tyr-Thr-Arg-Leu-Arg-Lys-Gln-Met-Ala-Val-Lys-Lys-Tyr-Leu-Asn-Ser-Ile-Leu-Asn -NH₂

Соматостатин

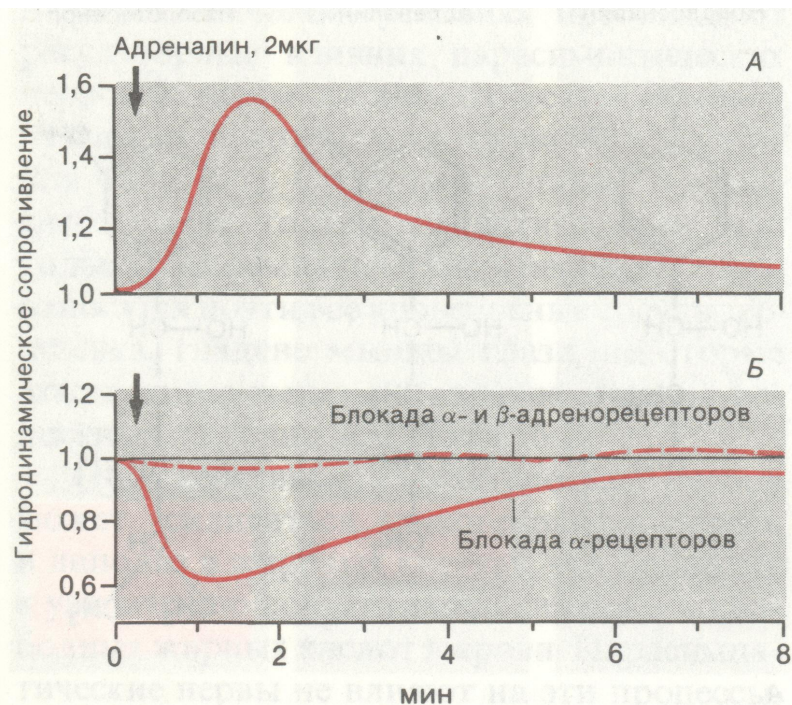
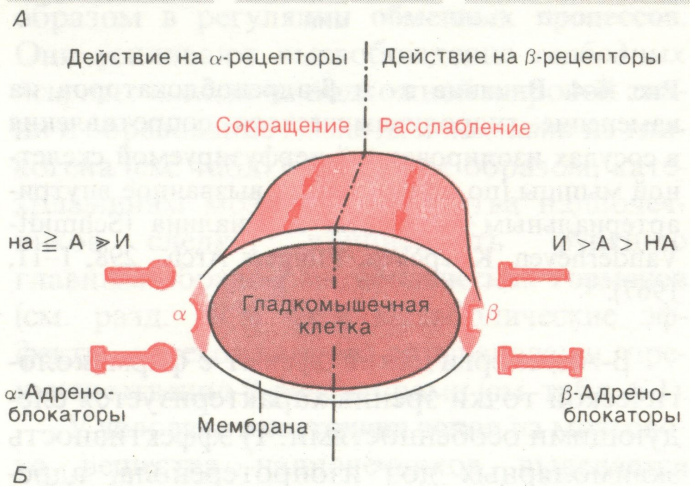
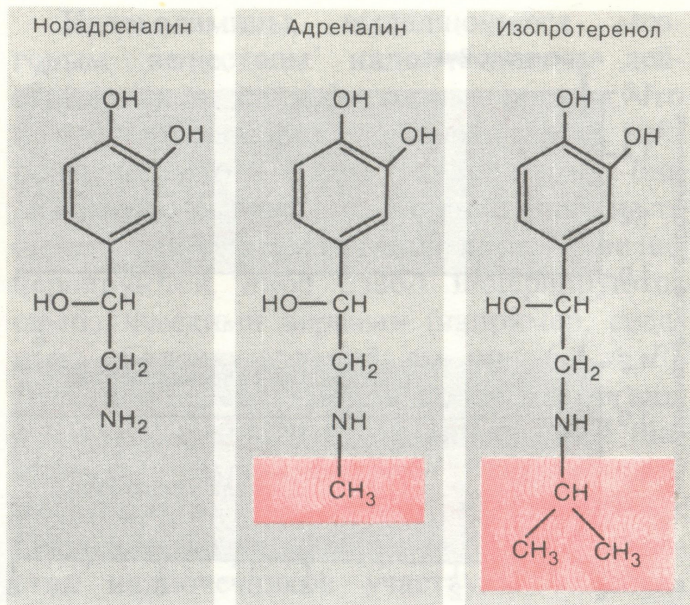
H-Ala-Gly-Cys-Lys-Asn-Phe-Phe-Trp-Lys-Thr-Phe-Thr-Ser-Cys-OH

