

ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РЕАБИЛИТИРУЮЩИХ ЭФФЕКТОВ ЗВУКОВОЙ СРЕДЫ НА ЧЕЛОВЕКА

Т.М. Дмитриева, П.П. Москалионов

*Экологический факультет, Российский университет дружбы народов,
Подольское ш., 8/5, 113093, Москва, Россия*

Изучены особенности реабилитирующего влияния звуковых композиций на организм человека. Для объективной оценки эколого-реабилитирующих эффектов звуковых сред использованы стандартные и оригинальные физиологические методы исследования соматического состояния организма. Впервые использован метод стабิโลграфии для объективной оценки специальных программ бинаурального воздействия.

Звуковая среда, к которой приспособлены слуховые рецепторы, может быть подразделена на звуки биологического и небιологического происхождения. Человек обладает достаточно широким диапазоном слуховой чувствительности (от 12Гц до 20кГц). Однако внутри этого диапазона имеется область повышенной слуховой чувствительности к звуковым частотам, несущим биологически значимую информацию.

Техногенные шумы — одна из форм загрязнения окружающей среды, приводящая к увеличению уровня шума сверх природного фона. В городских условиях техногенные шумы отрицательно действуют на живые организмы и, прежде всего, на людей. Слуховые органы человека находятся в постоянном напряжении, возможности их адаптации истощаются. Постоянно растет число людей с нарушениями слуха. Кроме того, дискомфорт слухового восприятия в городе приводит к различным заболеваниям: вегето-сосудистой дистонии, неврозам и т.д. В связи с этим весьма актуально использование специальных звуковых сред для реабилитации человека, находящегося в агрессивной акустической среде.

В соответствии с принципами сенсорной экологии изучаются механизмы реабилитирующего влияния звуковых композиций на организм человека. В настоящее время для лечебных и профилактических целей в этой области разработан ряд методик и программ, среди которых — разработка и применение эколого-реабилитирующих звуковых сред и система слухового воздействия, основанная на бинауральных ритмах.

Специалистами по биоакустике института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцева РАН совместно с сотрудниками экологического факультета Российского университета дружбы народов были созданы звуковые композиции, при составлении которых использовались природные звуки и классическая музыка и проведена эколого-физиологическая оценка их реабилитирующих эффектов. Сеансы музыкотерапии проводились на базе Центральной клинической больницы РАН, в них участвовало 125 человек обоего пола [1].

Было показано, что прослушивание специальных звуковых композиций, сочетающих природные звуки с классическими и народными музыкальными мелодиями, оказывает благоприятное воздействие на субъективные ощущения и физиологические параметры человека. В качестве физиологических критериев использовали показатели артериального давления и частоту пульса

до и после сеанса музыкотерапии. В ряде случаев на основе измерения показателей критической частоты слияния мельканий (КЧСМ) оценивали утомление зрительного анализатора. У подавляющего большинства пациентов наблюдали реабилитирующее влияние музыкальных композиций на вегетативные показатели. У пациентов с гипотонией и гипертонией параметры артериального давления нормализовались. Особенно четкие результаты были отмечены у людей, страдающих гипертонией, в 80% случаев артериальное давление снижалось, приближаясь к нормальным показателям.

Для оценки функционального состояния зрительного анализатора в условиях воздействия реабилитирующих сеансов музыкотерапии нами использован метод измерения критических частот слияния мельканий (КЧСМ). Количественная оценка КЧСМ проводилась с помощью специального прибора, разработанного в институте проблем передачи информации РАН. Результаты измерений представлены на рис. 1.

