

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова РАН

Саратовский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения
науки Института радиотехники и электроники
им. В. А. Котельникова РАН

Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского

«НАНОЭЛЕКТРОНИКА, НАНОФОТОНИКА И НЕЛИНЕЙНАЯ ФИЗИКА»

Тезисы докладов XI Всероссийской конференции молодых ученых

(Саратов, 6 – 8 сентября 2016 г.)

УДК 517.9, 531.1
ББК 22.311я43
Н25

«Нанoeлектроника, нанофотоника и нелинейная физика»: тез.
Н25 докл. XI Всерос. конф. молодых ученых. – Саратов : Изд-во “Техно-
Декор”, 2016. – 276 с. : ил.
ISBN

В сборнике опубликованы материалы XI Всероссийской конференции молодых ученых «Нанoeлектроника, нанофотоника и нелинейная физика». Работы участников связаны с созданием метаматериалов, углеродных наноструктур, нанокомпозитных материалов, фононных, магнонных и плазмонных кристаллов и анализа их свойств, исследованием взаимодействия электромагнитных волн с различными средами, изучением сложных, хаотических процессов в динамических системах, применением методов нелинейной динамики в физиологии, медицинской диагностике, информационных системах, радиофизике и электронике.

Для научных работников, преподавателей, аспирантов, студентов, специализирующихся в области радиофизики, электроники, оптики, физики магнитных явлений, акустоэлектроники.

Редакционная коллегия:

доктор физ.- мат. наук *Е.П. Селезнев* (отв. редактор)
кандидат физ.- мат. наук *А.А. Теплых* (отв. секретарь)
доктор физ.- мат. наук *Д.А. Смирнов*
инженер *И.Г. Мангушева*

*Конференция организована при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований,
Президиума Российской академии наук,
Саратовского отделения Института инженеров электроники и радиотехники
(IEEE /MTT/ED/AP/CPMT Saratov–Penza Chapter)*

УДК 517.9, 531.1
ББК 22.311я43

ISBN 978-5-903357-60-4

© Саратовский филиал ИРЭ
им. В. А. Котельникова РАН, 2016

Почетный председатель конференции

Ю. В. Гуляев, акад. РАН, ИРЭ им. В. А. Котельникова РАН,
Москва, Россия

Председатель конференции

С. А. Никитов, чл.-корр. РАН, ИРЭ им. В. А. Котельникова РАН,
Москва, Россия

Зам. председателя конференции

Ю. А. Филимонов, д-р физ.-мат.наук, Саратовский филиал
ИРЭ им. В. А. Котельникова РАН, Россия

Председатель программного комитета

Н. И. Сеницын, д-р физ.-мат. наук, Саратовский филиал
ИРЭ им. В. А. Котельникова РАН, Россия

Программный комитет

Безручко Б.П. – СФ ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН, Саратов, Россия
Вениг С.Б. – СГУ им. Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия
Дмитриев А.С. – ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН, Москва, Россия
Зайцев Б.Д. – СФ ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН, Саратов, Россия
Кузнецов А.П. – СФ ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН, Саратов, Россия
Кузнецов С.П. – СФ ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН, Саратов, Россия
Мельников Л.А. – СГТУ им. Ю.А. Гагарина, Саратов, Россия
Попов В.В. – СФ ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН, Саратов, Россия
Прохоров М.Д. – СФ ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН, Саратов, Россия
Селезнев Е.П. – СФ ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН, Саратов, Россия
Сергеев В.А. – УФ ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН, Ульяновск, Россия
Смирнов В.М. – ФИРЭ им. В.А.Котельникова РАН, Фрязино, Россия
Стальмахов А.В. – СГУ им. Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия
Трубецков Д.И. – СГУ им. Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия
Усанов Д.А. – СГУ им. Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия
Ушаков Н.М. – СФ ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН, Саратов, Россия
Шараевский Ю.П. – СГУ им. Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия
Яфаров Р.К. – СФ ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН, Саратов, Россия

ДИНАМИКА КОНТУРОВ РЕГУЛЯЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНО СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