S S

ЛГРГ

pyroGlu-His-Trp-Ser-Tyr-Gly-Leu-Arg-Pro-Gly -NH₂

АМБИВАЛЕНТНОСТЬ МЕДИАТОРОВ: ДЕЙСТВИЕ КАТЕХОЛАМИНОВ НА АДРЕНОРЕЦЕПТОРЫ



СТАДИИ СИНАПТИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ



А. Пресинаптическая деполяризация



Б. Движение Ca



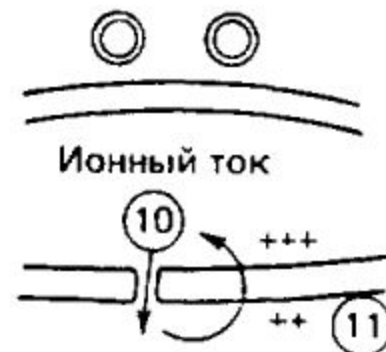
В. Высвобождение медиатора



Г. Диффузия и связывание

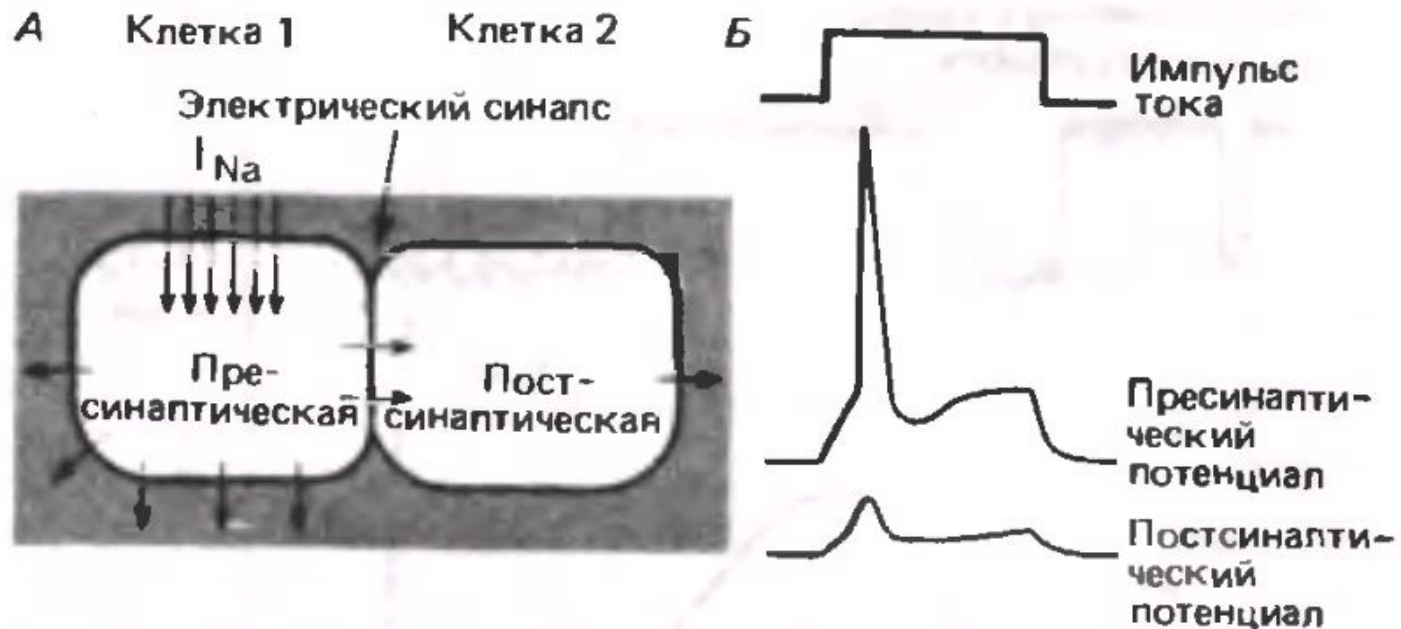


Молекулярные события
Д. События на молекулярном уровне