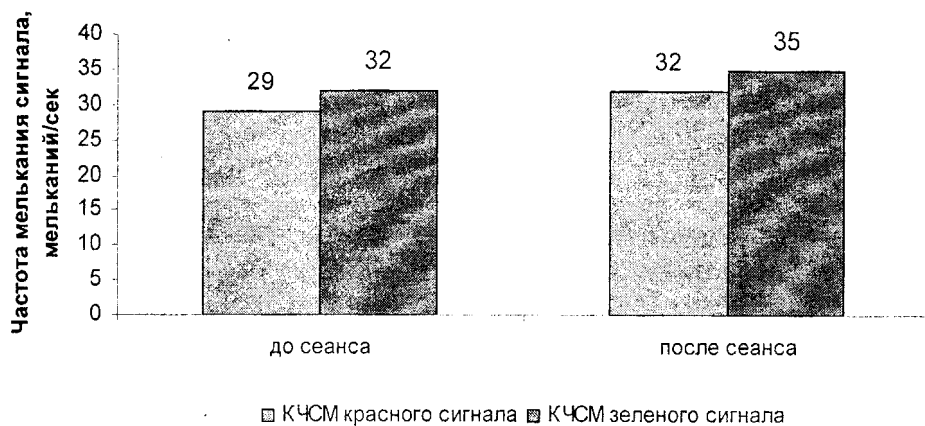


Рис. 1. Изменение КЧСМ при воздействии звуковых композиций

У 90% обследованных пациентов отмечено повышение критической частоты слияния мельканий после прослушивания музыкальных композиций. Это свидетельствует о снижении процессов инерционности и облегчении суммации возбуждения в зрительном анализаторе, что является показателем снижения утомления зрительного анализатора после сеанса музыкотерапии. Таким образом, реабилитирующий эффект использованных нами экологических звуковых композиций проявляется не только в улучшении соматических показателей здоровья, но и в облегчении периферических и центральных нервных процессов. По-видимому, погружение человека в естественную звуковую среду включает процессы саморегуляции организма.

Сенсорная слуховая система в эволюции тесно связана с формированием физиологических механизмов адаптационных способностей организма и регуляцией уравнивания гомеостатических показателей с окружающей средой. В процессе эволюции слуховая система человека приобрела свойство пассивной эхолокации, обеспечивающее возможность пространственной ориентации. Возможность пассивной эхолокации основана на определении разницы во времени прихода сигнала от источника звука к симметрично расположенным относительно головы ушным раковинам. Иными словами, слуховая система человека способна к бинауральному восприятию и простран-

венной локализации звука. У человека существует врожденная способность мозга определять разность частот между сигналами от обеих ушей, что и позволяет воспринимать бинауральные ритмы. Бинауральные ритмы возникают при определенных условиях и могут быть использованы для разработки реабилитирующих программ здоровья человека.

Способность слышать бинауральные ритмы появляется, когда два когерентных звука приблизительно одной частоты транслируются по отдельности в каждое ухо, головной мозг при этом определяет разность частот этих двух звуков. В нормальных условиях эта разность дала бы слушающему информацию о местоположении источника звука, но когда эти звуки транслируются через стереонаушники или громкоговорители, мозг объединяет эти сигналы и позволяет услышать третий сигнал, так называемый бинауральный ритм.

Прослушивание бинауральных ритмов изменяет состояние возбуждения, способствует концентрации внимания, улучшает ответные реакции [2]. Отмечены положительные результаты при лечении детей с инвалидностью [3], при тренировке внимания [4], положительно воздействует на настроение и работоспособность.

Однако большое количество данных о положительном влиянии бинауральной аудиостимуляции основано на достаточно субъективных критериях.

Для объективной оценки влияния бинауральных ритмов на организм испытуемых мы регистрировали способность сохранения равновесия и поддержания вертикальной позы до и после воздействия акустического сигнала. Сохранение равновесия и поддержание вертикальной позы являются важными показателями физического, психического благополучия, и уровня социальной адаптации человека [5].

Нами использован метод компьютерной стабیلлографии. Этот метод позволяет графически регистрировать отклонения общего центра тяжести человека во фронтальной и саггитальной плоскостях в процессе поддержания им вертикальной позы. Во время измерений обследуемый стоит прямо, держа руки по швам и не напрягаясь (поза Ромберга) на подвижной платформе. Проба проводится с открытыми и закрытыми глазами. Общая длительность проведения пробы — одна минута. О результатах можно судить по степени отклонения центра тяжести обследуемого во фронтальной и саггитальной плоскостях, а также по общей длине стабیلлографической кривой

В программе имеется память, что позволяет проводить мониторинговый просмотр стабیلлограмм. Для удобства сравнения колебания при открытых и закрытых глазах выделяются разным цветом (светло-синим и желтым). Возле графика выводятся основные параметры, рассчитанные по данной стабیلлограмме:

- $S(0)$ — длина стабیلлографической кривой при колебаниях с открытыми глазами (в мм);
- $S(3)$ — длина стабیلлографической кривой при колебаниях с закрытыми глазами (в мм);
- DX — максимальное отклонение центра тяжести во фронтальной плоскости (в мм);
- DY — максимальное отклонение центра тяжести в саггитальной плоскости (в мм).

Снятие стабیلлографических показателей производилось до воздействия бинауральных ритмов и после. Прослушивание бинауральных ритмов длилось пять минут. Прослушивание звукового сигнала осуществлялось через стереонаушники на громкости, комфортной для слушающего. Нами было обследовано 39 студентов экологического факультета РУДН.