Е.И. Боровкова¹, А.А. Зазуля¹, А.Р. Киселев^{1,2}

¹Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

²Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского

E-mail: rubanei@mail.ru

Исследование взаимодействия и индивидуальной динамики систем вегетативной регуляции частоты сердечных сокращений (СРЧСС) и тонуса артериальных сосудов (СКТА) привлекает значительный интерес [1-3]. Однако, вопрос о характере индивидуальной динамики этих контуров остается открытым [4-6]. Наиболее распространенной гипотезой является представление о том, что СКТА является автоколебательной системой, динамика которой может наблюдаться в сигналах СРЧСС, которая лишь демонстрирует пассивный отклик на активность СКТА [4]. Однако, ряд экспериментальных результатов свидетельствует о том, что СРЧСС демонстрирует колебания в случае фармакологической или механической изоляции от СКТА [5, 6].

Целью работы являлось исследование особенностей динамики СРЧСС и СКТА в условиях, когда взаимодействие между этими системами заведомо нарушено, в ходе анализа уникальных записей пациентов с искусственным кровообращением и в условиях искусственной остановки сердца.

Проведена регистрация фотоплетизмограмм (ФПГ) 2 групп испытуемых. В одном случае, для проведения операции на сердце было искусственно остановлено, при этом системы искусственного кровообращения поддерживал кровоток в сосудах с постоянной скоростью. Вторая группа включала пациентов сердце которых было механически отрезано от сосудов, но сокращалось. Каждая группа включала 5 испытуемых. Для первой группы доступен был сигнал ФПГ, для второй сигналы ФПГ и электрокардиограммы (ЭКГ). Для обеих групп был проведен спектральный анализ ФПГ и оценка стандартных показателей Баевского [7]. Для второй группы, кроме этого, был проведен спектральный анализ КИГ и исследование синхронизации 0.1 Гц колебаний СРЧСС и СКТА с помощью метода, предложенного в [8].

По результатам спектрального анализа получены следующие результаты. Для первой группы записей в спектрах сигнала ФПГ отсутствовала 1 Гц составляющая, отвечающая за основной сердечный ритм. Дыхательная активность наблюдалась на частотах 0.30 ± 0.04 Гц. Ритмы регуляции АД наблюдались во всех спектрах, в трех случаях их амплитуда была больше, чем амплитуда дыхательной составляющей. Для второй группы записей в трех спектрах сигналов ФПГ присутствовала высокоамплитудная 1 Гц составляющая. Дыхательная активность наблюдалась на частотах 0.23 ± 0.05 Гц. Ритмы регуляции СКТА и СРЧСС, имеющие частоту около 0.1 Гц, наблюдались во всех спектрах и их амплитуда была сопоставима с амплитудой дыхательной составляющей и спектральной 1 Гц составляющей для всех записей.

Для одной записи второй группы выявлены статистически значимые ин-

тервалы захвата частоты и фазы, значение S составило 40%.

Таким образом, проведенные исследования показывают наличие спектральных составляющих с частотой порядка 0.1 Гц, связанных с активностью СРЧСС и СКТА, даже в случае изолированного сердца, что свидетельствует в пользу гипотезы о высокой степени функциональной независимости исследуемых контуров регуляции и индивидуальном характере их индивидуальной динамики.

Наличие значимой синхронизации между ритмами исследуемых регуляторных систем в случае изолированного сердца свидетельствует о том, что взаимодействие между регуляторными контурами может осуществляться на уровне центров вегетативного управления, а не только через гидромеханическую связь.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 16-32-00326), гранта Президента РФ (проект № МД-4368.2015.7).