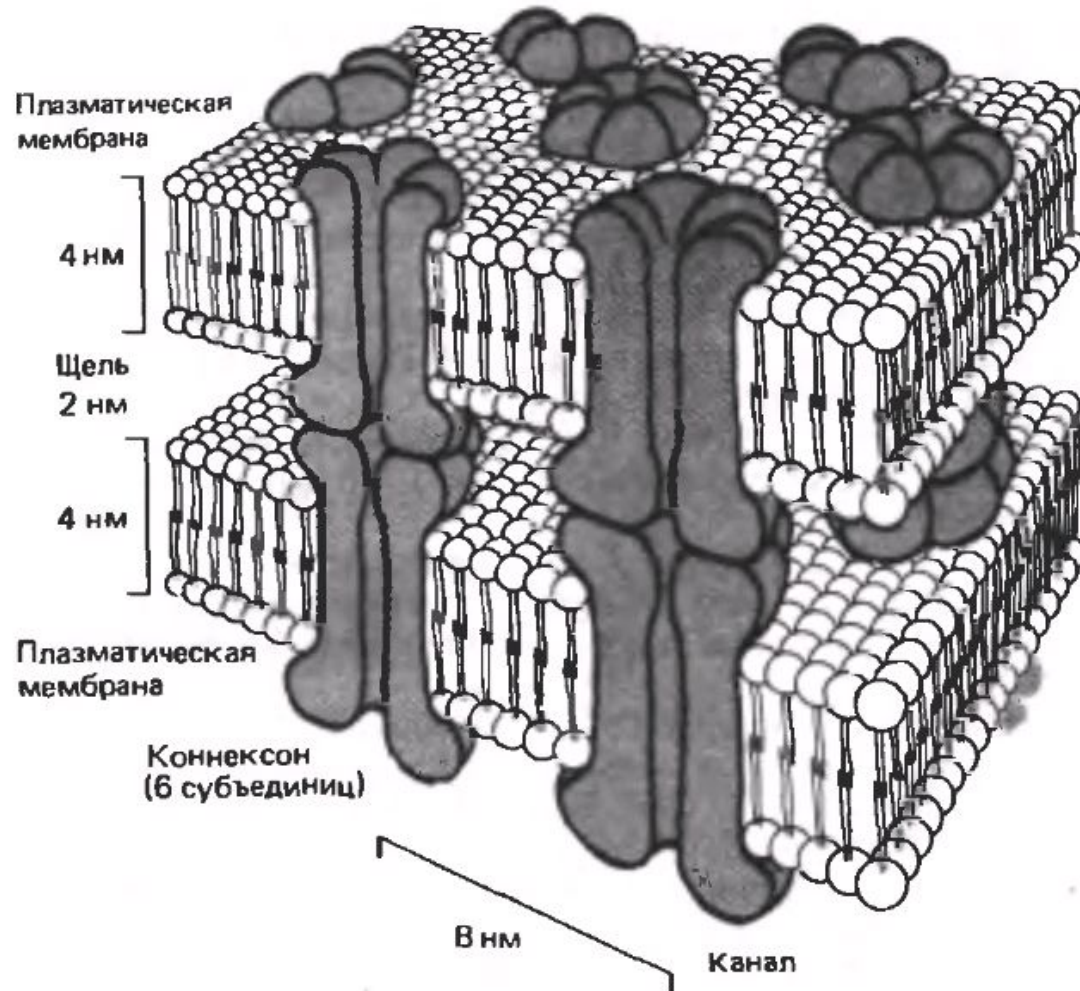


Постсинаптический потенциал
Е. Постсинаптические потенциалы

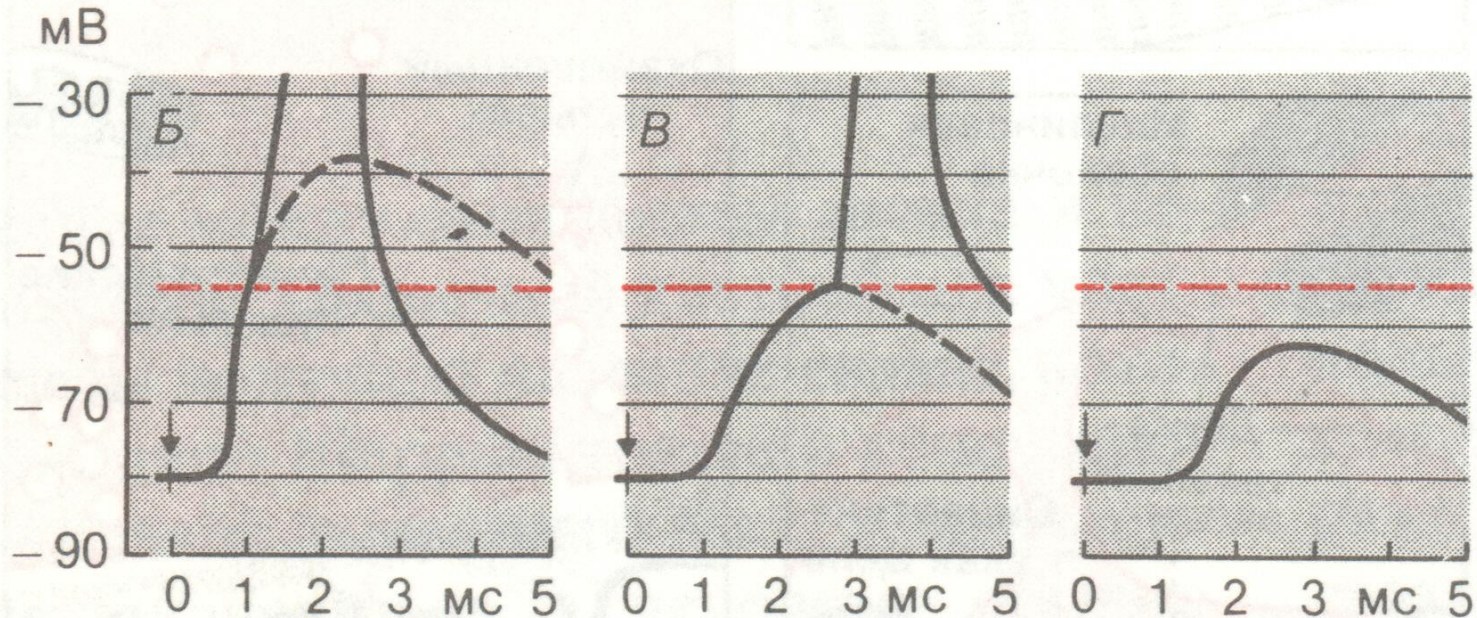
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ СИНАПС



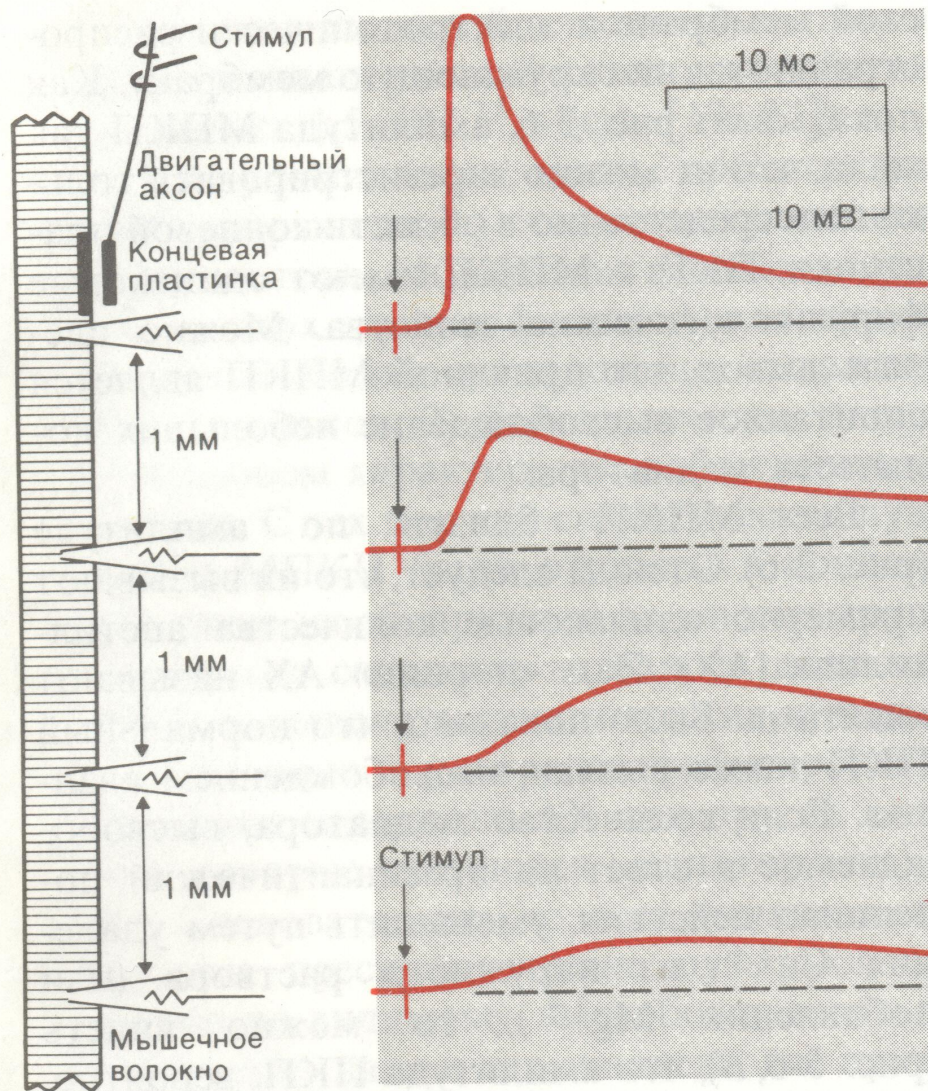
УЛЬТРАСТРУКТУРА НЕКСУСА (ЩЕЛЕВОГО КОНТАКТА)



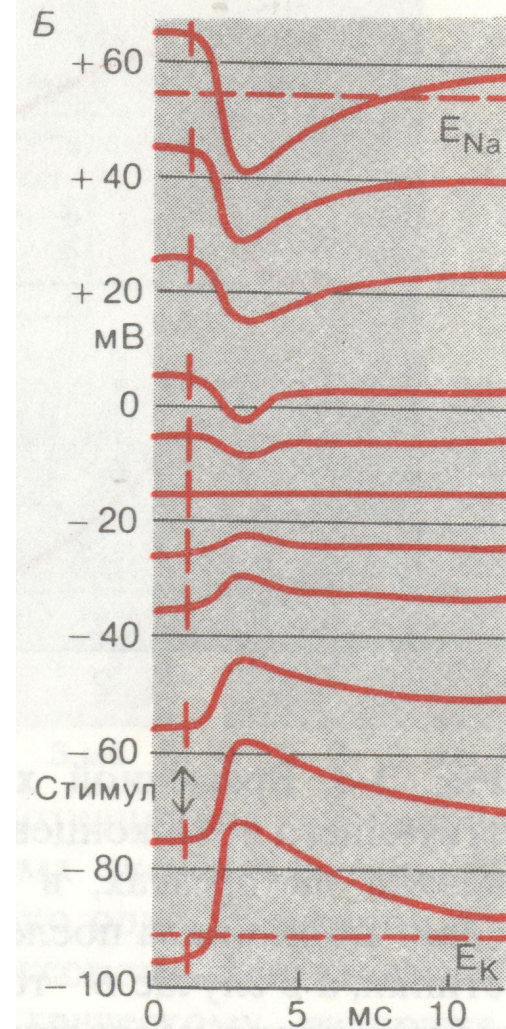
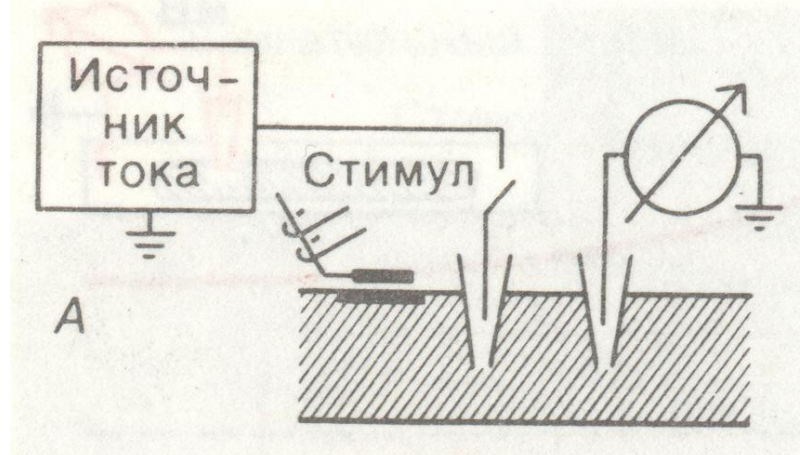
РЕГИСТРАЦИЯ ПОТЕНЦИАЛА КОНЦЕВОЙ ПЛАСТИНКИ (ПКП) ПРИ ДЕЙСТВИИ ТУБОКУРАРИНА



