

Основы Web-технологий

Курсовая работа на тему:
«Модель Ходжкина-Хаксли»

Выполнил: Тарасов. Н. С (204 гр.)
Руководил: Алексеев. А. А

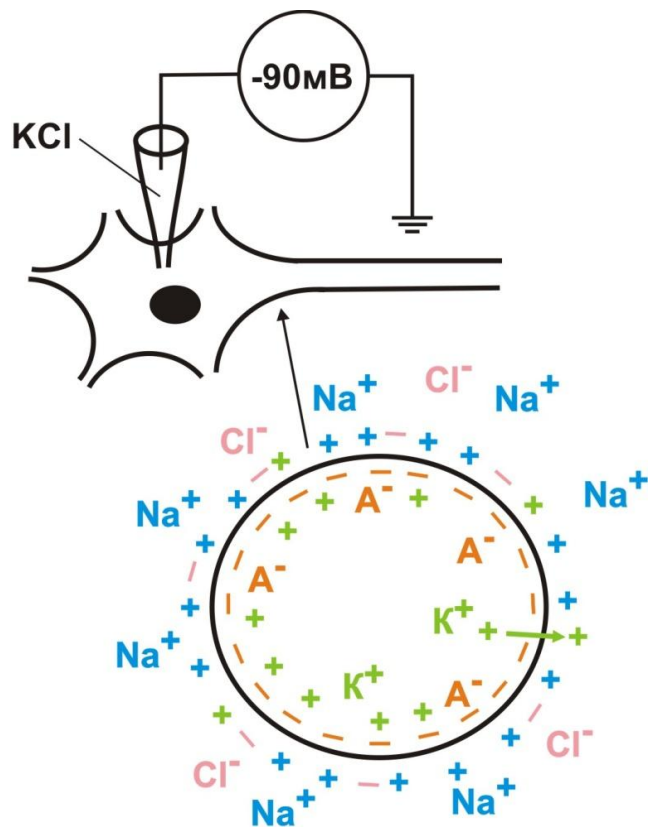
Введение

.Цели работы:

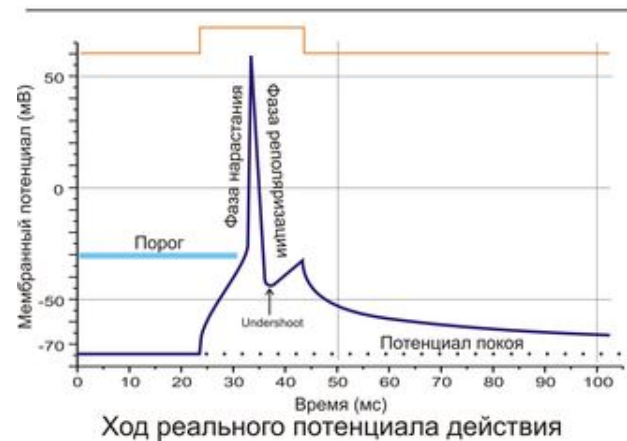
- .Моделирование процессов электрогенеза в нейроне (модель Ходжкина-Хаксли)
- .Визуализация посредством web-интерфейса

Электрогенез в нейроне

Потенциал покоя



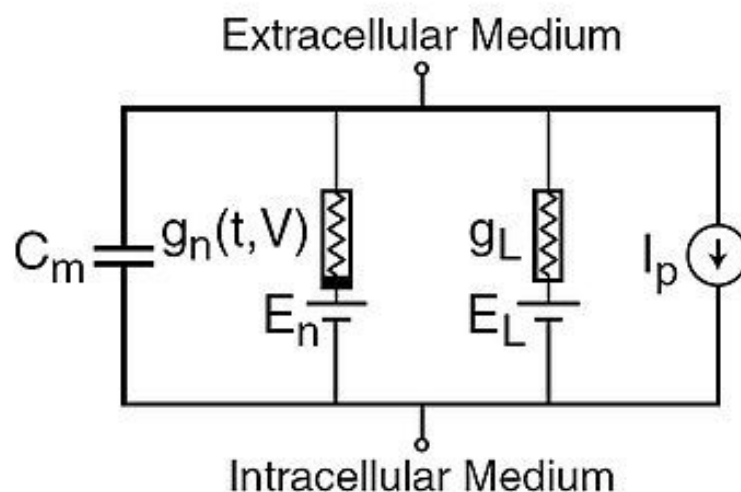
Потенциал действия



Модель Ходжкина-Хаксли

Модель Ходжкина-Хаксли — математическая модель нейрона (система дифференциальных уравнений).

Данная модель рассматривает каждый вид потенциал-зависимого ионного канала n в мембране как источник ЭДС E_n , проводимость каждого такого канала g_n . Каналы мембранных пор отвечают за пассивную проводимость $g_L = \text{const}$ и являются источником ЭДС E_L . Самой мембране соответствует конденсатор с емкостью C_m . Ионные транспортеры, осуществляющие перенос ионов напрямую за счет запасенной в клетке энергии, соответствуют источникам тока I_p . Это изображено на эквивалентной схеме:



Модель Ходжкина-Хаскли

В случае, если имеются два вида потенциал-зависимых ионных каналов: натриевый и калиевый, ток, текущий через мембрану:

$$I = C_m \frac{dV_m}{dt} + g_K(V_m - V_K) + g_{Na}(V_m - V_{Na}) + g_l(V_m - V_l),$$

Реверсный потенциал: $\varphi_m^p = \varphi_{вн} - \varphi_{нар} = -\frac{RT}{ZF} \ln \frac{C_{вн}}{C_{нар}}$.

