

УДК 57.043

ВЛИЯНИЕ РАЗДРАЖЕНИЯ СЛУХОВОГО АНАЛИЗАТОРА НА ПАРАМЕТРЫ
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ С ПОЗИЦИЙ ТЕОРИИ
ХАОСА-САМООРГАНИЗАЦИИ

Т.В. ГАВРИЛЕНКО, Т.Ю. ПОСКИНА, Д.А. СИДОРЕНКО, А. Ю. ВАСИЛЬЕВА,
В.Н. ЯРМУХАМЕТОВА

*ГБОУ ВПО «Сургутский государственный университет ХМАО – Югры»,
г. Сургут, проспект Ленина, 1, Тел.: +7 922 6545788, e-mail: taras.gavrilenko@gmail.com*

Аннотация: методами классической статистики и теории хаоса-самоорганизации изучалось поведение вектора состояния сердечно-сосудистой системы человека в ответ на различные акустические воздействия. Выявлены общие закономерности в поведении этого вектора при различных акустических воздействиях студентов г. Сургута. Показаны различия в оценке динамики его поведения методами теории хаоса-самоорганизации и классической статистикой.

Ключевые слова: квазиаттрактор, вариабельность сердечного ритма, вектор состояния системы, акустические воздействия на человека.

THE INFLUENCE OF STIMULATION ACOUSTIC ANALYZER ON THE PARAMETERS OF
CARDIOVASCULAR SYSTEM OF HUMAN ACCORDING TO THE THEORY
OF CHAOS-SELFORGANIZATION

T.V. GAVRILENKO, T.Y. POSKINA, D.A. SIDORENKO, A.Y. VASILIEVA, V.N. YARMUHAMETOVA

Surgut State University, Phone: +7 922 6545788, e-mail: taras.gavrilenko@gmail.com

Abstract: methods of the theory of chaos-selforganization and methods of classical statistics, investigated the behavior of the human state vector of cardio-vascular system in response to various acoustic effects. Were identified common patterns in the behavior of the human state vector and the human cardiovascular system with various acoustic effects on students of Surgut. Were shown the differences in assessing the dynamics of the behavior of the human state vector using the theory of chaos-selforganization and classical statistics.

Key words: quasiattractor, heart rate variability, system state vector, acoustic effects on human.

Введение. В современном мире практически не существует человека, который в той или иной степени не был бы озабочен экологическими проблемами и вопросами собственной экологической безопасности [1,2]. Наряду с проблемами загрязнения воздуха, почвы и воды человечество столкнулось с проблемой борьбы с шумом. Появились и получают широкое распространение такие понятия как «акустическая экология», «шумовое загрязнение окружающей среды» и др. Под шумовым загрязнением понимают раздражающие звуки антропогенного происхождения, которые нарушают жизнедеятельность живых организмов и человека [3]. Негативное влияние сильных шумов на организм человека известно, но нет четкого понимания влияния акустических сигналов малой мощности на функциональные системы организма человека.

Цель работы – изучение особенностей хаотической динамики поведения параметров сердечно-сосудистой системы человека и, как следствия, влияния на вариабельность сердечного ритма под воздействием различных акустических сигналов в комфортных пределах интенсивности.

Объект и методы исследований. Для проведения эксперимента была отобрана группа испытуемых (студенты г. Сургута) в количестве 37 человек и возрасте от 20 до 22 лет. Перед экспериментом все испытуемые на момент проведения эксперимента были здоровы (был проведен опрос на наличие тех или иных патологий). Эксперимент проводился в 3 этапа. На первом этапе у испытуемых регистрировались параметры *сердечно-сосудистой системы* (ССС) в спокойном состоянии (при отсутствии активного акустического воздействия). На втором этапе испытуемому было предложено прослушать запись ритмичной музыки и при этом регистрировались параметры СССР. На третьем этапе к прослушиванию предлагалась классическая музыка. Между каждым этапом испытуемым предоставлялось время на восстановление от 15 мин. Также необходимо отметить, что акустическое воздействие осуществлялось на среднем уровне громкости, при котором испытуемые не испытывали дискомфорта связанного с высокой интенсивностью звукового потока. Информация о состоянии параметров *вариабельности сердечного ритма* (ВСР) была получена с использованием пульсоксиметра ЭЛОКС-01 М. В устройстве ЭЛОКС-01 М используется фотооптический датчик, с помощью которого регистрируется пульсовая волна с одного из пальцев испытуемого в положении сидя, в течении 5 мин интервала. Протокол регистрации данных доступен при помощи специализированной программы обработки данных. Затем данные обрабатывались методами *теории хаоса-самоорганизации* (ТХС), построены *квазиаттракторы* (КА), рассчитаны их площади V_G с целью определению уровня ВСР. В качестве основного параметра использовались значения межпульсовых

интервалов сердечных сокращений. Для сравнительного анализа использовались статистические методы обработки данных, в частности были рассчитаны значения энтропии Шеннона.

