

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ДИНАМИКУ ПАРАМЕТРОВ
НЕРВНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА

В.М. ЕСЬКОВ, В.В. КОЗЛОВА, Д.А. ДЕГТЯРЕВ, А.Н. БУЛДИН, Н.А. ЧЕРНИКОВ

ГБОУ ВПО «Сургутский государственный университет
Ханты-Мансийского автономного округа – Югры», г. Сургут, проспект Ленина, 1,
Тел.: +7 922 6521554, e-mail: kvv@bf.surgu.ru

Аннотация: с использованием методов теории хаоса и самоорганизации показаны различия в оценке динамики поведения параметров нервно-мышечной системы человека, а именно изучалось поведение вектора состояния человека в ответ на различные акустические воздействия (белый шум, ритмическая музыка, классическая музыка, хард-рок). Были выявлены общие закономерности в динамике поведения параметров нервно-мышечной системы при различных акустических воздействиях на студентов г.Сургута.

Ключевые слова: квазиаттрактор, нервно-мышечная система человека, вектор состояния системы, акустические воздействия.

EFFECTS OF VARIOUS ACOUSTIC INFLUENCES ON THE DYNAMICS OF THE PARAMETERS OF
THE HUMAN NEUROMUSCULAR SYSTEM

V.M. ESKOV, V.V. KOZLOVA, D.A. DEGTYAREV, A.N. BULDIN, N.A. CHERNIKOV

Surgut State University, Phone: +7 922 6521554, e-mail: kvv@bf.surgu.ru

Abstract: using the methods of the theory of chaos–self-organization were shown differences in the evaluation of the dynamics of the behavior of the parameters of the human neuromuscular system. Studied the behavior of the human state vector in response to various acoustic effects (white noise, rhythmic music, classical music, hard-rock). Were identified common patterns in the dynamics of behavior under different parameters of the human neuromuscular system with different acoustic effects on students of Surgut.

Key words: quasiattractor, human neuromuscular system, vector state system, acoustic effects.

Введение. Для всех живых организмов, в том числе и человека, звук является одним из воздействий окружающей среды. Согласно современным представлениям, музыка разных направлений, благодаря ритму и звуку, способна оказывать неоднозначное влияние на все живые организмы, в том числе и на человека [4]. Так, классическая музыка оказывает благотворное влияние на человека (успокаивает, снимает мышечное напряжение, тонизирует, способствует снижению тревожности) [3, 4]. Во второй половине XX века – начале XXI века, в 60-70 гг. зародилось и активно развивалось такое музыкальное направление как рок-музыка, которая оказывает негативное влияние на человека; в частности, вызывает агрессию и агрессивные действия, способствует возникновению депрессивного состояния, ослабляет самоконтроль, формирует социальную отчужденность [1,2,4]. Классическая музыка, согласно современным исследованиям, оказывает благоприятное влияние на развитие творческих способностей, концентрирует внимание, снимает мышечное напряжение, способствует повышению активности коры головного мозга, нормализует эмоциональное состояние [1].

Цель исследования – изучение особенностей хаотической динамики поведения параметров *нервно-мышечной системы* (НМС) человека при воздействии различных акустических сигналов (разных направлений музыки) в комфортных пределах интенсивности.

Объект и методы исследования. Исследование параметров движения вектора $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ организма человека в фазовом пространстве состояний производилось методами *теории хаоса и самоорганизации* (ТХС), в рамках которого нами идентифицировались параметры *квазиаттракторов* (КА), которые существенно отличаются у учащихся разных возрастных групп. Объектом для наблюдения стали 30 студентов (15 девушек и 15 юношей), обучающихся на 1-3 курсах ГБОУ ВПО «Сургутский государственный университет ХМАО–Югры». Обследование студентов производилось неинвазивными методами и соответствовало этическим нормам Хельсинской декларации (2000 г.). Работа выполнялась в рамках плана научных исследований лаборатории «Функциональные системы организма человека на Севере» при научно-исследовательском институте биофизики и медицинской кибернетики и темой НИОКР «Исследование поведения функциональных систем организма человека на Севере РФ методами многомерных фазовых пространств состояний» (№ 01200965147). Критерии включения: возраст студентов 17-20 лет; отсутствие жалоб на состояние здоровья в период проведения обследований; наличие информированного согласия на участие в исследовании. Критерии исключения: болезнь студента в период обследования.