$$I(t) = C \frac{dV}{dt} + I_i,$$

$$I_m = C_m \frac{d\varphi_m}{dt} + \bar{g}_K n^4 (\varphi_m - \varphi_K^p) + \bar{g}_{Na} m^3 h (\varphi_m - \varphi_{Na}^p) + g_{yr} (\varphi_m - \varphi_{yr}^p).$$

$$\frac{dn}{dt} = \alpha_n (1 - n) - \beta_n n,$$

$$\alpha_n = \frac{0,01(V + 10)}{\exp \frac{V + 10}{10} - 1}, \quad \alpha_m = \frac{0,1(V + 25)}{\exp \frac{V + 25}{10} - 1},$$

$$\frac{dm}{dt} = \alpha_m (1 - m) - \beta_m m,$$

$$\alpha_h = 0,07 \exp(V / 20), \quad \beta_n = 0,125 \exp(V / 80)$$

$$\frac{dh}{dt} = \alpha_h (1 - h) - \beta_h h,$$

$$\beta_m = 4 \exp(V / 18) \quad \beta_h = \frac{1}{\exp \frac{V + 30}{10} + 1}$$

Программа

Вычисления

hh.py

Вычисляет и строит график для нейрона Ходжкина-Хаксли по заданным параметрам.

Технологии: python2.7, gnuplot

Библиотеки: scipy, pylab.

Интерфейс

web.py и index.html

Web.py при исполнении с помощью мини-фреймворка Flask создает «сервер» и импортирует график из hh.py в html-файл, в котором описана вся структура страницы.

Технологии: python2.7, html, ajax

Фреймворк: Flask

Программа

Модель Ходжкина-Хаксли

Параметры

Емкость мембраны C_m , $\mu\text{F}/\text{cm}^2$:

Максимальная проводимость Na-канала G_{Na} , mS/cm^2 :

Максимальная проводимость K-канала G_K , mS/cm^2 :

Проводимость каналов утечки G_L , mS/cm^2 :

Потенциал Нерста для Na V_{Na} , mV:

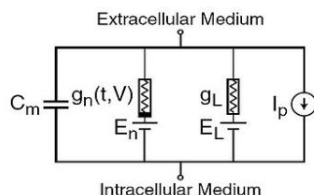
Потенциал Нерста для K V_K , mV:

Потенциал Нерста для утечки V_L , mV:

Модель Ходжкина-Хаксли — математическая модель (система дифференциальных уравнений), описывающая генерацию и распространение потенциалов действия в нейронах.

Модель была разработана Аланом Ллойдом Ходжином и Эндрю Хаксли в 1952 году для описания электрических механизмов, которые обуславливают генерацию и передачу нервного сигнала в гигантском аксоне кальмара. Авторы модели получили Нобелевскую премию в области физиологии и медицины за 1963 год.

Данная модель рассматривает каждый вид потенциал-зависимого ионного канала n в мембране как источник ЭДС E_n , проводимость каждого такого канала g_n является потенциал-время-зависимой величиной. Каналы мембранных пор отвечают за пассивную проводимость g_L (индекс L означает англ. leak — «течь, утечка») и являются источником ЭДС E_L . Самой же мембране соответствует конденсатор с емкостью C_m . Ионные транспортеры, осуществляющие перенос ионов напрямую за счет запасенной в клетке энергии, соответствуют источникам тока I_p . В данной программе они не учитываются. Эквивалентная электрическая схема нейрона:



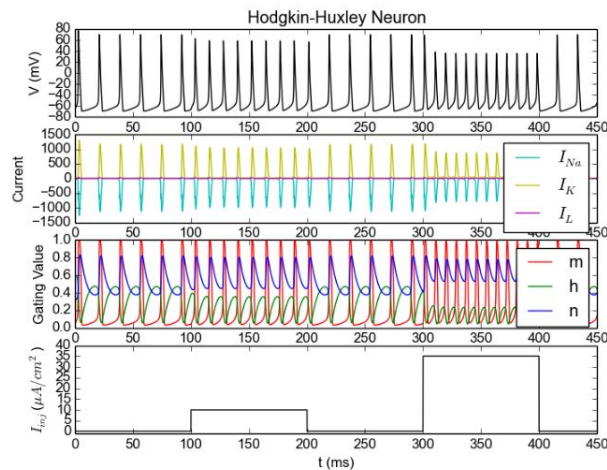
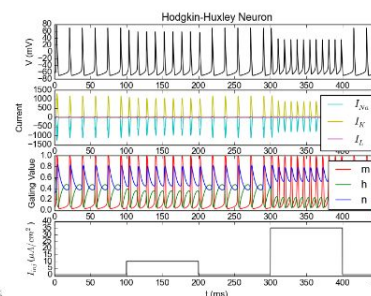
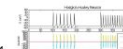
В случае, если имеются два вида потенциал-зависимых ионных каналов: натриевый и калиевый (основные в гигантском аксоне кальмара), ток текущий через мембрану:

$$I = C_m \frac{dV_m}{dt} + g_K(V_m - V_K) + g_{Na}(V_m - V_{Na}) + g_L(V_m - V_L), \text{ где } V_m \text{ — мембранный потенциал}$$

Основная сложность модели заключается в том, что проводимость потенциал-зависимого ионного канала имеет сложную зависимость, в том числе и от мембранного потенциала. Ходжину и Хаксли удалось преодолеть эту и другие с экспериментальных данных построить модель, достаточно точно описывающую процесс электрогенеза в нейроне.

Более подробно смотри здесь: https://en.wikipedia.org/wiki/Hodgkin-Huxley_model

История





Спасибо за внимание