Результаты и их обсуждение. Нейровегетативная регуляция частоты сердечных сокращений (ЧСС) у испытуемых с позиций теории хаоса-самоорганизации представляет собой хаотическую динамику поведения эффекторных систем.

На рис. 1 представлена реакция ССС человека при воздействии ритмичной музыки в сравнении со спокойным состоянием. При прослушивании ритмичной музыки наблюдается значительное сокращение площади КА, что свидетельствует о сокращении ВСР, но при этом заметна и существенная разница. Подобная реакция у испытуемых предсказуема и объяснить это можно тем, что при прослушивании ритмичной музыки, ритм в заложенный в музыкальную композицию навязывается и функциональным системам организма (ФСО). При проведении эксперимента использовался комфортный уровень звука для испытуемого, не вызывающий дискомфорта и даже в таком варианте мы видим значительное изменение в ФСО.

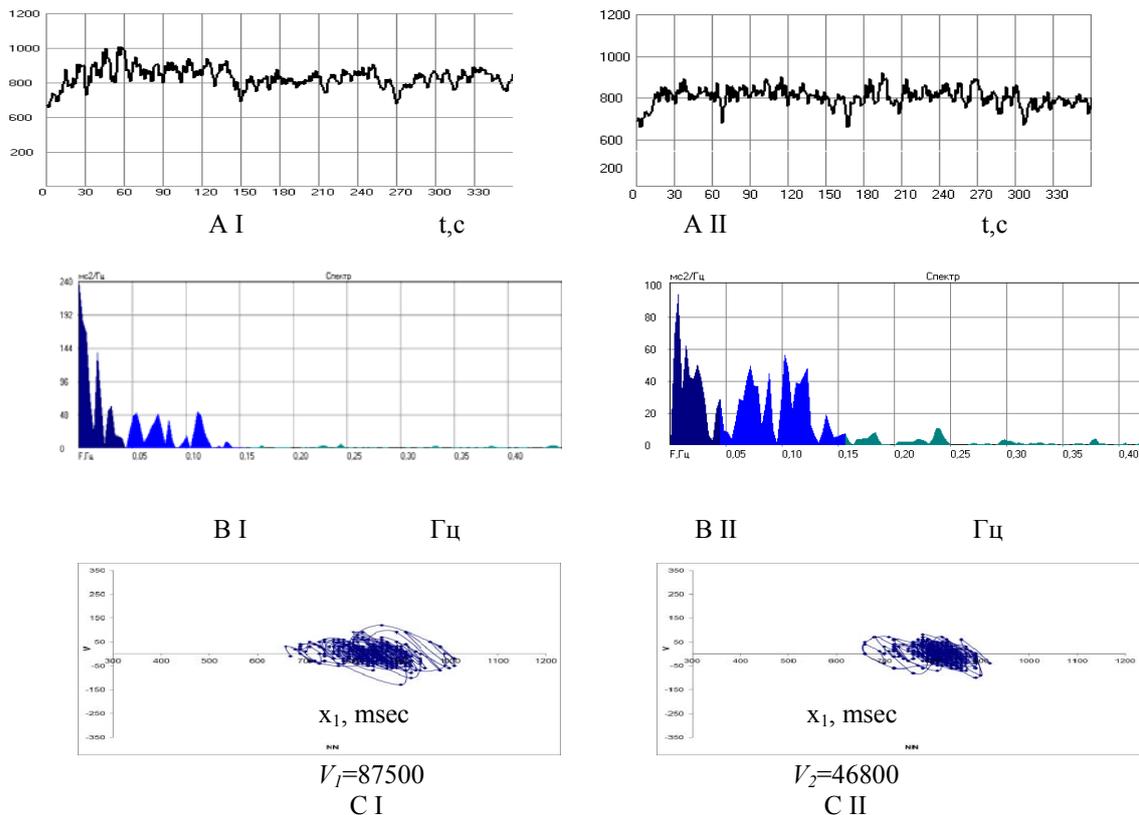


Рис.1. Быстрое Фурье преобразование кардиоинтервалов в виде графика $x_1=x_1(t)$, где x – величина межимпульсных интервалов по данным пульсоинтервалографии – А, амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) сигнала $x_1(t)$ – В, фазовый портрет сигнала на плоскости с координатами x_1 и $x_2=dx_1/dt$ – С, для испытуемого ЮСУ: I в спокойном состоянии (без внешних акустических воздействий); II под воздействием ритмичной музыки. Здесь $V_1=87500$ представляет исходный объем квазиаттрактора ССС, $V_2=46800$ – объем квазиаттрактора ССС в период воздействия ритмичной музыки

