

Электрические процессы на клеточной мембране

Определения потенциала в физике

Электростатический потенциал (см. также кулоновский потенциал) — скалярная энергетическая характеристика электростатического поля, характеризующая потенциальную энергию поля, которой обладает единичный заряд, помещённый в данную точку поля.

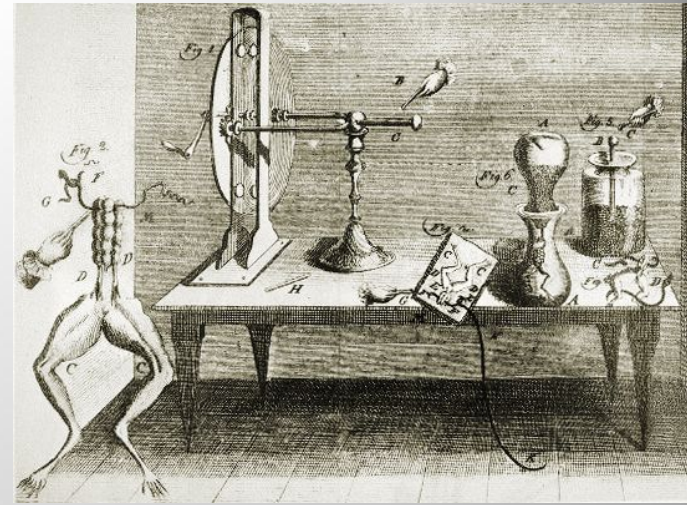
Напряжéние (*разность потенциалов*) между точками А и В электрической цепи или электрического поля — отношение работы электрического поля при переносе пробного электрического заряда из точки А в точку В к величине пробного заряда.

В СИ за **единицу разности потенциалов** принимают вольт (В). Разность потенциалов между двумя точками поля равна одному вольту, если для перемещения между ними заряда в один кулон нужно совершить работу в один джоуль: $1\text{В} = 1\text{ Дж/Кл}$



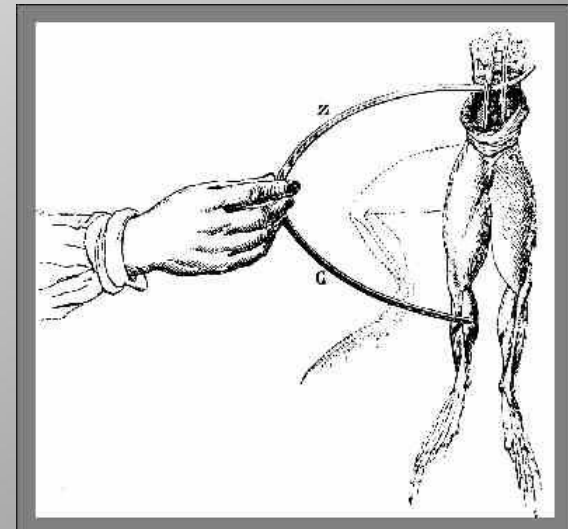
«Животное» электричество

Луиджи Гальвани
Luigi Galvani,
9 сентября 1737 — 4 декабря 1798



врач, анатом, физиолог и физик,
один из основателей электрофизиологии
и учения об электричестве,
основоположник экспериментальной электрофизиологии

- Первым исследовал электрические явления при мышечном сокращении («животное электричество»).
- Обнаружил возникновение разности потенциалов при контакте разных видов металла и электролита.



В 1791 году в «**Трактате о силах электричества при мышечном движении**» было описано сделанное Гальвани знаменитое открытие.

Мембранный потенциал

Мембранный потенциал - разность потенциалов с внешней и внутренней стороны плазматической (клеточной) мембраны