Эксперимент включал в себя 5 этапов исследования. На первом этапе у испытуемых регистрировались параметры НМС в спокойном состоянии (при отсутствии активного акустического воздействия). На втором этапе испытуемому было предложено прослушать запись «белого» шума с одновременной регистрацией параметров НМС. На третьем этапе к прослушиванию предлагалась ритмичная музыка, на четвертом –

классическая музыка, на пятом агрессивная музыка – Hard Rock. 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.

Использование датчиков токовихревого типа в *биофизическом измерительном комплексе* (БИК), разработанных в лаборатории биокриобиологии и биофизики сложных систем при СурГУ, обеспечивает высокую точность измерений и широкий диапазон частот регистрируемого тремора, а также обработку полученной информации. Принцип работы БИК заключается в использовании сигналов от двух токовихревых датчиков, между которыми помещается исследуемый объект для измерения его микроперемещений. Обработку сигналов с датчиков производили с использованием запатентованной программы (№ 2000610599 от 2000 г.), обеспечивающей получение спектральных характеристик и их анализ в фазовом пространстве состояний.

Расчет параметров КА производился по программам для ЭВМ (свидетельства № 2006613212 и № 2010108496). По полученным кинематограммам были построены фазовые портреты микродвижений в координатах X (удаление пальца от датчика) и $V=dx/dt$ (скорость перемещения пальца) (рис. 1). Проведенный сравнительный анализ поведения динамической системы управления движениями в режиме покоя и акустического воздействия на фазовой плоскости методом многомерных фазовых пространств представлен на рис. 1 (в данном случае размерность фазового пространства была равна двум).

Качественно изменение хаотической динамики можно увидеть на изменении геометрии и конфигурации фазовой плоскости, количественные характеристики квазиаттракторов (значения площадей КА) представлены на рис 1.