В качестве источника бинауральных ритмов использовалась компьютерная программа BrainWave Generator (версия 3.1.5), разработанная компанией Nograma Solutions(3). Программа BrainWave Generator генерирует частоты, на которых могут быть услышаны бинауральные ритмы. В базе данных программы содержится набор предустановленных частот для генерирования бинауральных ритмов, предназначенных для релаксации, концентрации внимания и т. д. Нами была использована запись Ten Point Relaxation из реабилитирующей программы Nemi-Sync Focus 10, разработанной в Институте Монро. Частота сигнала, поступающего в левое ухо, составляла 98 Гц, в правое — 102 Гц. Частота бинаурального ритма была соответственно 4 Гц.

В ходе проведенного обследования у всех испытуемых отмечены изменения параметров стабиллограммы. После воздействия бинауральных ритмов у большинства испытуемых (рис. 2, 3, 4) отмечалось уменьшение длины стабиллографической кривой при открытых и закрытых глазах. Уменьшалось отклонение центра тяжести во фронтальной и сагитальной плоскостях.

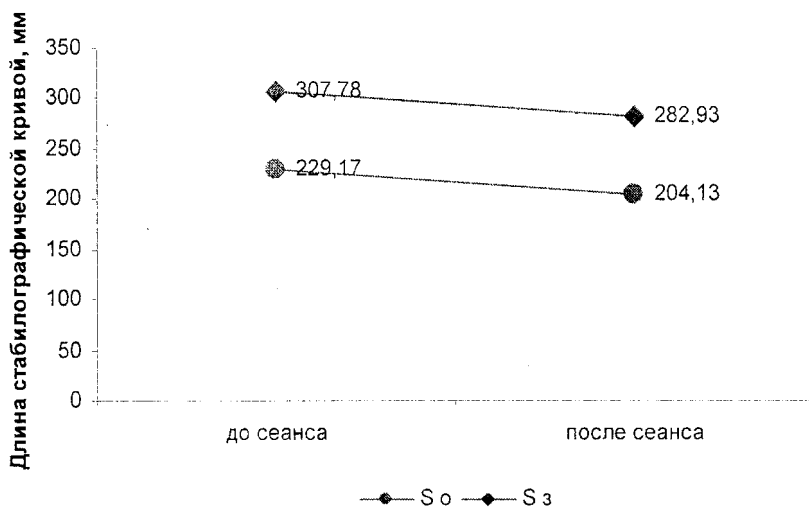


Рис. 2. Изменение общей длины стабиллографической кривой (S)

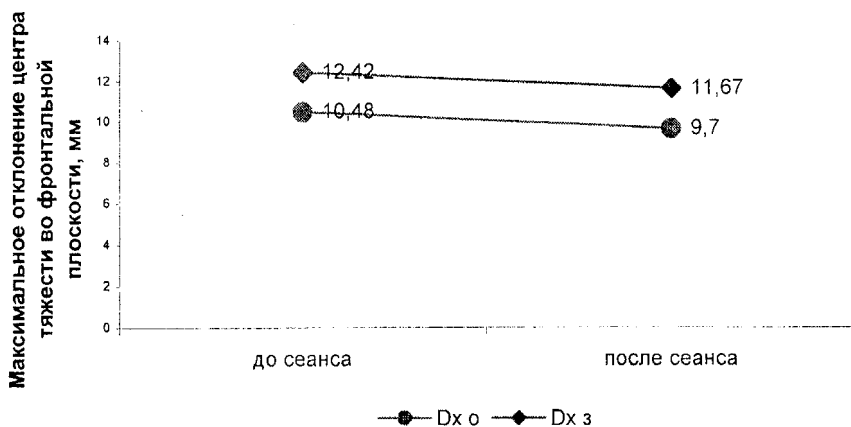


Рис. 3. Изменение максимального отклонения центра тяжести во фронтальной плоскости (Dx)