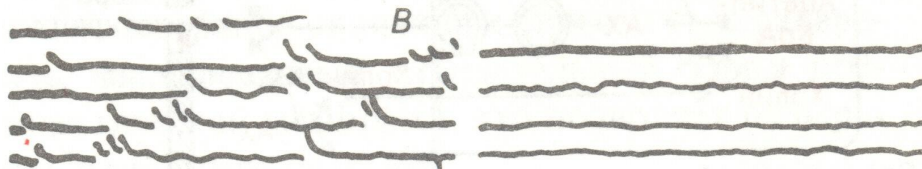
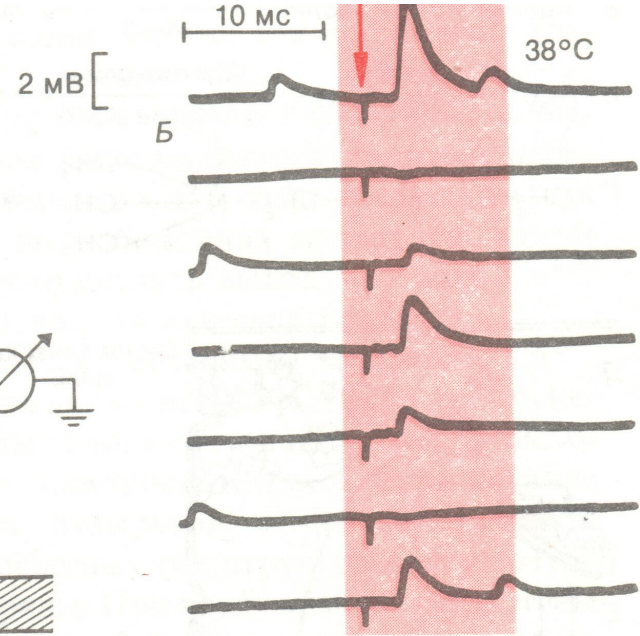
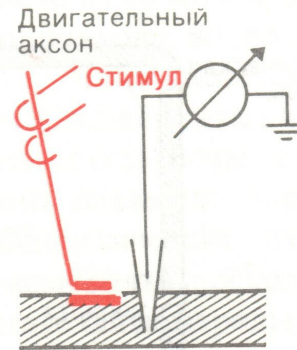
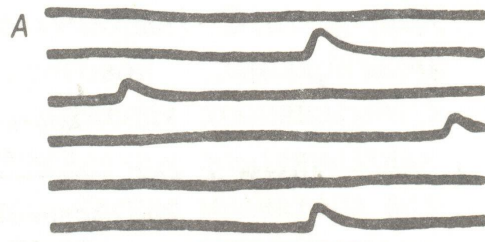
ЭЛЕКТРОТОНИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ПОТЕНЦИАЛА КОНЦЕВОЙ ПЛАСТИНКИ



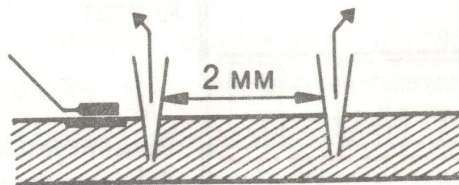
ИЗМЕРЕНИЕ РАВНОВЕСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ДЛЯ ПКП



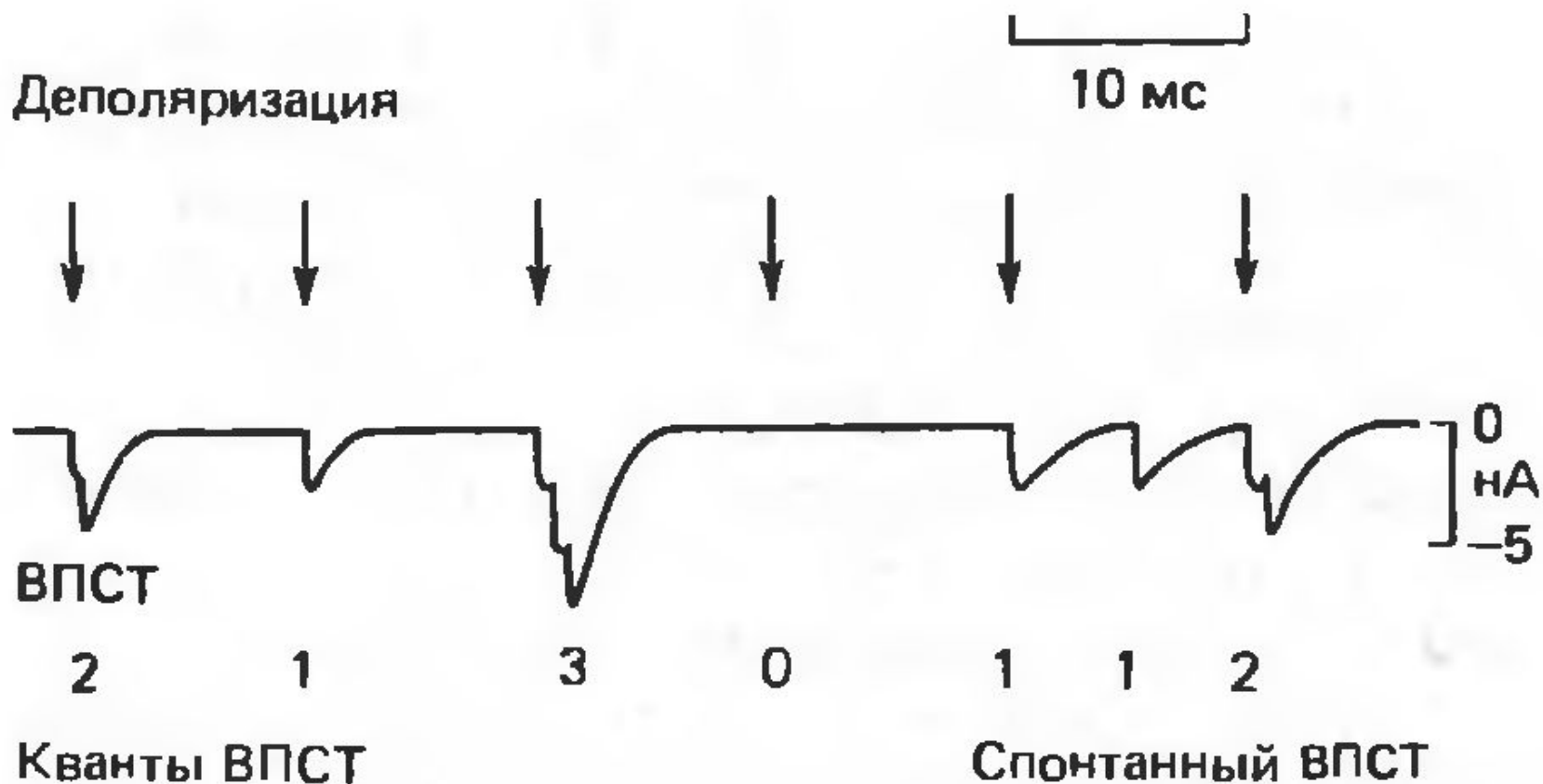
МИНИАТЮРНЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ КОНЦЕВОЙ ПЛАСТИНКИ