1. Потенциал покоя

Потенциал покоя - мембранный потенциал клетки в условиях функционального покоя

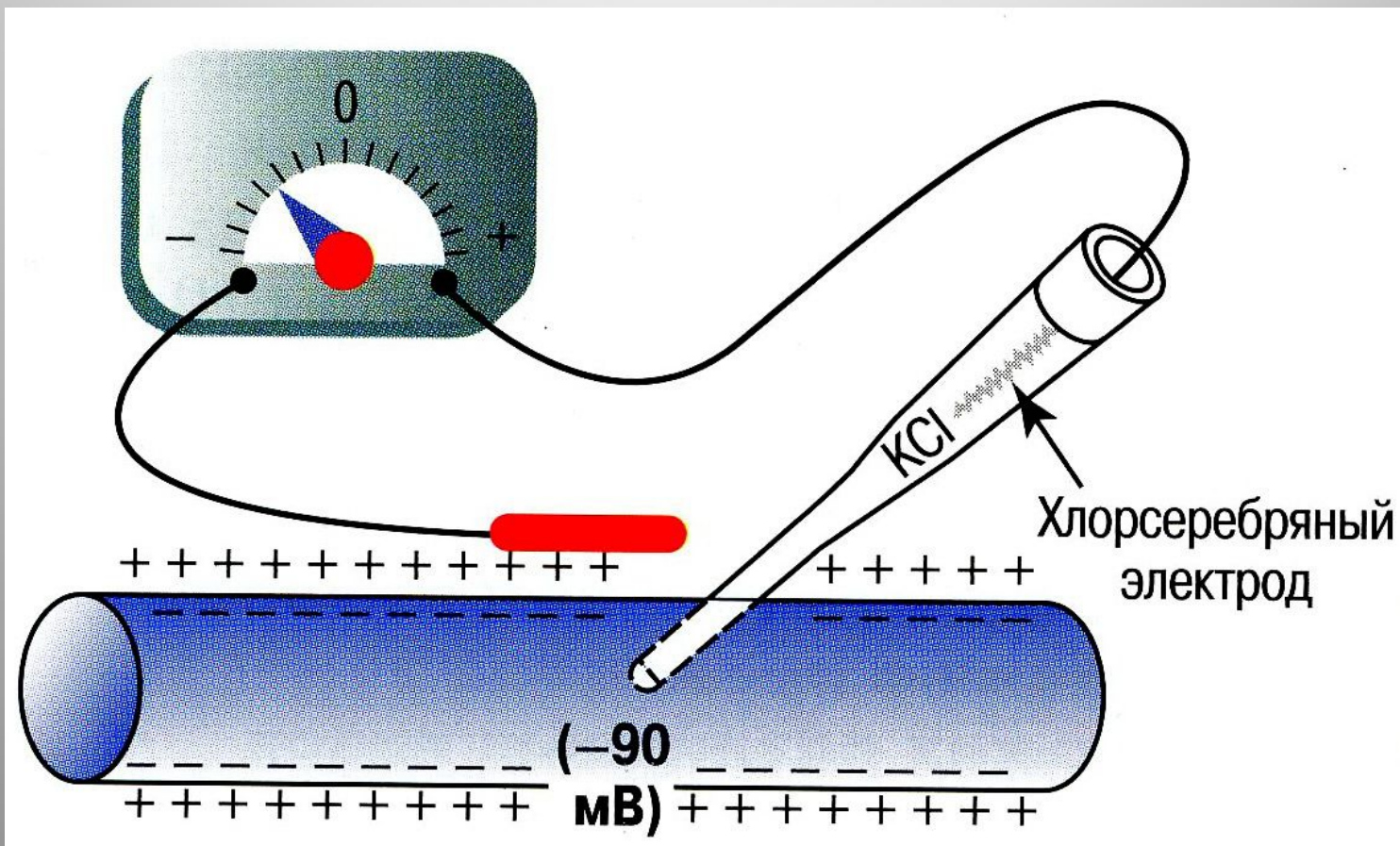
2. Локальный потенциал

Локальный потенциал – местное, градуальное изменение мембранного потенциала, не перемещающееся по плазматической мембране клеток

3. Потенциал действия

Потенциал действия - волна возбуждения, перемещающаяся по мембране живой клетки в процессе передачи нервного сигнала

Измерение мембранного потенциала



Физиологические основы потенциала покоя

Диффузионный потенциал, обусловленный различием ионных концентраций по обеим сторонам мембраны