Если же уровень воздействия увеличить, то мы получим значительное упорядочивание в работе ФСО и, в частности, *кардио-респираторной системы* (КРС) в соответствии с современными представлениями и любая строгая упорядоченность в работе ФСО свидетельствует о патологических процессах, не удивительно, что на музыкальных концертах люди часто испытывают дискомфорт и ухудшение состояния организма, наиболее часто слушатели концертов обращаются с симптомами повышенного артериального давления, аритмией и т.д.

Для сравнения полученных результатов в рамках ТХС был проведен расчет стохастической оценки хаотической динамики – получены значения энтропии Шеннона (табл. 1) и построенные гистограммы распределения частот попадания регистрируемых кардиоинтервалов NN (в msec) в один из 30 интервалов разбиения рис.2.

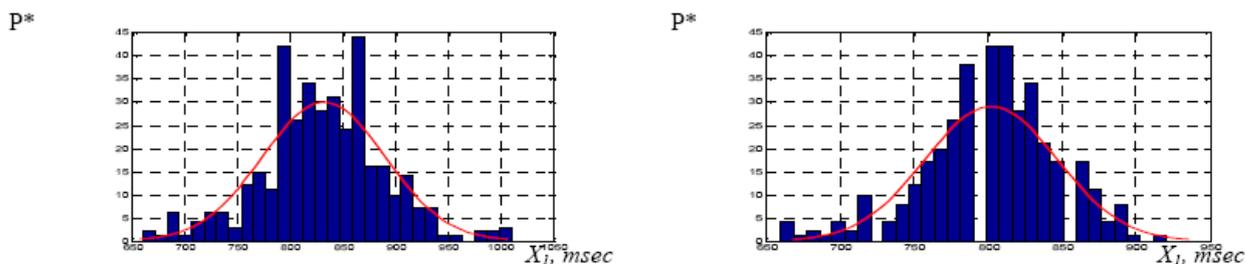


Рис.2. Распределение значений кардиоинтервалов при расчете энтропии Шеннона испытуемой ЮСУ:
 I) в спокойном состоянии; II) Под воздействием ритмичной музыки

Таблица

Значения энтропии Шеннона и площадей квазиаттракторов под воздействием ритмичной и классической музыки

	В спокойном состоянии	Ритмичная музыка
Площадь КА V_G (y.e.)	87500	46800
Энтропия Шеннона Ssh	3.9647	3,6817

Из табл. видно, что при прослушивании ритмичной музыки площадь КА уменьшается, а значение энтропии возрастает по сравнению со значениями, полученными в спокойном состоянии, что свидетельствует о повышении уровня упорядоченности в режиме работы сердечного ритма. Значения энтропии демонстрируют обратную динамику, что идет в противовес с наблюдаемой картиной и физиологией.

Заключение. Любое направленное акустическое воздействие изменяет значения параметров ВСП, об этом свидетельствуют и изменения площади квазиаттракторов, спектрограммы и значения энтропии Шеннона. Показано, что при наличии выраженного ритма в акустическом сигнале происходит навязывание его ССС человека, значительно снижается ВСП. Кроме этого показано разнонаправленность результатов полученных методами классической статистики и ТХС.

Литература

1. Антонец, В.А. Статистическое моделирование произвольных микроколебаний конечности / В.А.Антонец, Э.П. Ковалева // Биофизика.– 1996.– Т.41.– С.704–710.
2. Еськов, В.М., Основы биоинформационного анализа динамики микрохаотического поведения биосистем / В.М. Еськов, И.В.Буров, О.Е.Филатова, А.А. Хадарцев // Вестник новых медицинских технологий.– 2012.– Т.19.– №1.– С.15–18.
3. Философско-биофизическая интерпретация жизни в рамках третьей парадигмы / В.М. Еськов [и др.] // Вестник новых медицинских технологий.– 2012.– Т.19.– №1.– С.38–41.