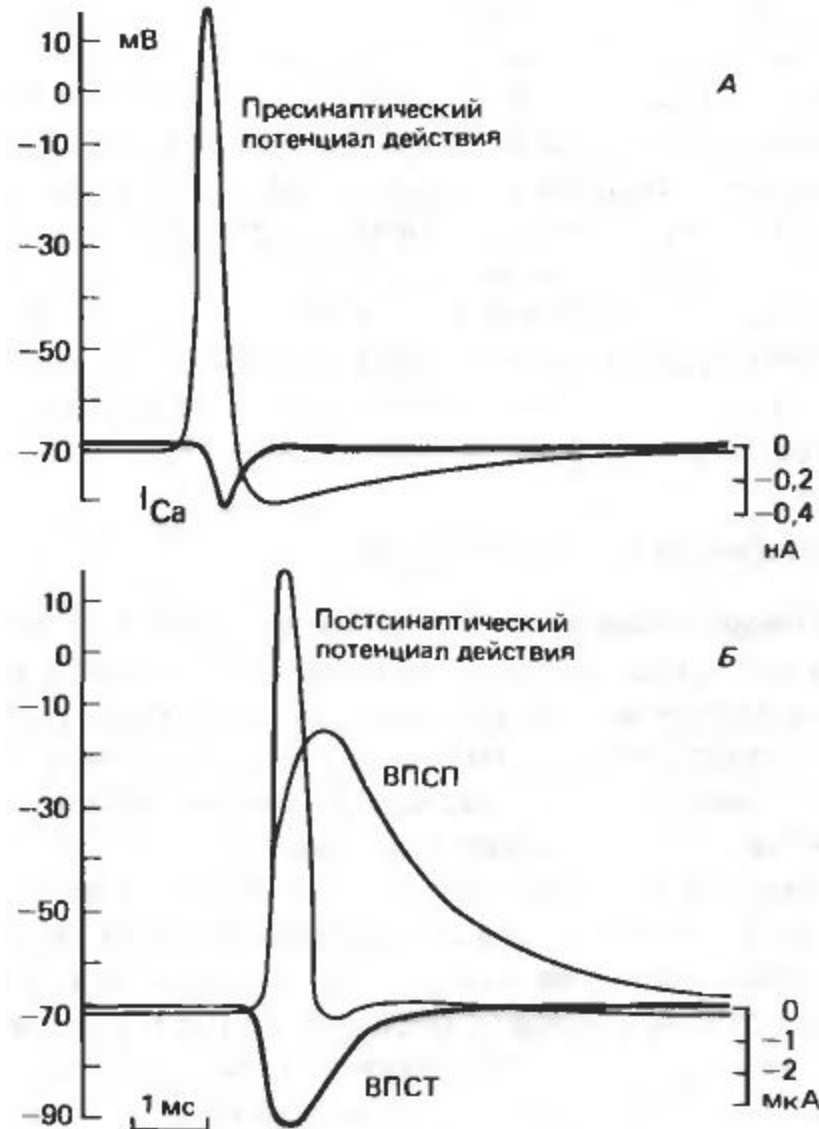
2 мВ
50 мс



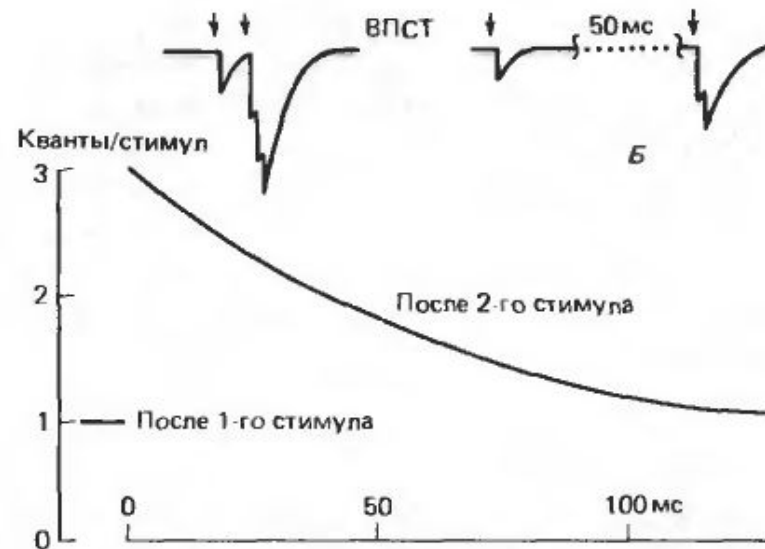
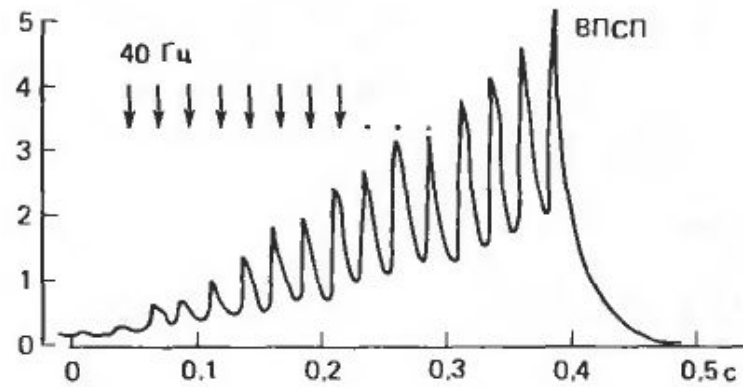
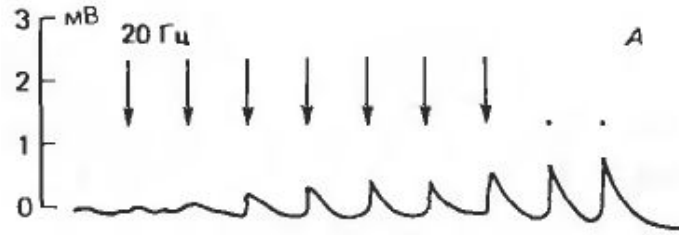
КВАНТОВЫЙ ХАРАКТЕР ВПСТ ПРИ ВЫСВОБОЖДЕНИИ КВАНТОВ МЕДИАТОРА