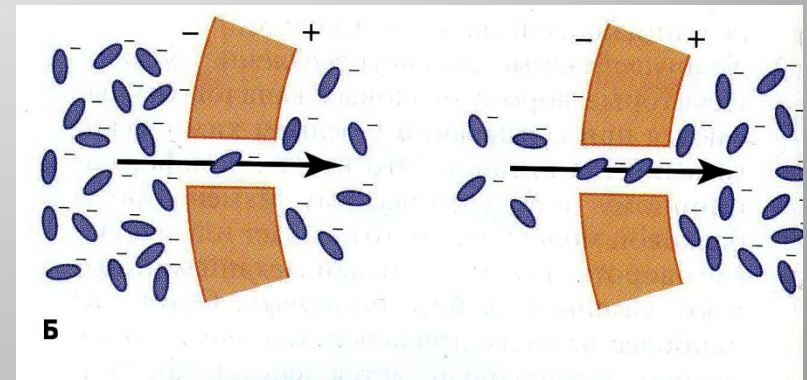
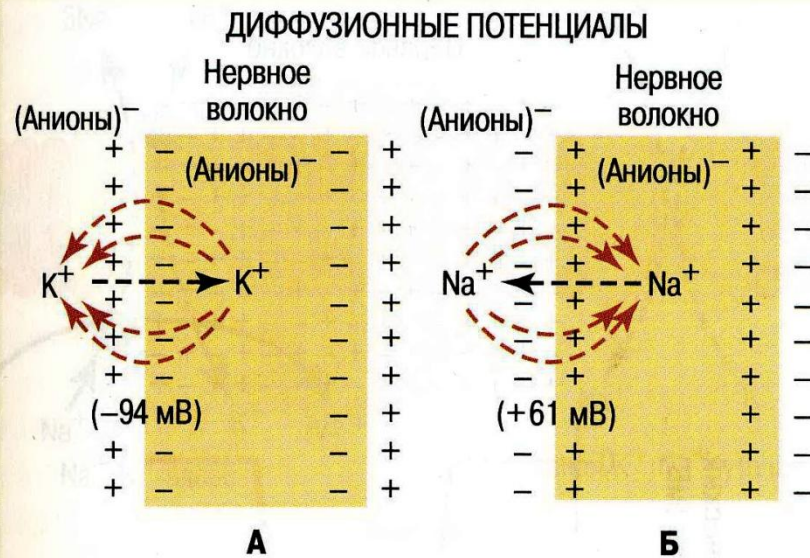


Рис. 5-1

А. Установление диффузионного потенциала по обе стороны мембраны нервного волокна в связи с диффузией ионов калия изнутри клетки наружу через мембрану, избирательно проницаемую только для калия. **Б.** Установление диффузионного потенциала, если мембрана нервного волокна проницаема только для ионов натрия. Обратите внимание, что внутренняя сторона мембраны отрицательна, когда диффундируют ионы калия, и положительна, когда диффундируют ионы натрия, из-за противоположных градиентов концентрации этих двух ионов



Связь диффузионного потенциала с разностью концентраций. Уравнение Нернста.

25.06 1864 — 18.11.1941 немецкий физик и физико-химик, один из основоположников современной физической химии, Нобелевский лауреат

- $V = RT/zF \ln C_{\text{нар.}}/C_{\text{внутр.}}$
- $V = 2,3RT/zF \lg C_{\text{нар.}}/C_{\text{внутр.}}$
- $V = \pm 61,5 \lg C_{\text{нар.}}/C_{\text{внутр.}}$ для 37 С

-
- V – потенциал равновесия (потенциал внутри клетки минус потенциал снаружи)
 - $C_{\text{нар.}}/C_{\text{внутр.}}$ – внешняя и внутренняя концентрация ионов
 - R – универсальная газовая постоянная
 - T – абсолютная температура
 - F – постоянная Фарадея
 - Z – заряд ионов

В годы Первой мировой войны Нернст служил в автомобильном дивизионе, а также работал над созданием химического оружия, которое считал наиболее гуманным и способным прекратить военное противостояние.

