

УДК 612.014.422

Я.З. Гринберг, М.А. Унакафов

ВИБРОАКУСТИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ СКЭНАР-ВОЗДЕЙСТВИЯ

Проведено исследование феномена «звучания» кожи при высокоамплитудном электровоздействии. Представлены формы и спектры единичных электрических и звуковых сигналов, а также их последовательностей. Определено пороговое напряжение проявления эффекта. Высказана гипотеза о применимости обнаруженного эффекта для поиска оптимальных зон воздействия.

СКЭНАР; высокоамплитудное электровоздействие; звучание кожи; вибрации кожи.

J.Z. Grinberg, M.A. Unakafov

VIBROACOUSTIC EFFECTS OF SCENAR-INFLUENCE

Phenomenon of skin "sound" during high-amplitude electric stimulation has been investigated. The article presents the shapes and spectra of the single electric and sound signals, as well as their trains. The threshold voltage when the effect appears has been determined. The hypothesis on using the detected effect for determining optimal stimulation zones has been offered.

SCENAR; high-amplitude stimulation; skin sound; skin vibrations.

В настоящее время растущей популярностью как среди врачей, так и непрофессионалов, пользуются лечебные аппараты СКЭНАР. Среди других физиотерапевтических аппаратов они выделяются довольно высокой амплитудой воздействующих импульсов, достигающей 200 В и более, что практически на порядок превышает обычные для физиотерапии значения [1, 2]. При этом воздействие остается для пациента комфортным и безопасным, так как импульсы достаточно коротки [1].

Эффективность СКЭНАР-терапии подтверждена клинически и в настоящее время ее развитие идет, в основном, по пути научно обоснованного расширения областей применения [3-5], выявления сопутствующих физиологических эффектов.

В то же время недостаточно изучены прямые эффекты высоковольтного воздействия на кожу. В частности, большинству работающих с аппаратом известен феномен «звучания» кожи, особенно явно проявляющийся при лабильном воздействии (перемещении аппарата по коже). Одновременно со звуком при этом ощущаются и вибрации.

Настоящая работа посвящена исследованию указанного феномена. В работе [6] постулируется, что звучание вызывается электростатическими силами, аналогично электростатическому громкоговорителю. При этом роль тонкой металлизированной пленки выполняет роговой слой кожи, колебания которого под воздействием электрического поля с достаточно высокой напряженностью (тысячи кВ/м) и порождают звуковой сигнал.

Имеется также гипотеза (Унакафов М.А.), что звучание вызвано пьезоэффектом, то есть изменением размеров клеток рогового (возможно, и блестящего) слоя.

Целью настоящей работы является исследование виброакустического «отклика» кожи на СКЭНАР-воздействие.

Материалы и методы. Для исследований использовался биполярный электрод (рис.1), состоящий из двух металлических пластин размером 20x35 мм. Электрод подключали к аппарату СКЭНАР. Рядом с одной из пластин устанавливали электретный микрофон, подключаемый либо к звуковой системе компьютера, ли-

бо к усилителю. Воздействие осуществляли на разные участки тела. Уровень воздействия – комфортный. При стабильном воздействии (электрод не перемещается по коже) это соответствует импульсному напряжению 100...200 В, а при лабильном воздействии (электрод равномерно перемещается по коже) – 150...300 В. Под импульсным напряжением мы понимаем максимальное значение амплитуды.



Рис. 1. Биполярный электрод

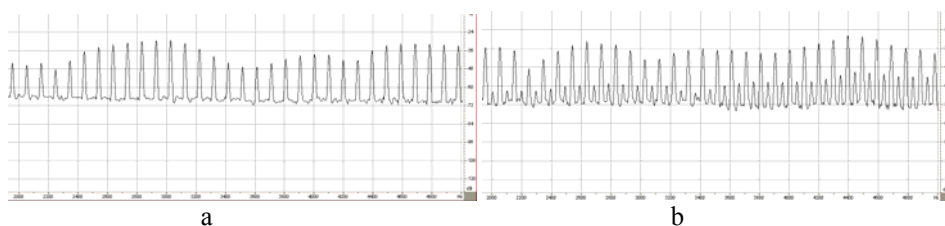


Рис. 2. Спектры исходных сигналов

Спектр звукового сигнала оценивался на компьютере при помощи программы 'CoolEdit', а синхронный съем электрического и звукового сигналов производился цифровым осциллоскопом GW_Instek GDS-810S.

