

О ВОЗМОЖНОСТИ ГЕНЕРАЦИИ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ СИГНАЛОВ В ВОЗБУДИМЫХ БИОМЕМБРАНАХ

Л.Б. Фомин

Специализированная кардиохирургическая клиническая больница
Нижний Новгород, 603950, ул. Ванеева, 209
8(831)4177790, ddeejj@yandex.ru

Наряду с использованием канонических дифференциальных уравнений Ходжкина-Хаксли четвертого порядка (и их модификаций), уравнений Зимана третьего порядка для описания и анализа работы возбудимых биомембран (ВБМ) используются уравнения типа Ван-дер-Поля-Дуффинга (ВДПД) второго порядка (Фитц-Хью, 1961).

Системы типа ВДПД применяются для удобства анализа движения переменных (в частности, токов и напряжений в ВБМ) и дают хорошее сходство по форме, амплитуде, скважности с реально измеренными параметрами импульсов в ВБМ.

Однако, например, в основополагающей работе Фитц-Хью не указаны временные интервалы в поведении переменных при генерации автоколебаний, а частотные характеристики соответствующей модели типа ВДПД не рассматривались.

В связи с этим, представляется важным рассмотрение диапазона частот колебаний в системе ВДПД в автоколебательном режиме для оценки адекватности модели типа ВДПД к реальным движениям переменных в ВБМ.

Для такого анализа систем ВДПД удобно перейти к схеме замещения типа генератора на туннельном диоде (ГТД), поскольку движения токов и напряжений полностью описывается аналогичными уравнениями.

Частота автоколебаний колебаний зависит от соотношения потерь (R - сопротивление потерь мембранного перехода), подкачки (E - мембранная э.д.с.) и величины отрицательного сопротивления на падающем участке вольт-амперной характеристики (ВАХ) туннельного диода, или, иначе, от угла между нагрузочной прямой и касательной к падающему участку ВАХ в точке пересечения.

Рассматривалась аналитически зависимость периода колебаний (в параметрическом пространстве устойчивости), например, от R , где имеется верхний предел периода T_{max} , что соответствует ~ 1 мсек, или ~ 1 кГц.

Таким образом, при работе ГТД (с реальными биофизическими значениями параметров) в пространстве устойчивых автоколебаний частота не может быть ниже ~ 1 кГц и находится в диапазоне $\sim (1 - 10000)$ кГц.

Это значит, что при работе ВБМ может возбуждаться высокочастотное (ВЧ) электромагнитное поле, которое может оказывать определенное влияние на функционирование живых электрически возбудимых и невозбудимых тканей. Степень такого влияния может быть значительной, т.к. амплитуда соответствующих колебаний ~ 1 мВ, т.е. порядка амплитуд кардиограммы сердца.