

Модель нейрона с подпороговыми колебаниями

Работу выполнили:

Платонова М.В., Сарафанов Ф.Г., Геликонова В.Г.

Научный руководитель:

Щапин Д.С.

Нижний Новгород – 2018

Цели работы

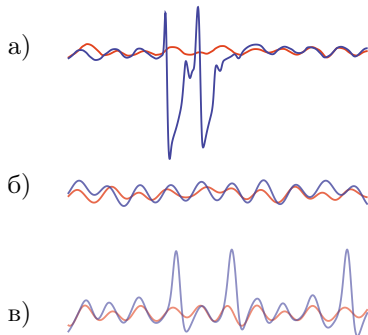
- 1** Ознакомиться с моделью нейрона с подпороговыми колебаниями
- 2** Изучить модельные уравнения и эквивалентную схему
- 3** Создать компьютерную модель нейрона
- 4** Рассмотреть физическую реализацию модели в виде электронной установки
- 5** Получить экспериментальные данные с установки и сравнить с теоретическими

Глоссарий работы

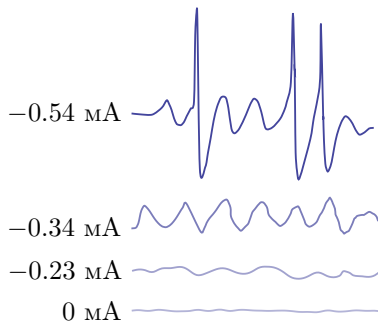
- 1 Нейрон** – клетка, главное рассматриваемое свойство которой – способность к генерации импульса возбуждения
- 2 Подпороговые колебания** – колебания квазигармонического типа, спонтанно возникающие в нейроне
- 3 Спайк** – единичный импульс, генерируемый нейроном как отклик на внешнее воздействие выше порога возбуждения
- 4 Спайк-берст** – режим колебаний, при котором на одном высоком периоде генерируется больше одного спайка

Способность нейрона к подпороговым колебаниям и генерации импульсов отражена в рассматриваемой модели.

Подпороговые колебания в нейронах

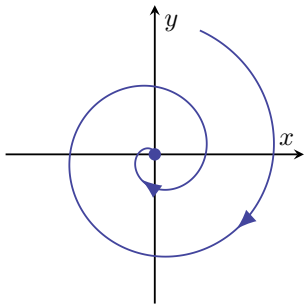


Колебания в нейронах ствола
головного мозга

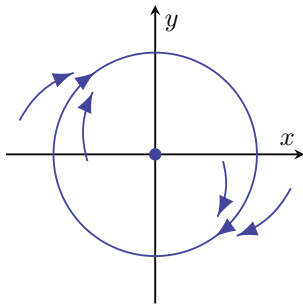


Подпороговые колебания в нейронах
коры головного мозга

Генератор Ван-дер-Поля: фазовый портрет



$\gamma < 0$:
устойчивый фокус



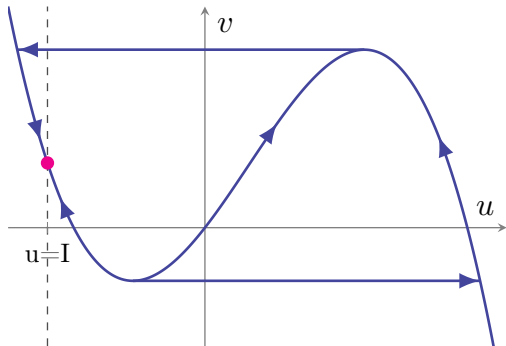
$\gamma > 0$:
предельный цикл

В данной системе реализуются
подпороговые колебания:

$$\begin{cases} \frac{dy}{dt} = \mu(\gamma - x^2)y - \omega^2 x \\ \frac{dx}{dt} = y, \quad \mu \ll 1 \end{cases}$$

Модель ФитцХью-Нагумо: фазовый портрет

Способность к генерации спайков реализуется с помощью модели ФХН. Это простейшая система, обладающая порогом возбуждения:



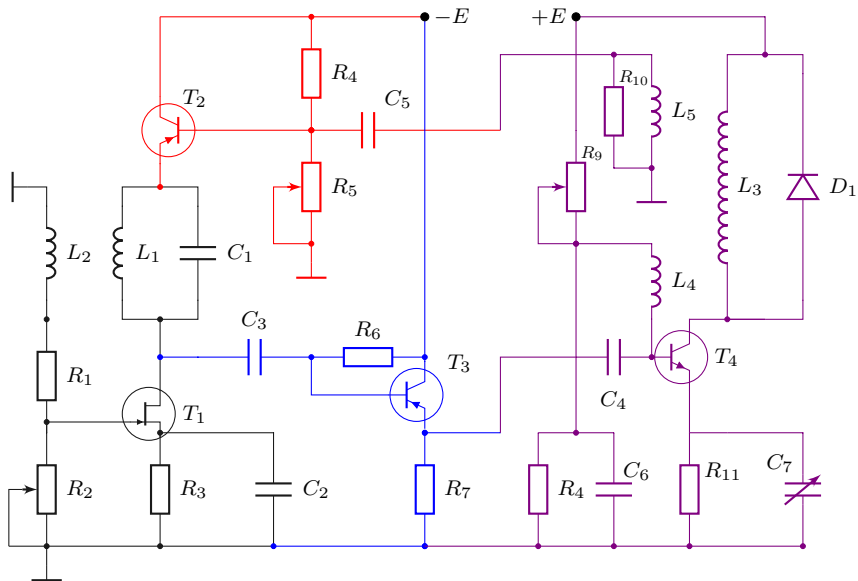
$$\begin{cases} \frac{du}{dt} = f(u) - v \\ \frac{dv}{dt} = \varepsilon(u - I) \end{cases}$$