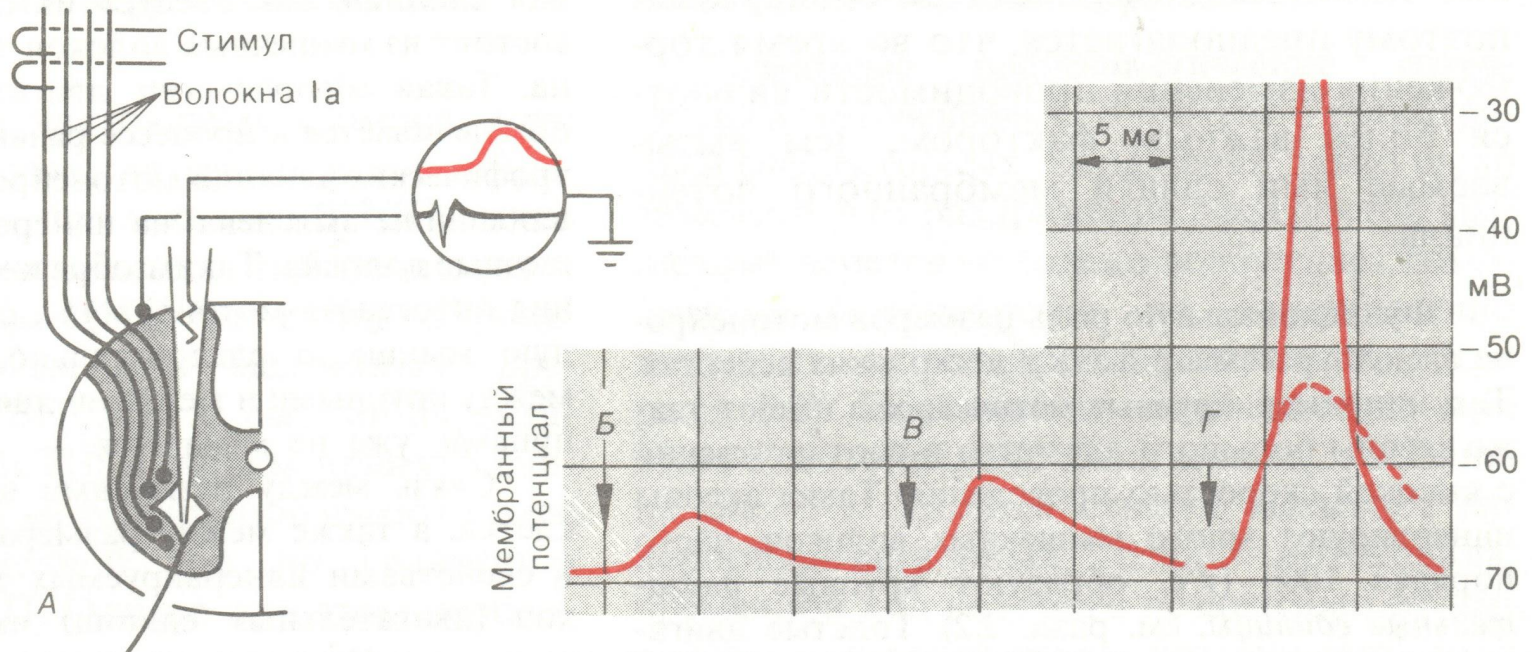
СИНАПТИЧЕСКАЯ ПЕРЕДАЧА В АКСОНЕ КАЛЬМАРА



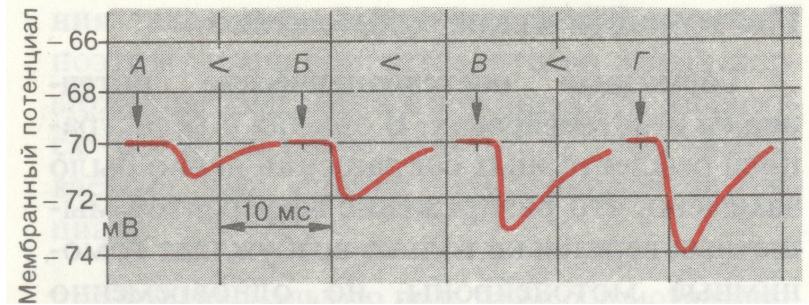
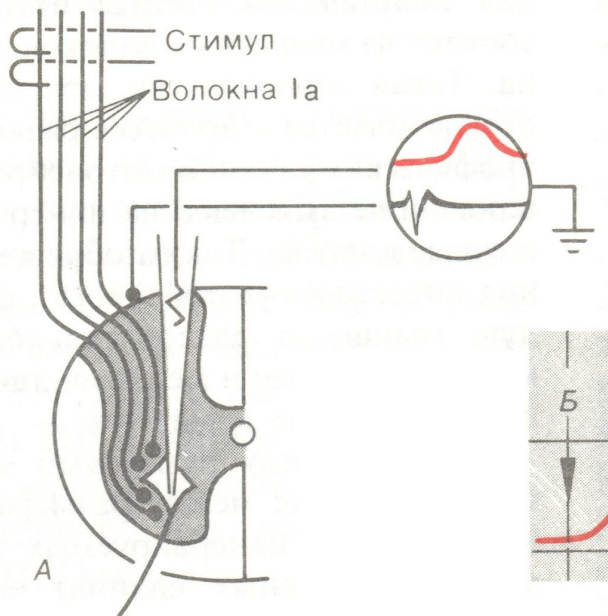
СИНАПТИЧЕСКОЕ ОБЛЕГЧЕНИЕ