Формирование мембранных потенциалов в клетках

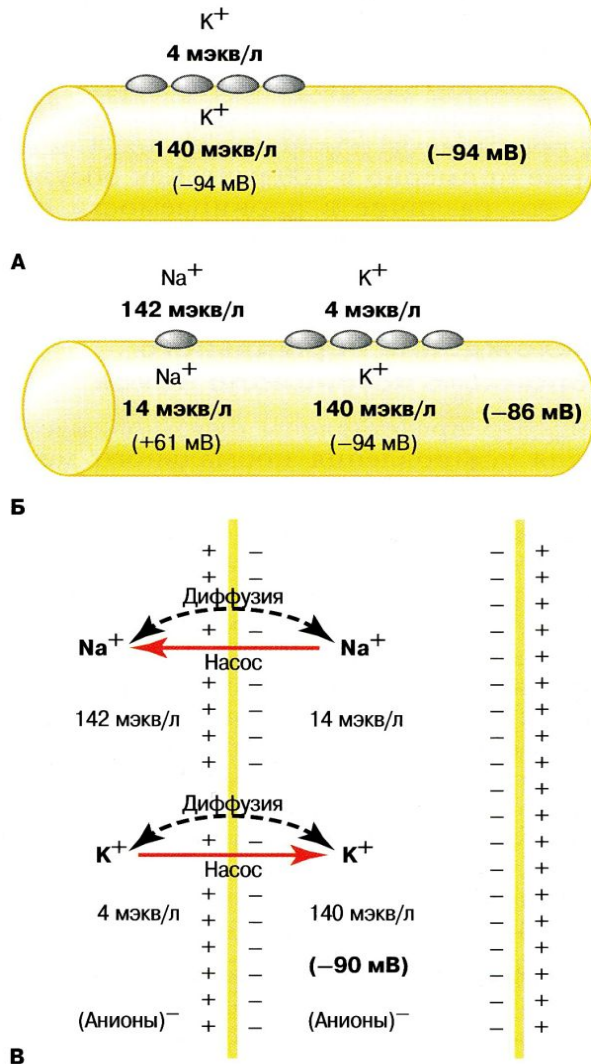
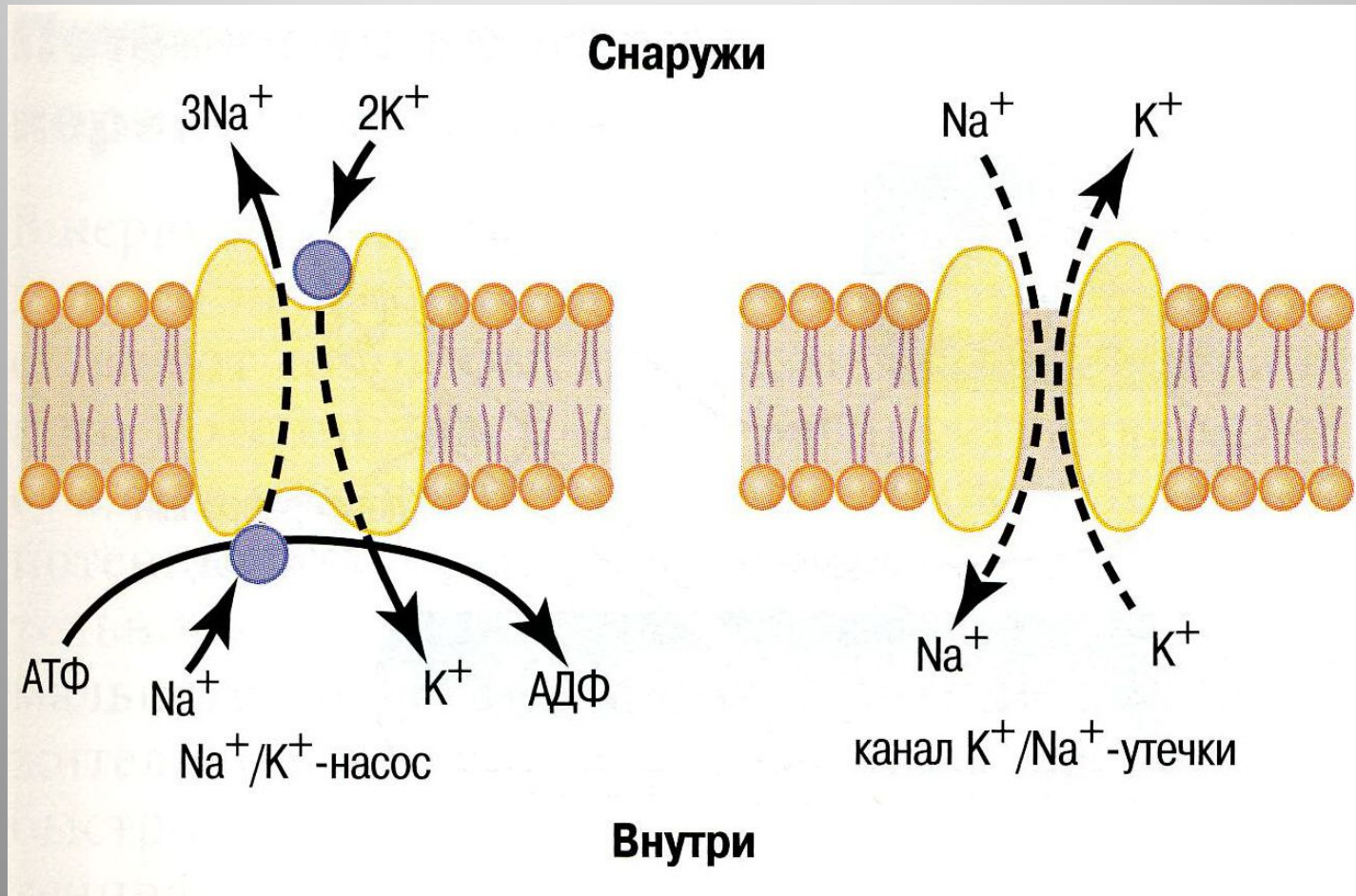