I – параметр порога
возбуждения

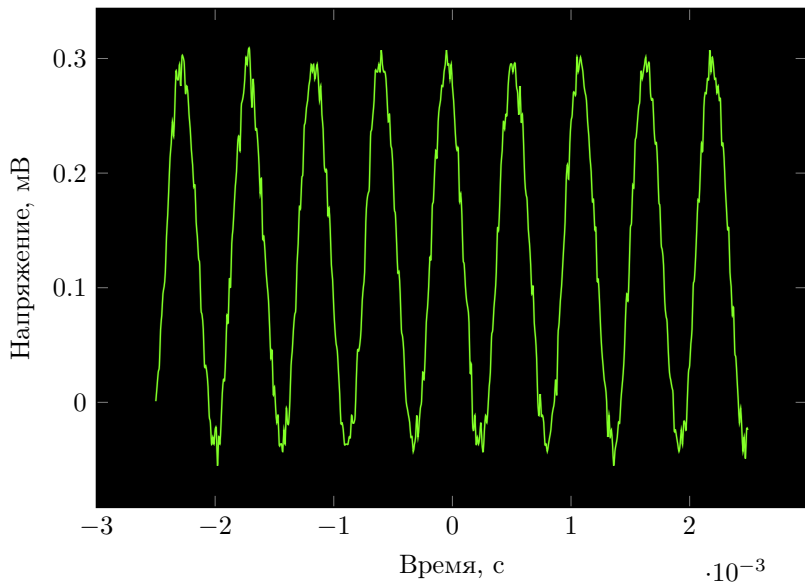
$f(u)$ – кубическая
функция

$$\varepsilon \ll 1$$

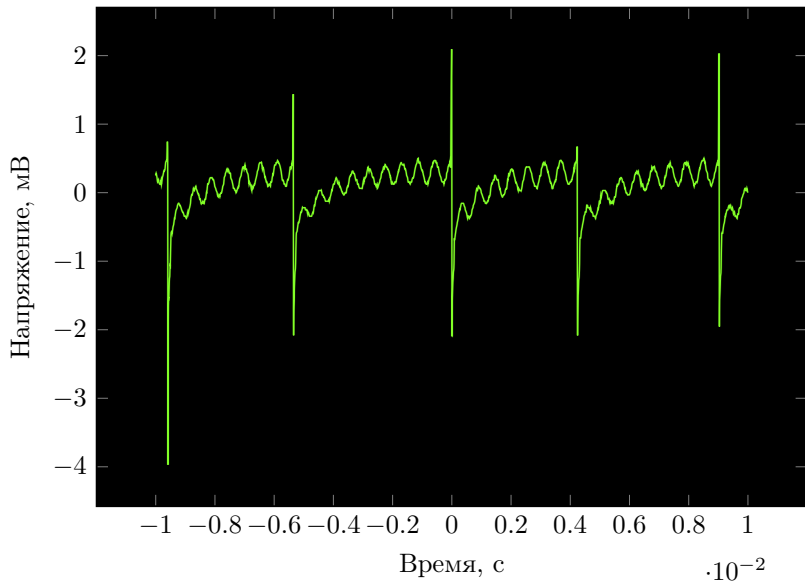
Схема экспериментальной установки



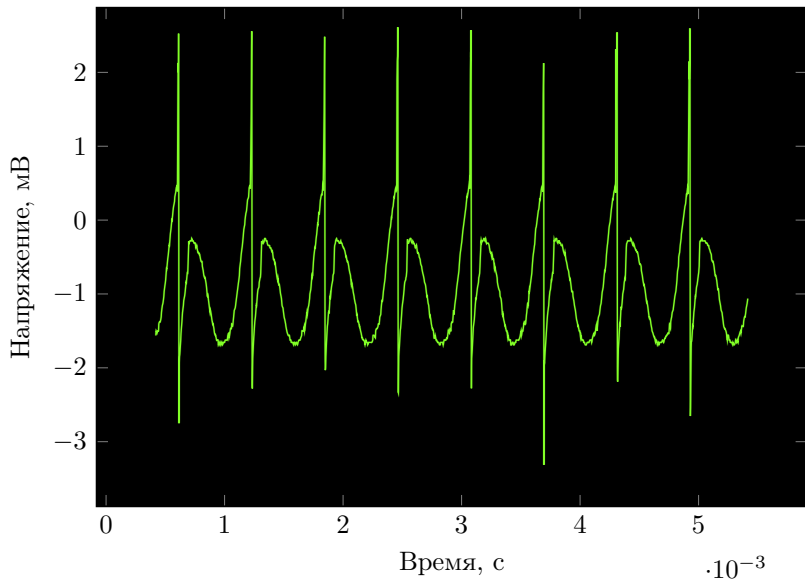
Подпороговые колебания



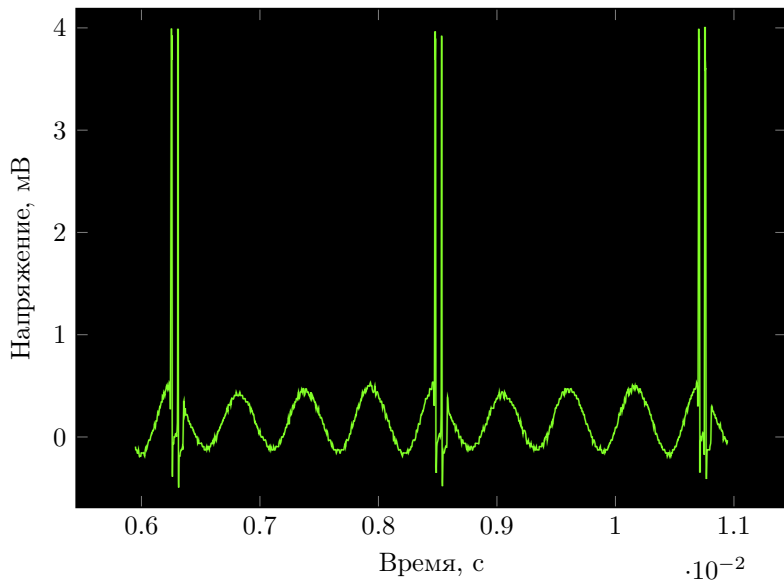
Один спайк на несколько периодов



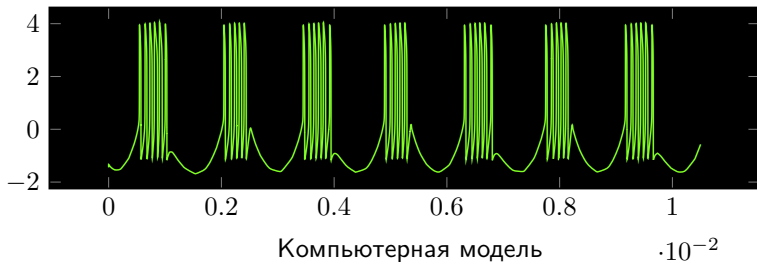
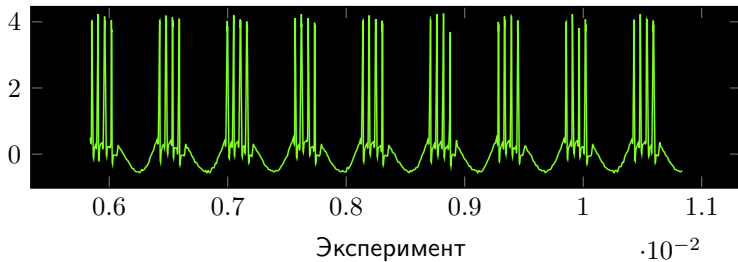
Один спайк на период



Два спайка на периоде



Спайк-берст



Выводы

- 1** Осуществлено знакомство с моделью нейрона с подпороговыми колебаниями
- 2** Качественно исследованы простейшие уравнения, соответствующие квазигармоническим колебаниям и порогу возбуждения
- 3** Получены подпороговые колебания, спайк и спайк-берст режим на экспериментальной установке
- 4** Реализована компьютерная модель системы, на которой был получен спайк-берст режим, показано качественное соответствие режиму, полученному экспериментально

Спасибо за внимание!

Презентация подготовлена в издательской
системе LaTeX с использованием пакетов
PGF/TikZ и Beamer