Характеристиками виброакустической реакции кожи являлись: сигнал в наушниках, оцениваемый субъективно, форма и спектр сигнала на выходе усилителя.

Исходно каналы электровоздействия и звуковой гальванически разделены (изолированы). Это обеспечивает достаточную помехозащищенность последнего. При одновременном подключении каналов к осциллоскопу между ними устанавливается гальваническая связь, что может привести к неприемлемому уровню наводок в звуковой канал от высоковольтного сигнала. Для предотвращения этого к «общему» проводу осциллоскопа подключался тот электрод, рядом с которым был установлен микрофон.

Результаты и обсуждение. Было замечено, что тембровая окраска звука различается при воздействии одинаковым сигналом как на разные участки тела одного человека, так и на одинаковые участки тела разных людей. Также при стабильном воздействии, тембр изменяется во времени. В последнем случае субъективно зафиксировать отличия значительно сложнее из-за низкого уровня звука.

На рис. 2,а и 2,б показаны примеры спектрального состава вибраций кожи при лабильном воздействии. Основная частота воздействующих импульсов 90 Гц. Спектр звука весьма широкий, даже на 50-й гармонике он не имеет тенденции к затуханию.

Здесь необходимо отметить, что спектр воздействующих электроимпульсов ещё более широкий. На рис. 3,а и 3,б приведены формы и спектры единичного

импульса и последовательности соответственно. Измерение выполнялось на стандартной нагрузке при частоте следования импульсов 350 Гц.

Результаты одновременного съема в реальных условиях электрического и звукового сигналов цифровым осциллографом, а также спектр звука, полученный с его же помощью, приведены на рис. 4,а и 4,б. К сожалению, форма аудиосигнала недостаточно стационарна, что связано с трудностями равномерного перемещения электрода по коже.

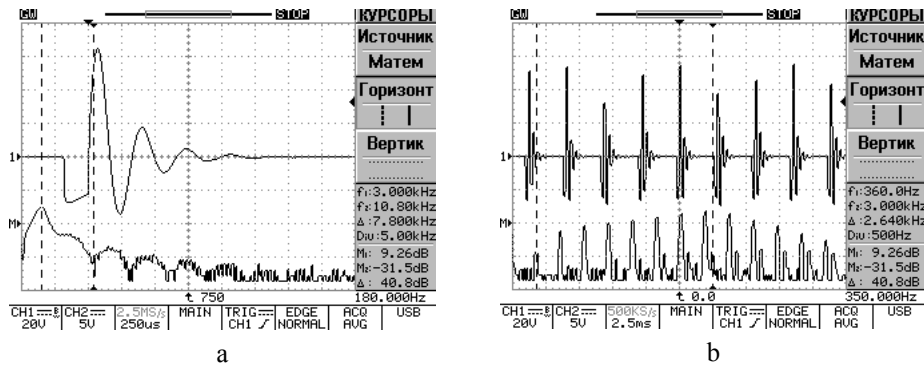
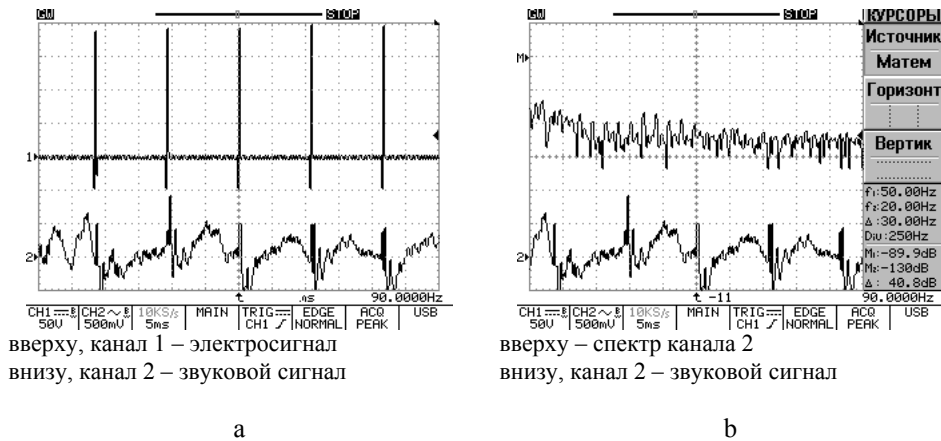