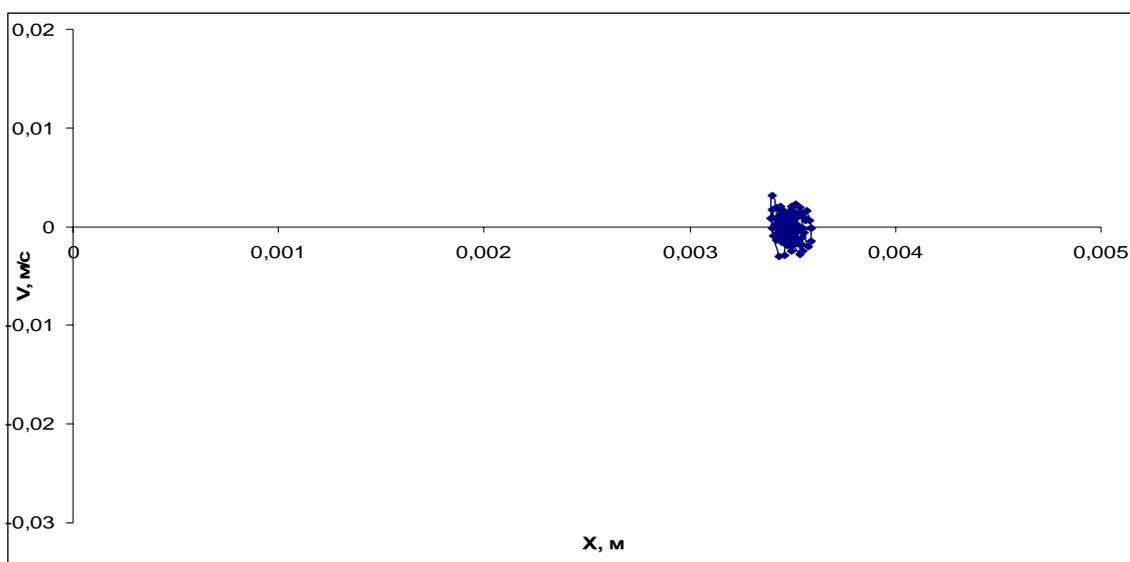


Рис. 1. Фазовый портрет параметров НМС испытуемого СКС без акустического воздействия с координатами $x_1, x_2 = dx_1/dt$, для вектора НМС $x=(x_1, x_2)$.

Значение объема КА без акустического воздействия составляет $1,22 \cdot 10^6$ у.е.; во время прослушивания музыки различных направлений наблюдается следующая динамика объемов КА: при прослушивании «белого шума» объем КА увеличивается до $2,45 \cdot 10^6$ у.е., то есть объем увеличился в 2 раза, что характеризует изменение состояния системы в сторону большей степени хаотичности (рис. 2). У всех испытуемых во время прослушивания записи «белого» шума наблюдается выраженная реакция на акустическое воздействие со стороны НМС. Следует отметить, что предлагаемый метод фазовых пространств на основе определения объемов квазиаттракторов, позволяет дать оценку степени влияния шумовой нагрузки на организм человека.

При прослушивании ритмической музыки продолжает происходить увеличение объема КА до $6,83 \cdot 10^6$ у.е., т.е. ритмическая музыка расширяет объем КА по сравнению с объемом без акустического воздействия. Противоположное воздействие оказывает классическая музыка, которая стабилизирует объем КА, что отражается в его снижении до $2,62 \cdot 10^6$ у.е. Прослушивание классической музыки вызывало у испытуемых разнонаправленную реакцию, у части примерно у 43% испытуемый площадь КА увеличилась в сравнении со спокойным состоянием, у 48% испытуемые площадь КА уменьшилась, у остальных (9%) площадь КА практически не изменилась. При прослушивании ритмичной музыки реакция НМС, подобна реакции на «белый» шум или агрессивную музыку, 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 *функциональной системе 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. Если же уровень воздействия увеличить, то мы получим значительное упорядочивание в работе ФСО и в частности НМС, в соответствии с современными представлениями и теорией хаоса-самоорганизации, 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.