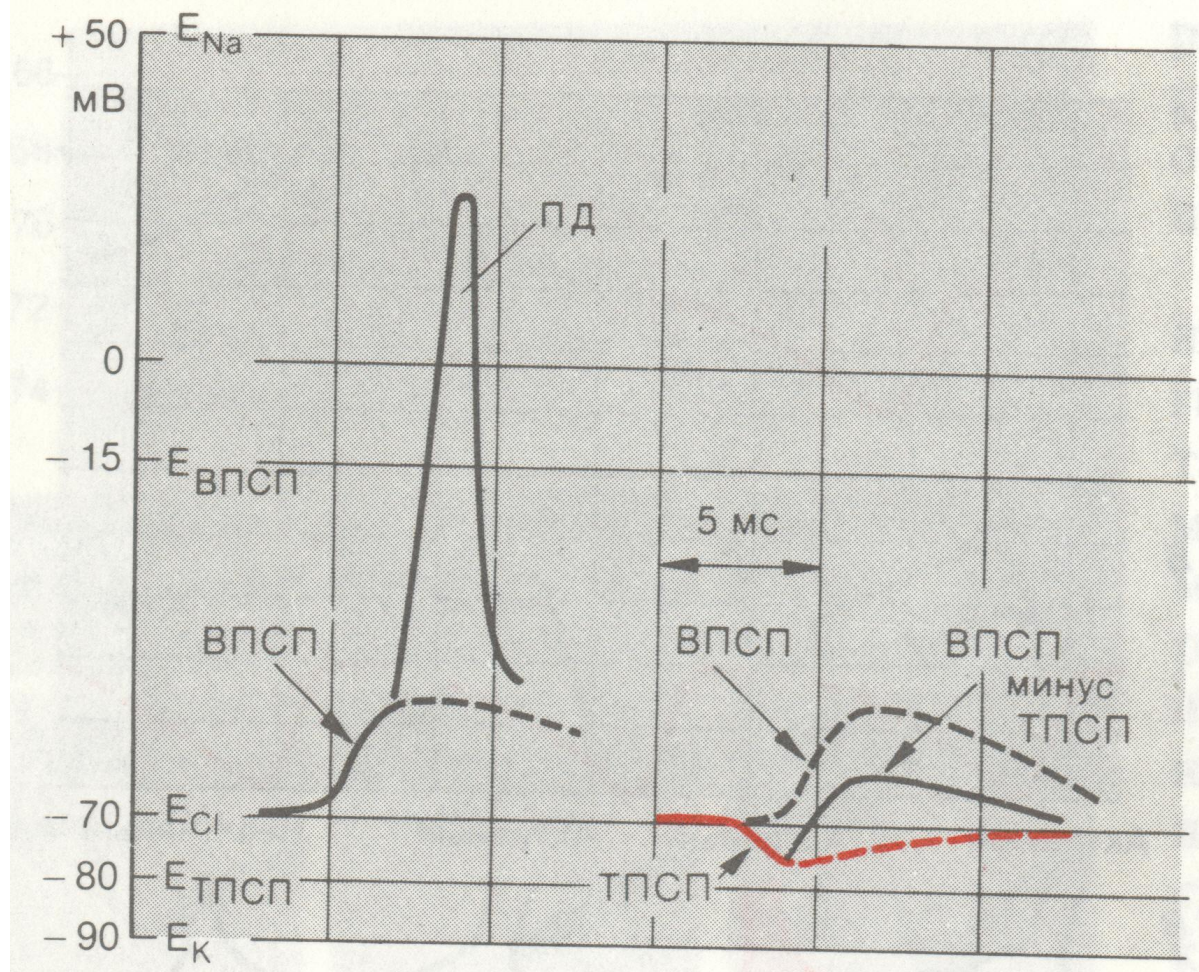
ВОЗБУЖДАЮЩИЙ ПОСТСИНАПТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ (ВПСП)



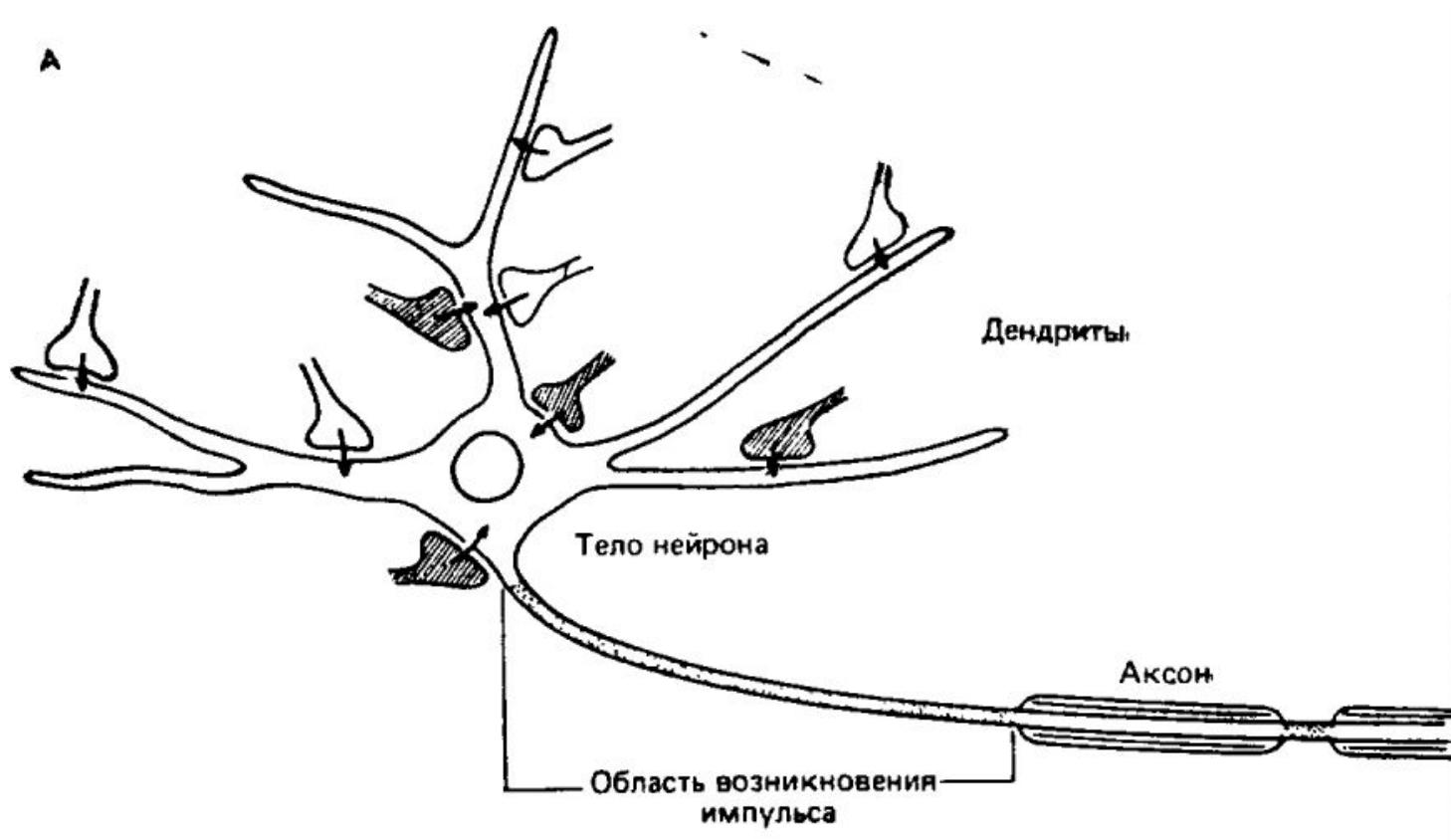
ТОРМОЗНОЙ ПОСТСИНАПТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ (ТПСП)