Рис. 3. Формы и спектры сигналов



вверху, канал 1 – электросигнал
внизу, канал 2 – звуковой сигнал

вверху – спектр канала 2
внизу, канал 2 – звуковой сигнал

Рис. 4. Результаты в реальных условиях

Представляет интерес также форма единичного звукового «отклика» на электровоздействие. На рис. 5 приведены результаты реального съема с двух разных людей. Частоты звукового «отклика» для них различаются. Кроме этого, частота электрических колебаний на рис. 5,а ниже, а акустических – выше, чем на рис. 5,б. Следовательно, частоты электрических и звуковых колебаний не имеют жесткой связи между собой, и частота звука определяется характеристиками и/или состоянием кожи. Это, в свою очередь, дает основания предположить, что анализ звукового «отклика» и его динамики позволит построить критерии поиска оптимальных для воздействия зон и «достаточности» воздействия на конкретное место (зону) [7].

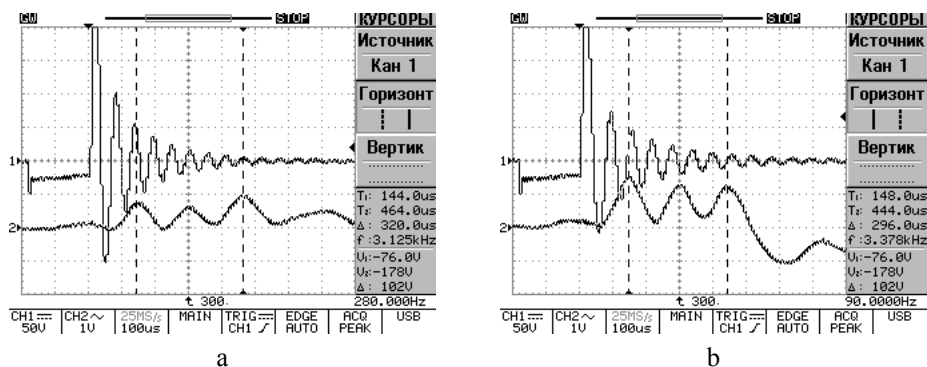


Рис. 5. Результаты съема сигнала

В дополнительных экспериментах было выявлено, что порог появления звука составляет 20-40 В, в зависимости от влажности кожи (при использованном нами коэффициенте усиления). В некоторых случаях при работе на однородных поверхностях (плечо, предплечье, спина) обнаруживались участки, не дающие звукового «отклика». Это подтверждает возможность определения оптимальных зон воздействия по анализу звука.

Выводы.

1. Эффект «звучания» кожи при высокоамплитудном электровоздействии, особенно явно проявляется при движении электрода.
2. Порог появления звука составляет 20-40 В, в зависимости от состояния кожи.
3. Звуковой «отклик» имеет достаточно широкий спектр.
4. Частота единичного «отклика» не имеет жесткой связи с частотой затухающего электрического сигнала, а зависит от характеристик и/или состояния кожи.