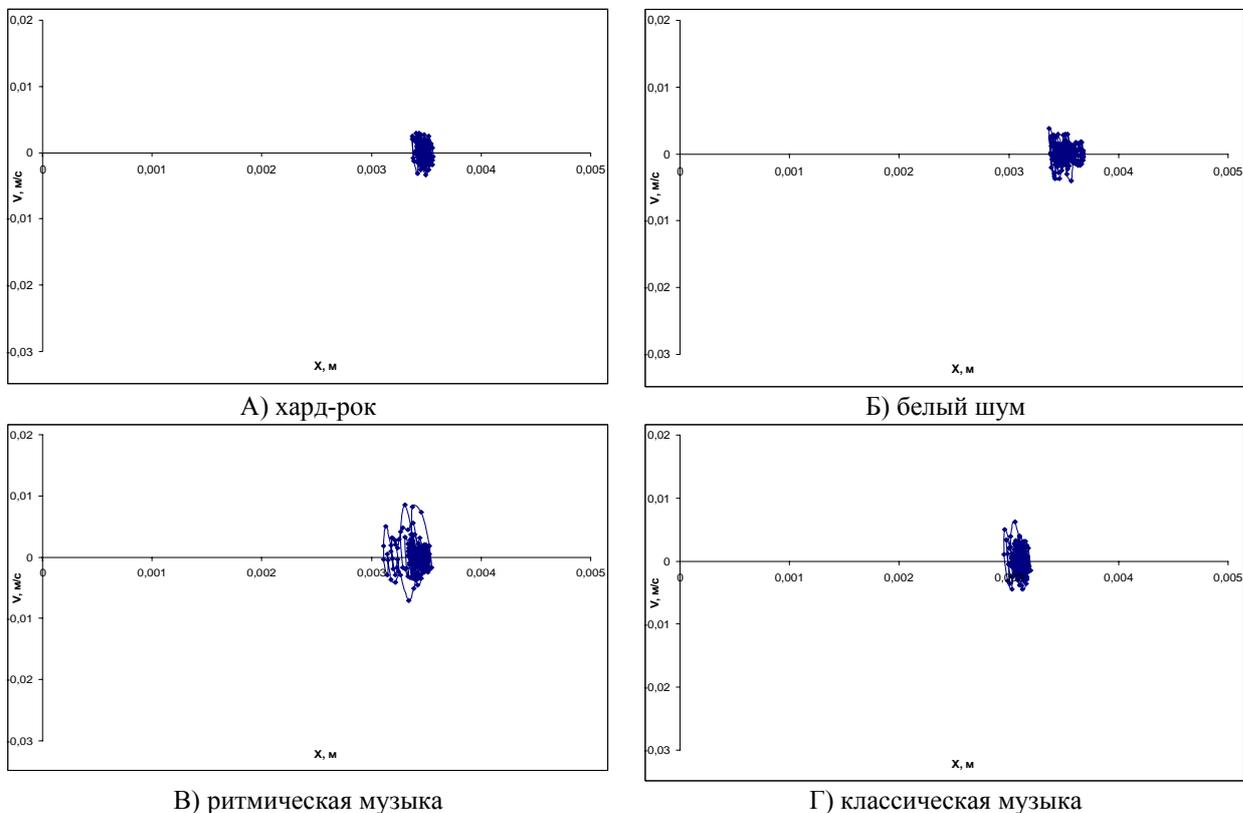


Рис.2. Фазовый портрет треморограмм испытуемого СКС с координатами $x_1, x_2 = dx_1/dt$, для вектора НМС $x=(x_1, x_2)$: А) испытуемый под воздействием хард-рока; Б) испытуемый под воздействием «белого» шума; В) испытуемый под воздействием ритмической музыки; Г) испытуемый под воздействием классической музыки. Здесь: по оси y – координата скорости в миллисекундах (мс); по оси x – координата x в метрах (м)

Заключение. Любое направленное акустическое воздействие изменяет значения параметров НМС, об этом свидетельствуют изменения площадей квазиаттракторов. При воздействии «белого» шума или агрессивной музыки реакция НМС у части испытуемых напоминает реакцию на физические нагрузки, что говорит о значительном стрессе испытуемых. Показано, что при наличии выраженного ритма в акустическом сигнале происходит его навязывание НМС человека.

Литература

1. Динамика квазиаттракторов параметров произвольных микродвижений конечностей человека как реакция на локальные термические воздействия / В.М. Еськов [и др.] // Вестник новых медицинских технологий.– 2012.– Т. XIX.– № 4.– С. 26–29.
2. Леер, Е.И. Особенности влияния музыки разных направлений на физиологические характеристики активности сердца юношей и девушек 14-16 лет / Е. И. Леер, С. В. Зверева // Молодой ученый.– 2013.– №1.– С. 310–318.
3. Новицкая, Л.П. Влияние различных музыкальных жанров на психическое состояние человека / Л.П. Новицкая // Психологический журнал.– 1984.– Т. 5.– № 6.– С. 79–86.
4. Полякова, В.Б. К вопросу о влиянии музыки на мышечную и сердечную деятельность человека / В.Б. Полякова // Экспериментальные исследования по физиологии, биофизике и фармакологии.– 1967.– № 7.– С. 111–114.