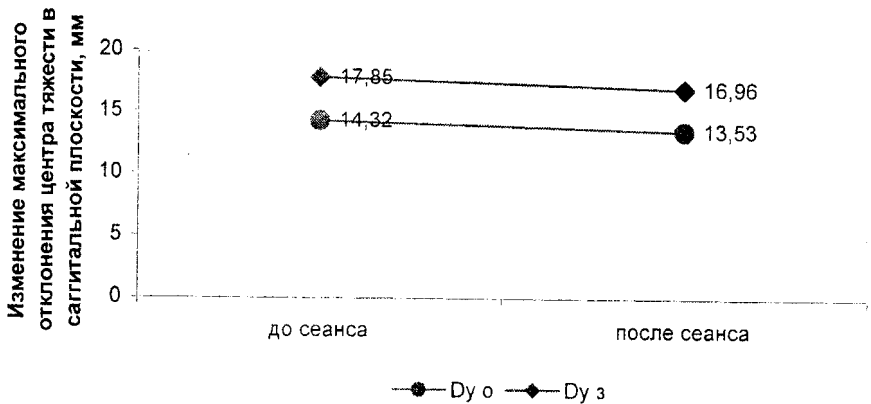


Рис. 4. Изменение максимального отклонения центра тяжести в сагитальной плоскости (Dy)

Показатель S_0 уменьшился на 11%, S_3 — на 8%. Максимальное отклонение во фронтальной плоскости с открытыми глазами D_{x0} уменьшилось на 7%, D_{x3} — уменьшилось на 6%. Максимальное отклонение центра тяжести в сагитальной плоскости D_{y0} уменьшилось на 5%, D_{y3} — также уменьшилось на 5%. Таким образом, можно сделать вывод о том, что бинауральные эффекты оказывают стабилизирующее воздействие на стабилеографические показатели.

Для более детального рассмотрения изменений отклонений центра тяжести мы провели статистический анализ результатов.

Для каждого из показателей мы выполнили ранжирование от минимального до максимального значения. Определили максимальное и минимальное значения в ранжированном ряду и вычислили разницу этих значений. Затем разбили полученный диапазон на три интервала (интервал минимальных значений, интервал средних значений и интервал максимальных значений). Такой анализ был выбран для определения частоты встречаемости испытуемых в том или ином диапазоне.

Было выявлено, что после бинаурального воздействия наблюдается увеличение числа испытуемых с меньшими значениями стабилеографических показателей (рис. 5). Так, после сеанса число испытуемых с наименьшей длиной стабилеографической кривой S_0 увеличилось до 77%. Максимальные изменения коснулись процесса поддержания фронтального показателя, т.е. отклонения вперед.

Значительно уменьшилось количество испытуемых с наибольшими значениями S_0 и S_3 (их 5%). Из рис. 5 видно, что частота встречаемости меньших значений S_0 и S_3 растет за счет меньшего отклонения во фронтальной плоскости. На рис.6 минимальные отклонения также касались общей длины стабилеографической кривой при открытых глазах, но в этих случаях основная часть эффекта связана с изменениями в сагитальных отклонениях. Расстояние между стандартным и полученными ЦТ изменялось в среднем — 6,3 мм.

Таким образом, в результате бинаурального воздействия наблюдается нормализация большинства стабилеографических показателей. Достоверно улучшается способность сохранять равновесие и поддерживать вертикальную позу после прослушивания предложенных нами программ бинауральной стимуляции, что является важным показателем физического и психического благополучия человека.