Рис. 5—5

Формирование мембранных потенциалов в нервных волокнах при трех условиях. **А.** Мембранный потенциал связан с диффузией только ионов калия. **Б.** Мембранный потенциал связан с диффузией и ионов натрия, и ионов калия. **В.** Мембранный потенциал связан с диффузией обоих ионов на фоне активного их транспорта Na^+/K^+ -насосом

Условия формирования потенциала покоя в клетке



Потенциал действия

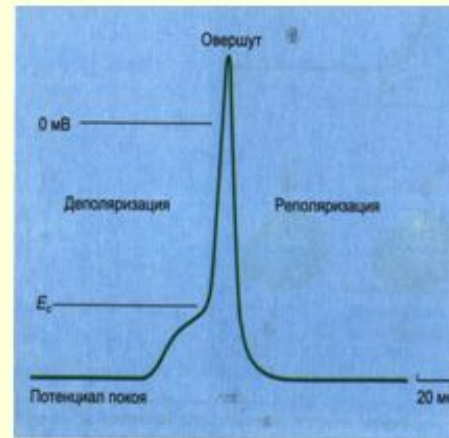
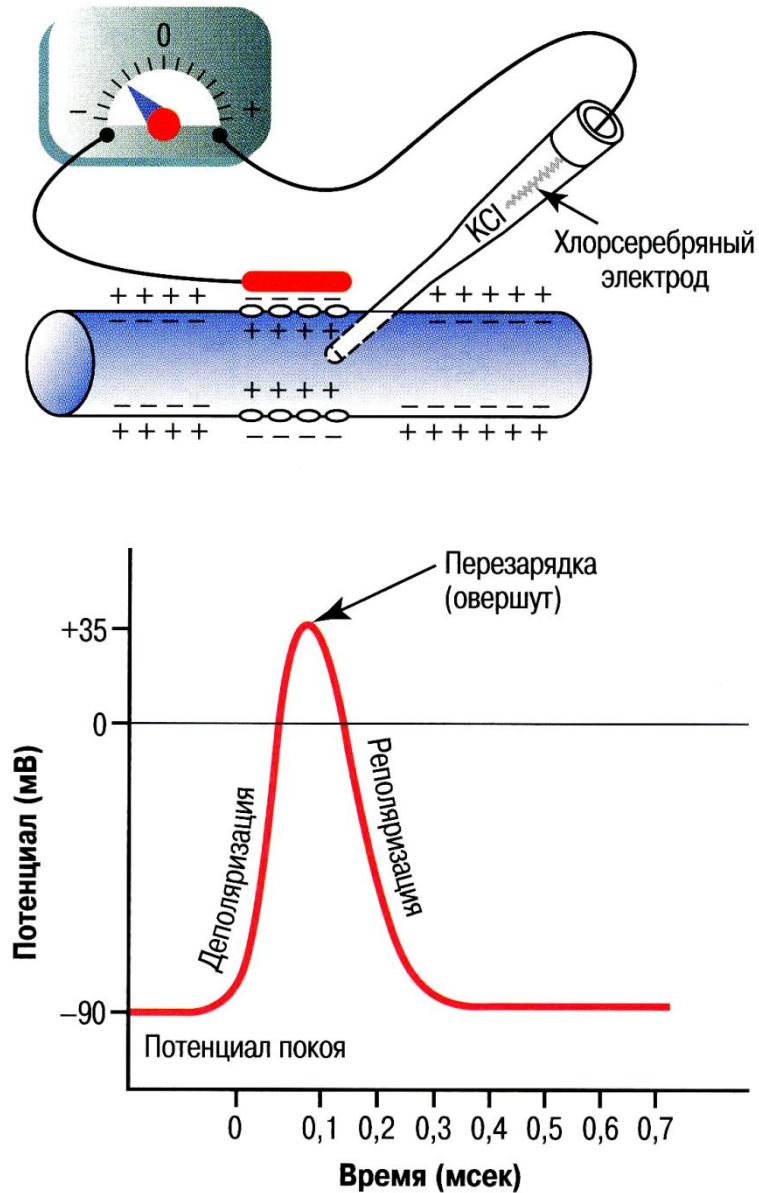