Библиографический список

1. Киселев А.Р., Караваев А.С., Гриднев В.И., Посненкова О.М., Шварц В.А., Пономаренко В.И., Прохоров М.Д., Безручко Б.П. // Саратовский научно-медицинский журнал. 2010. Т. 6. N. 1. С. 061-072.
2. Караваев А.С., Киселев А.Р., Гриднев В.И., Боровкова Е.И., Прохоров М.Д., Посненкова О.М., Пономаренко В.И., Безручко Б.П., Шварц В.А. // Физиология человека. 2013. Т. 39. N. 4. С. 105-111.
3. Kiselev A.R., Gridnev V.I., Karavaev A.S., Posnenkova O.M., Prokhorov M.D., Ponomarenko V.I., Bezruchko B.P. // Applied Medical Informatics. 2011. Vol. 28. N. 1. P. 1-8.
4. Malliani A., Julien C., Billman G.E. // American Journal of Physiology. 2006. Vol 101. P. 684.
5. Ottensen J.T. Modelling the Dynamical Baroreflex-Feedback Control // Mathematical and Computer Modelling. 2000. N. 31. P. 167.
6. Kotani K., Struzik Z.R., Takamasu K. // Physical Review E. 2005. Vol 72. P.041904.
7. Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В., Гаврилушкин А.П., Довгалецкий П.Я., Кукушкин Ю.А., Миронова Т.Ф., Прилуцкий Д.А., Семенов А.В., Федоров В.Ф., Флейшман А.Н., Медведев М.М. // Вестник аритмологии. 2001. Т. 24 С. 65-87.
8. Безручко Б.П., Гриднев В.И., Караваев А.С., Киселев А.Р., Пономаренко В.И., Прохоров М.Д., Рубан Е.И. // Изв. ВУЗов «ПНД». 2009. Т. 17. N. 6. С. 44-56.

ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОТРУБОК ДИОКСИДА ТИТАНА, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ДИОКСИДОМ РУТЕНИЯ, ДЛЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО РАСЩЕПЛЕНИЯ ВОДЫ

М.Ю. Васильков^{1,2}, Ф.С. Федоров^{1,2}

¹Саратовский филиал Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН

²Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина.

E-mail: vasilk.mikhail@yandex.ru

Развитие технологии получения водорода на основе процессов электролиза воды связано, главным образом, с заменой дорогостоящих Pt катализаторов материалами на основе оксидов переходных металлов, легированных различными ионами [1,2]. При этом, повышения эффективности таких катализаторов можно добиться изменением морфологии поверхности электродов, делая их более гидрофильными, что способствует уменьшению блокировки поверхности электрода за счет более легкого удаления пузырьков газа [3]. В данной работе исследуются каталитические свойства нанотубулярного диоксида титана с варьируемой геометрией поверхности, модифицированного оксидом рутения (IV), в процессах электролитического расщепления воды.

Получение нанотрубок диоксида титана проводилось в соответствии с методикой, описанной в [4]. С целью увеличения проводимости полученные структуры подвергали катодной поляризации при постоянном напряжении -4 В в течение 40 мин. После этого проводили обработку массива нанотрубок в 0,03 М растворе хлорида рутения RuCl_3 (38% Ru, Alfa Aesar) с последующим отжигом в атмосфере воздуха при температуре 650 °С в течение 30 мин, что способствовало формированию RuO_2 на торцах трубок в виде наночастиц размером до 20 нм (Рис. 1а). Модифицирование образцов (пропитка в растворе RuCl_3 и отжиг) проводилось в количестве 1, 3 и 5 циклов.