Рис. 5. Количество испытуемых с наименьшими значениями показателя

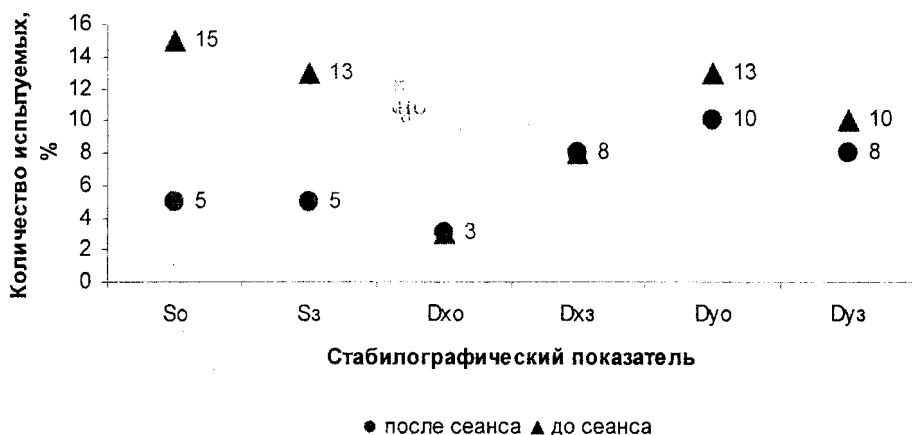


Рис. 6. Количество испытуемых с наибольшими значениями показателя

Дополнительная оценка бинаурального воздействия на психическое здоровье человека проводилась методом цветowych выборов Люшера. Процедура обследования протекала следующим образом: испытуемому предлагали выбрать из разложенных перед ним цветowych таблиц «самый приятный» цвет, не соотнося его ни с представлениями об одежде (идет ли к лицу), ни с обивкой мебели, ни с чем-либо другим, а только соотносясь с тем, насколько этот цвет предпочитаем в сравнении с другими при данном выборе и в данный момент. Для проведения тестирования нами был использован компьютерный психологический диагностический комплекс PsyTest 2.18. Испытуемому предлагалось выбрать наиболее приятный цвет из оставшихся и так каждый раз, пока все цвета не были оценены. После подсчета результата программа выдает список функций, характеризующих значимые цветowych сочетания, выявленные при тестировании, и подсчитывает «уровень тревоги», то есть уровень эмоционального напряжения.

Всего было обследовано 22 студента экологического факультета (рис. 7).

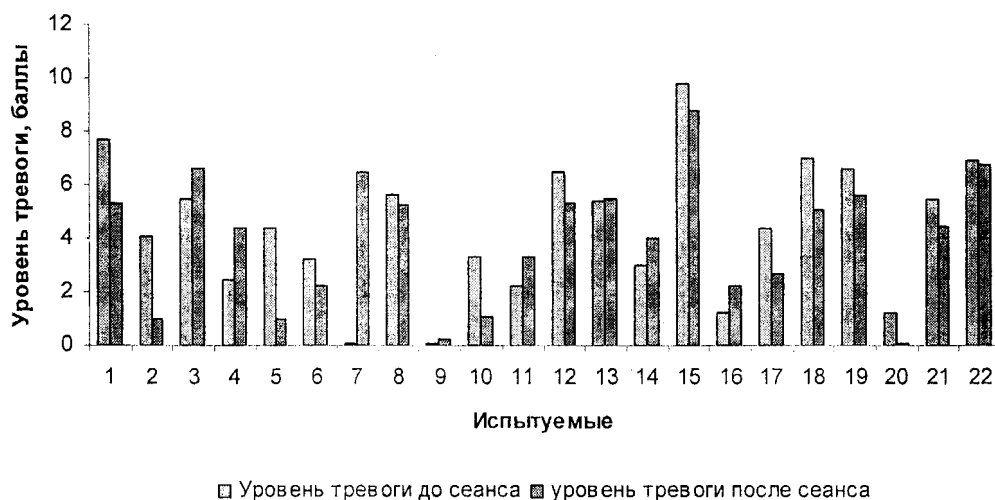


Рис. 7. Изменение уровня тревоги при бинауральном воздействии

У 14 испытуемых из 22 было отмечено снижение уровня тревоги, что позволяет говорить о релаксирующем психофизиологическом эффекте бинаурального воздействия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриева Т.М., Силаева О.Л., Милехин В.Н., Чистякова С.В. Использование реабилитационных акустических сред в качестве психологической разгрузки. Сб. материалов Всесоюз. конф. «Здоровье в XXI веке», Тула 2000. - С. 224-227.
2. Foster, D.S. EEG and subjective correlates of alpha frequency binaural beats stimulation combined with alpha biofeedback. *Hemi-Sync Journal*, 1990, VIII (2), - pp. 1-2.2.
3. Guilfoyle, G. & Carbone, D. The facilitation of attention utilizing therapeutic sounds. Presented at the New York State Association of Day Service Providers Symposium, October 18, 1996, Albany, New York.
4. Morris, S.E. Hemi-Sync and the facilitation of sensory integration. *Hemi-Sync Journal*, 1990. VIII(4), pp. 5-6.
5. Альтман Я.А., Гурфинкель В. С., Варягина О.В., Левик Ю.С. Влияние движущегося звукового образа на поздние реакции и иллюзию поворота головы у человека // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2003. - Т. 89. № 6. - С. 756-761.

ECO-PHYSIOLOGICAL ESTIMATION OF REHABILITATING EFFECTS OF THE ACOUSTICS SURROUND ON THE HUMAN

T.M. Dmitrieva, P.P Moskalionov

*Ecological Faculty, Russian Peoples' Friendship University,
Podolskoye shosse, 8/5, 113093, Moscow, Russia*

Features of rehabilitating influence of sound compositions on human organism were studied. Standard and original physiological analysis of somatic state of organism was used for objective estimation of ecorehabilitating effects of sound surrounding. Stabilographic method for objective estimation of special binaural influence programs was used for the first time.