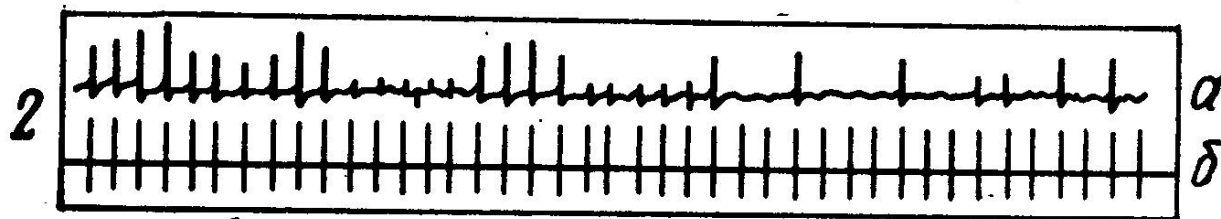
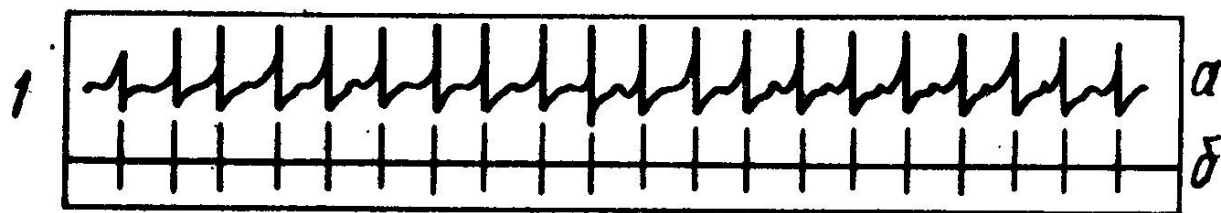
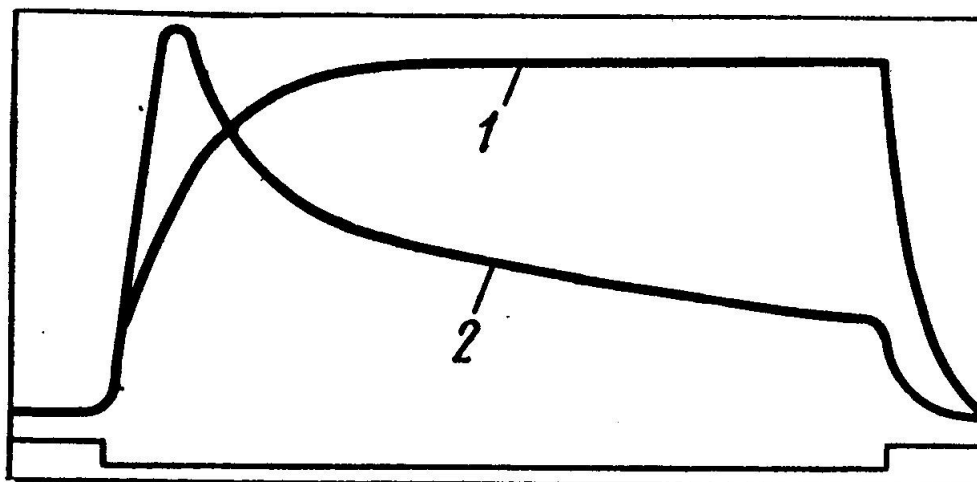
ВЛИЯНИЕ ТПСП НА ПД



ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ВОЗБУЖДАЮЩИМИ И ТОРМОЗНЫМИ СИНАПСАМИ



ОПТИМУМ И ПЕССИМУМ ЧАСТОТЫ НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО ПРЕПАРАТА ЛЯГУШКИ



ФАЗЫ ПАРАБИОЗА ПО ВВЕДЕНСКОМУ

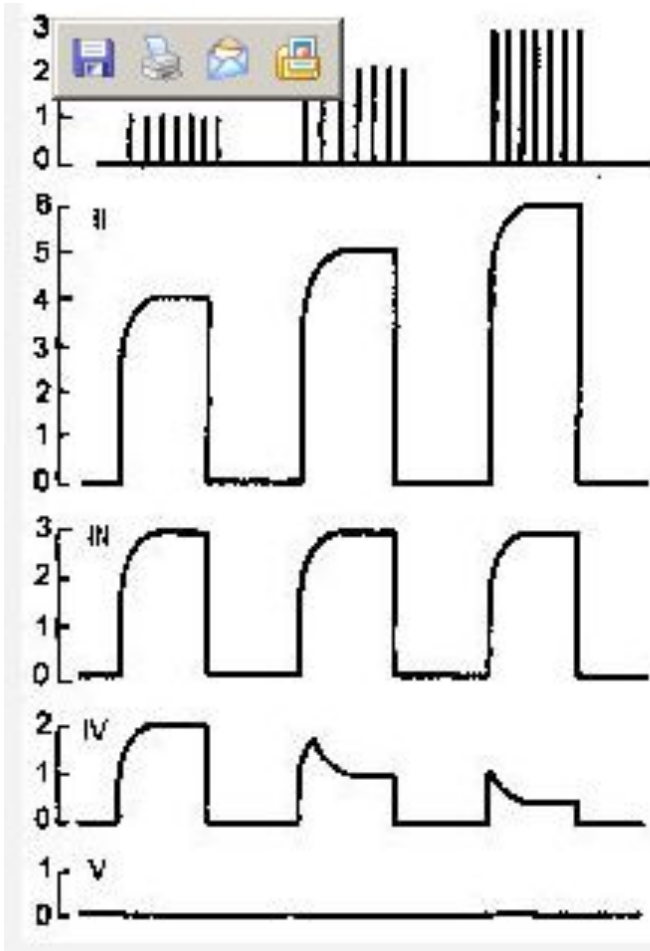


Рис. 3.8. Фазы парабิโอга.

I — серия раздражений разной силы (слабые, средние, сильные); II—V — ответные реакции на них: II — до парабิโอга, III — уравнивательная фаза, IV — парадоксальная фаза, V — тормозная фаза.