Закключение. Проведенные исследования дают основания предполагать, что анализ звукового «отклика» и его динамики позволит построить критерии поиска оптимальных для воздействия зон и «достаточности» воздействия на конкретное место. Для этого необходимо проведение дополнительного объема исследований, в том числе, и вибрационного «ответа». Особый интерес вызывает исследование режима стабильного воздействия, при котором механические артефакты от перемещения электрода минимальны, но, одновременно, минимален и уровень сигнала «ответа».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гринберг Я.З. Ещё раз об особенностях СКЭНАР – воздействия // Известия ТРТУ. – 2006. – № 11(46). – С. 144–147.
2. Боголюбов В.М., Пономаренко Г.Н. Общая физиотерапия. – М.: Медицина, 2003. – 432 с.
3. Лось Е.Г., Тараканов А.В., Хатисова Е.В. Применение СКЭНАР-терапии при лечении гипертензивных кризов на догоспитальном этапе // Рефлексология. – 2008. – №3-4 (19-20). – С. 23–26.
4. Кочурова И.А. Комплексное лечение больных язвенной болезнью двенадцатиперстной кишки с использованием СКЭНАР-терапии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Пермь, 2005.
5. Барбаева С.Н. Нейроадаптивная электростимуляция в комплексной реабилитации больных детским церебральным параличом со спастической диплегией: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Томск, 2007.

6. *Гринберг Я.З.* СКЭНАР: новые результаты, новые гипотезы // Известия ЮФУ. – 2008. – № 5(82). – С. 127–130.
7. *Гринберг Я.З., Унакафов М.А.* Способ электровоздействия на живой организм и устройство для его осуществления. Патент Российской Федерации № RU2325930.

Гринберг Яков Зальманович

Закрытое акционерное общество «ОКБ «РИТМ».

E-mail: Grin@scenar.com.ru.

347900, Ростовская область, г. Таганрог, ул. Петровская, 99, тел.: (8634)623179.

Генеральный директор.

Grinberg Jacov Zalmanovich

Ritm OKB ZAO.

E-mail: Grin@scenar.com.ru.

99, Petrovskaya, Taganrog, 347900, Russia, Phone: (8634)327929.

PhD.

Унакафов Михаил Анатольевич

Закрытое акционерное общество «ОКБ «РИТМ».

E-mail: mau@rista.ru.

347900, Ростовская область, г. Таганрог, ул. Петровская, 99, тел.: (8634)383963.

Зав. отделом.

Unakafov Mikhail Anatolievich

Ritm OKB ZAO.

E-mail: mau@rista.ru.

99, Petrovskaya, Taganrog, 347900, Russia, Phone: (8634)383963.

Chief of department.

УДК 534.222; 534.7

С.Н. Гурбатов, И.Ю. Демин, Н.В. Прончатов-Рубцов

**ЧИСЛЕННОЕ И ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
РАСПРОСТРАНЕНИЯ НИЗКОЧАСТОТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН
В МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДАХ**

Приведены результаты численного и физического моделирования распространения нелинейных акустических волн в мягких биологических тканях. Показана эффективность использования биспектрального анализа для медицинской диагностики медико-биологических сред.

Нелинейная акустика; мягкие биологические ткани; численное моделирование.

S.N. Gurbatov, I.Yu. Demin, N.V. Pronchatov-Rubtsov

**NUMERICAL AND PHYSICAL ANALYSIS OF PROPAGATION OF LOW
FREQUENCY ACOUSTIC WAVES IN SOFT TISSUES**

Use of principles nonlinear acoustic tomography allows finding out connection of nonlinear parameters of soft biological tissues with their structural and functional characteristics. In our experiments agar phantom, pig tissue (pork) and myoma were used. The method of measurement of nonlinear propagation characteristics of low frequency vibration in the tissues by using bispectral analysis has been described.

Nonlinear acoustics; soft tissues; numerical analysis.