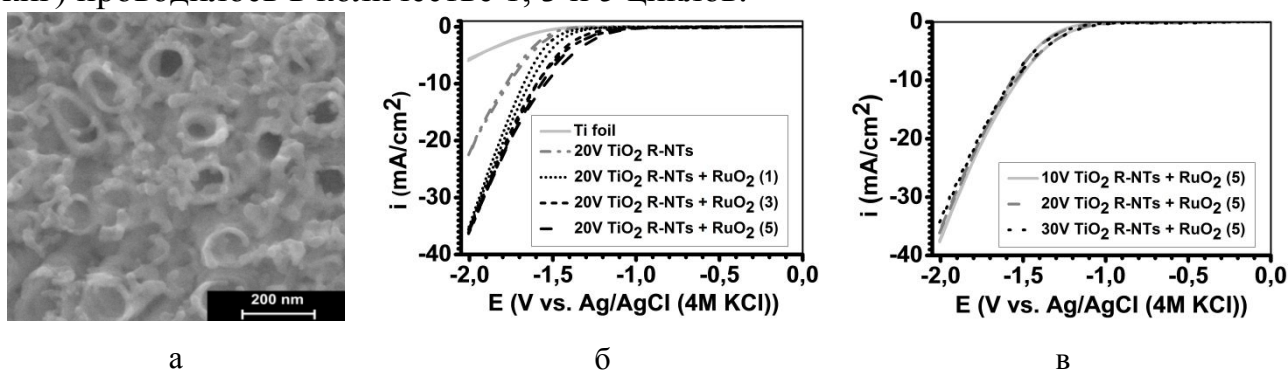


Рис. 1. Изображение СЭМ поверхности массива нанотрубок диоксида титана с осажденными наночастицами диоксида рутения (а). Циклические вольтамперограммы, записанные в 0,1 М Na_2SO_4 при скорости сканирования 20 мВ/с для различных опытных образцов нанотрубок TiO_2 с наночастицами RuO_2 в зависимости от числа циклов модифицирования (б) и в зависимости от внутреннего диаметра нанотрубок при 5-ти циклах модифицирования (в)

Установлено, что введение добавки диоксида рутения в исходную матрицу нанотрубок TiO_2 способствует появлению каталитического эффекта в реакции разложения воды. Увеличение числа циклов модифицирования образцов при-

КОРРЕЛЯЦИИ ИНДЕКСА ФАЗОВОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ И СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ МОЩНОСТИ ОСЦИЛЛЯЦИЙ СИГНАЛА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА

В.В. Сказкина, А.Р. Киселев, Е.И. Боровкова

*Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского
E-mail: SkazkinaVV@yandex.ru*

В функционировании сердечно-сосудистой системы (ССС) важную роль играют вегетативная и гуморальная системы регуляции. Детальное изучение регуляторных процессов позволит создать новые методы диагностики состояния ССС, а также усилить эффективность уже существующих.

Одним из перспективных методов исследования состояния ССС является определение степени синхронизованности регуляторных процессов, связанных с изменением сердечного ритма и тонуса сосудистой стенки артерии [1-2]. Особый интерес вызывает динамика колебаний суммарного процента фазовой синхронизации сигналов (S), а также изменение их спектральных составляющих в течение длительного времени.

Целью данной работы был анализ динамики S и спектральных составляющих сигнала по двухчасовым записям.

В ходе экспериментов была проведена одновременная двухчасовая запись электрокардиограммы (ЭКГ) и фотоплетизмограммы (ФПГ) сосудов для 12 добровольцев в возрасте около 20 лет. Каналы ФПГ регистрировали сигнал с трех участков тела испытуемого: мочки правого уха, дистальной фаланги безымянного пальца правой руки и второго пальца левой ноги. При расчете S производился анализ фазовой синхронизации между 0.1 Гц составляющими сигналов [2].

Проанализировав полученные результаты расчета S, можно сделать вывод о наличии колебаний с периодом около 1000-1500 секунд у значений индекса синхронизации.

Исследование частотных составляющих сигнала было направлено на определение низкочастотных составляющих (LF), высокочастотных (HF) и общей мощности сигнала (TP) [3]. Анализируя полученные результаты, можно отметить близкий к периодичному характер спектральных составляющих.

Таким образом, были впервые обнаружены медленные колебания в динамике суммарного процента фазовой синхронизации сигналов регуляции сердца и сосудов, которая может указывать на влияние гуморальной активности. Изучение механизмов, вызывающих появления таких осцилляций, является предметом дальнейшего исследования.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 16-32-00326), Президента РФ (проект № МД-4368, 2015, 7).

Библиографический список

1. *Киселев А.Р., Караваев А.С., Гриднев В.И., Посненкова О.М., Шварц В.А., Пономаренко В.И., Прохоров М.Д., Безручко Б.П.* // Саратовский научно-медицинский журнал. 2010. Т. 6, № 1. С. 061-072.
2. *Kiselev A.R., Gridnev V.I., Karavaev A.S., Posnenkova O.M., Prokhorov M.D., Ponomarenko V.I., Bezruchko B.P.* // Applied Medical Informatics. 2011. Vol. 28, No. 1. P. 1-8.
3. *Kiselev A.R., Mironov S.A., Karavaev A.S., Kulminskiy D.D., Skazkina V.V., Borovkova E.I., Shvartz V.A., Ponomarenko V.I., Prokhorov M.D.* // Physiological Measurement. 2016. Vol. 37. P. 580-595.