Рис. 13.12. Потенциал действия нервной клетки и его главные фазы (E_c — критический потенциал)



Рис. 13.13. Следовые потенциалы в развитии потенциала действия

Вклад каналов калия и натрия в развитие потенциала действия

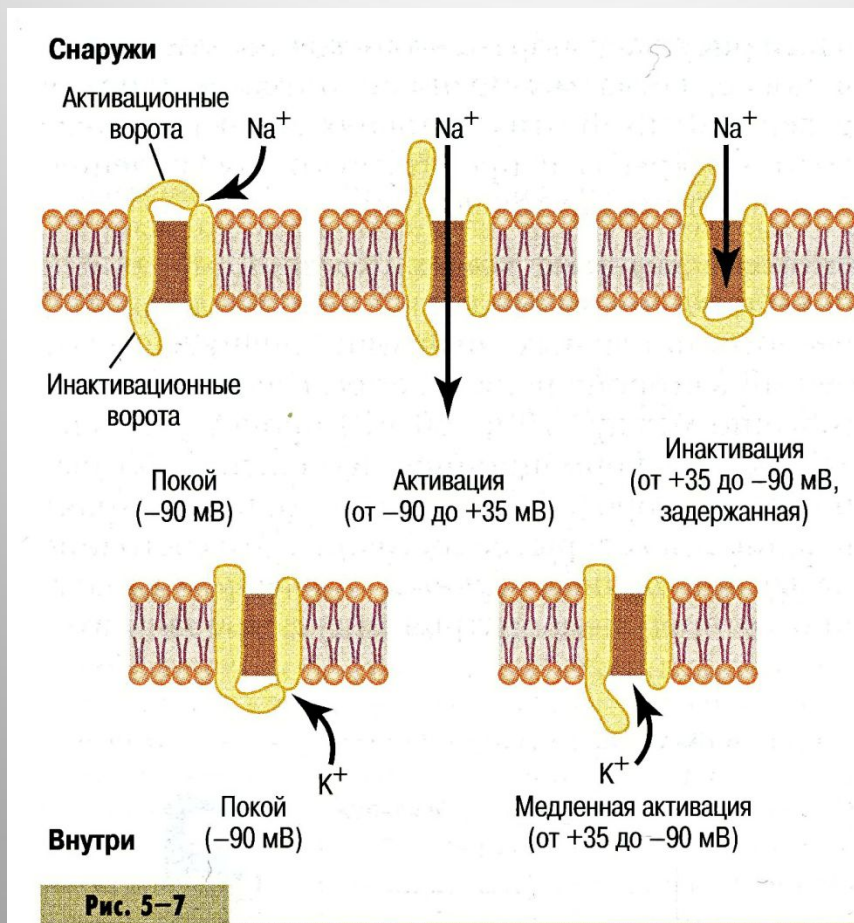
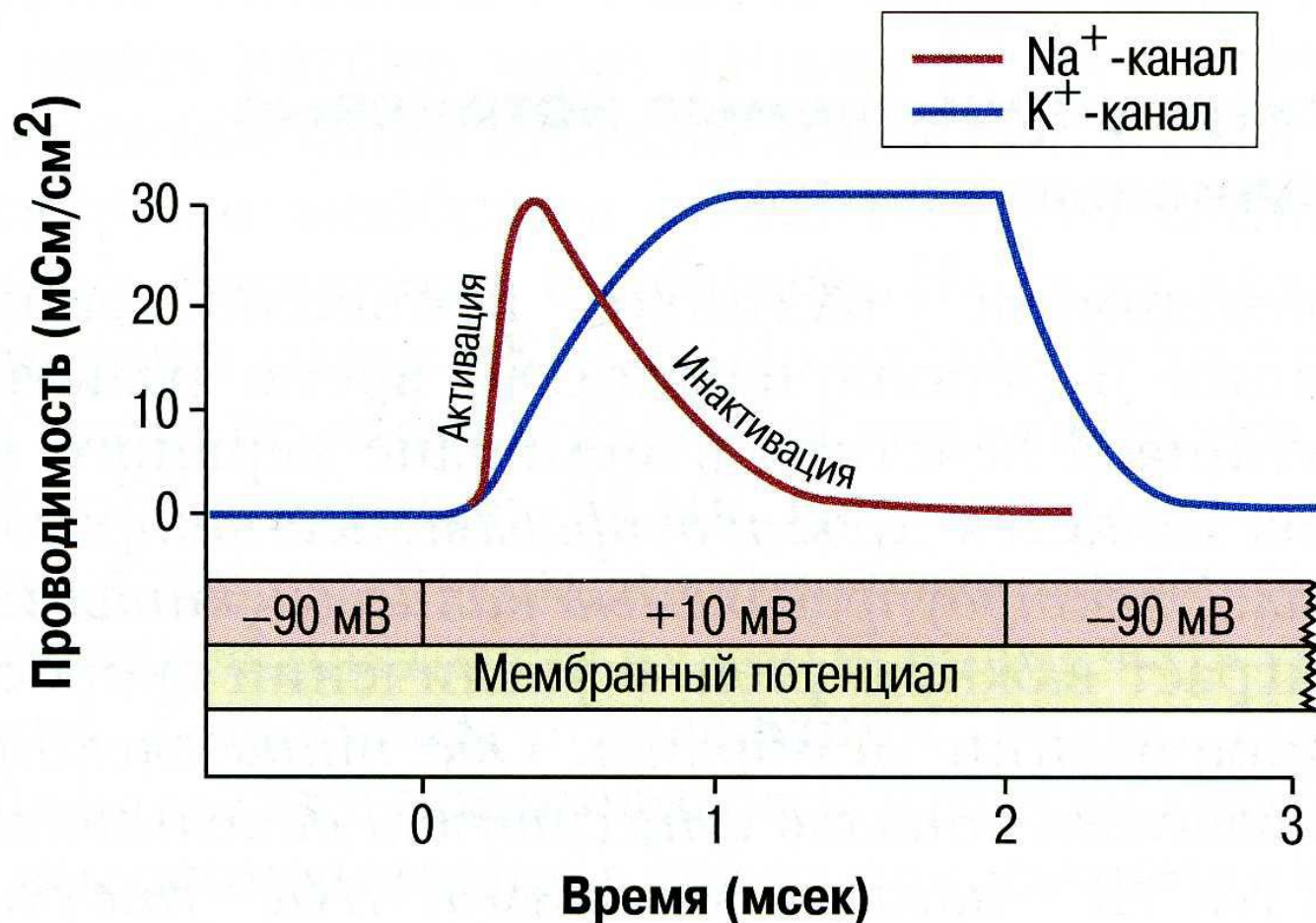


Рис. 5–7

Типичные изменения состояния электроуправляемых натриевых (вверху) и калиевых (внизу) каналов при изменении мембранного потенциала от нормального отрицательного значения до положительных величин. Показана последовательная активация и инактивация натриевых каналов и задержанная активация калиевых каналов

Типичные изменение проводимости натриевых и калиевых ионных каналов



Изменение натриевой и калиевой проводимости в ходе развития потенциала действия

