

ВЗАИМОСВЯЗЬ ФАЗОЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ И ПОРОГОВОЙ МОЩНОСТИ СТИМУЛИРУЮЩИХ СИГНАЛОВ

Студентка гр. 311802 Н.С. Савченко,
ассистент кафедры ЭТТ М.В. Давыдов,
канд. техн. наук, доцент А.Н. Осипов

*Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники*

Введение

В работе рассмотрены аппаратно-программное обеспечение, методика и результаты исследований параметров стимулирующего сигнала (амплитуда и частота) и характеристик биологической ткани (АЧХ, ФЧХ).

Аппаратно-программное обеспечение исследований

Разработанный аппаратно-программный комплекс представлен на рисунке.



Рис. 1. Структурная схема аппаратной части комплекса

Стимулирующий сигнал выбранной формы, заданной частоты и нужного уровня формируется программно (ПО) в среде математического программирования MatLAB [1] или в специализированной программе SpectraPRO. Программно сгенерированный сигнал через цифроаналоговый преобразователь (ЦАП), в качестве которого используется модуль ввода-вывода аналоговых сигналов USB-4711A-AE, подается на усилитель мощности (УМ) и далее после необходимого усиления – на стимулирующие электроды.

Для определения параметров стимулирующего сигнала (ток, напряжение) и характеристик биоткани (АЧХ, ФЧХ) в разработанном комплексе организована цепь обратной связи, которая включает в себя датчик тока, ограничители, аналого-цифровой преобразователь (USB-4711A-AE).

Оцифрованные сигналы тока и напряжения записываются программой SpectraPRO, в которой строятся амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики биоткани.

Методика эксперимента

Исследования проводились в области предплечья (проекция лучевого сгибателя запястья) по следующей методике. Электроды размером 60x30 мм накладываются на двигательные точки мышцы (места проникновения двигательного нерва в оболочку мышцы) на расстоянии 60 мм относительно друг друга и служат для подведения стимулирующего сигнала. Активный электрод располагается ближе к локтю, пассивный электрод – возле запястья.

На пациента подается синусоидальный сигнал качающейся частоты (диапазон 20 Гц – 20 кГц). Амплитуда сигнала увеличивается до тех пор, пока не наблюдается первое видимое сокращение мышцы (пороговое сокращение). При этом фиксируются частота и амплитуда стимулирующего сигнала; в программе SpectraPRO строятся АЧХ и ФЧХ биоткани.

Результаты исследований и анализ данных

Установлено, что начало подъема ФЧХ соответствует частоте, при которой начинается пороговое сокращение мышцы. При этом выявлена связь между частотой минимума ФЧХ биоткани и оптимальной частотой (в соответствии с энергетическим критерием эффективности [2]) стимулирующего сигнала, при которой фиксируется пороговое сокращение мышцы. Так, частота минимума ФЧХ составляет $35\% \pm 10\%$ от оптимальной частоты стимула.

Данный результат может быть использован при организации биотехнической обратной связи в системах электростимуляции с целью подбора частотно-временных параметров стимулирующих импульсов непосредственно в цикле терапевтической процедуры.

Использованные источники

1. Ануфриев, И. MATLAB 7.0. / И. Ануфриев, А. Смирнов, Е. Смирнова. – СПб.: BHV, 2005.
2. Осипов, А.Н. Энергетический критерий выбора сигналов электростимуляции / А.Н. Осипов, В.М. Бондарик, Ю.Г. Дегтярев // Известия Белорусской инженерной академии. – 2002. – № 2 (14)/1. – С. 114–115.