

УДК 612.8

## **Аудио-визуальная стимуляция. Биопотенциалы мозга и сердца**

**Лысенко Владислав Олегович**, ученик 11 «А» класса Муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения Наро-Фоминской средней общеобразовательной школы № 5 с углубленным изучением отдельных предметов г. Наро-Фоминска Московской области, e-mail: [vladislavlsnk04@gmail.com](mailto:vladislavlsnk04@gmail.com)

*Аннотация.* В работе рассмотрены существующие на данный момент методы нефармакологического лечения устойчивых физиологических нарушений функционирования организма с целью определения наиболее эффективного из них. Была проанализирована литература, связанная с нелекарственными методами лечения. Было рассмотрено влияние двух отличающихся по частоте видов аудио-визуальной стимуляции на организм для выявления преимуществ и недостатков каждого из них.

**Ключевые слова:** аудио-визуальная стимуляция (АВС); центральная нервная система (ЦНС); музыкальная терапия (МТ); электроэнцефалограмма (ЭЭГ-БОС), пульсоксиметр.

## **Audio-visual stimulation. Biopotentials of the brain and heart**

**Lysenko Vladislav Olegovich**, student of grade 11 "A" Municipal budgetary educational institution Naro-Fominsk secondary school No. 5 with in-depth study of individual subjects in Naro-Fominsk, Moscow region, e-mail: [vladislavlsnk04@gmail.com](mailto:vladislavlsnk04@gmail.com)

*Annotation.* The presently existing methods of non-pharmacological treatment of persistent physiological disorders of the body's functioning are considered in order to determine the most effective of them. Were analyzed the literature related to non-drug treatments. The effect of two different frequency types of audio-visual stimulation on the body was examined to identify the advantages and disadvantages of each of them.

**Key words:** audio-visual stimulation (AVS); central nervous system (CNS); music therapy (MT); electroencephalogram (EEG-BFB), pulse oximeter.

## **ОГЛАВЛЕНИЕ**

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	3
<b>ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ АУДИО-ВИЗУАЛЬНОЙ СТИМУЛЯЦИИ</b> .....	4
<b>1. Перспективные методы нелекарственного лечения и оптимизации     функционирования организма</b> .....	4
<b>2.1. Аудио-визуальная стимуляция</b> .....	6
<b>2.2. Экспериментальное тестирование технологии</b> .....	6
<b>3. Апробация</b> .....	9
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	12
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ</b> .....	13

## **ВВЕДЕНИЕ**

За последние несколько лет заметна тенденция роста заболеваемости, которую часто связывают с увеличением психосоциальных стресс-факторов, служащих впоследствии причинами высокого уровня заболеваемости среди населения. Эти осложнения только усугубились с введением ограничительных мер из-за COVID-19. Исследования и опросы показывают, что новостной поток, режим ограничений и неопределенность провоцируют развитие психических расстройств среди населения. Фармакологический подход к лечению таких нарушений не всегда является успешным, так как может повлечь за собой появление побочных эффектов, лишь ухудшающих состояние организма. Именно поэтому на сегодняшний день очень востребованными являются способы лечения психосоциальных проблем, влекущих состояние стресса, тревожности, депрессии и т. д., но не имеющих недостатков фармакологического лечения. В данной работе проанализированы распространённые нелекарственные методы лечения организма.

**Цель:** провести сравнительный анализ нелекарственных методов лечения и нормализации функционального состояния организма и определить наиболее эффективный из них.

### **Задачи:**

- определить наиболее перспективные нелекарственные средства системного воздействия, направленные на предотвращение и своевременную коррекцию психогенных функциональных нарушений в организме;
- выявить преимущества и недостатки каждого метода;
- определить наиболее востребованный и эффективный метод лечения;
- раскрыть выбранный метод и его экспериментальную проверку;
- охарактеризовать и спрогнозировать дальнейшее развитие описываемого способа;
- доказать эффективность исследуемого метода лечения на практике.

**Гипотеза:** я предполагаю, что нелекарственный метод лечения является прогрессивным способом воздействия на организм, с целью нормализации его работы, который будет востребованным в будущем времени.

# **ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ АУДИО-ВИЗУАЛЬНОЙ СТИМУЛЯЦИИ**

## **1. Перспективные методы нелекарственного лечения и оптимизации функционирования организма**

В современном мире человек постоянно сталкивается с обилием экстремальных ситуаций и переживанием стресса в результате различных факторов. Особую актуальность в настоящее время приобретает проблема стресса смертельно опасных состояний, а недавняя пандемия COVID-19 лишь усугубила ситуацию. Так, первые исследования, проведенные в Китае, продемонстрировали, что эпидемия коронавируса и связанные с ней карантинные меры привели к росту беспокойства, расстройству сна и депрессивным симптомам во всех группах населения.

У человека появляются множественные функциональные нарушения в виде так называемых "дискомфортных синдромов", которые характеризуются такими проблемами как нарушение сна и летучие боли в мышцах, вплоть до ухудшения самочувствия и появления невротических реакций. При хроническом комплексном воздействии этих факторов происходит нарушение механизмов адаптации, отказ защитных систем организма и развитие сначала стойких функциональных расстройств, а затем и серьезных болезней [1]. По данным недавних исследований, именно негативное воздействие психосоциальных стресс-факторов становится главной причиной производственной заболеваемости в Европе. Фармакологическая коррекция таких неблагоприятных функциональных состояний с неизбежностью ухудшает когнитивные функции человека и часто сопровождается привыканием и побочными эффектами, что делает медикаментозный путь терапии бесперспективным. Поэтому крайне востребованными являются нелекарственные средства системного воздействия, направленные на эффективное предотвращение и своевременную коррекцию функциональных нарушений в организме человека.

Анализ литературы показывает, что наиболее разработанными из таких средств являются два современных подхода: *музыкальная терапия* (МТ) и *технология адаптивного биоуправления функциями с обратной связью* (БОС) по электроэнцефалограмме (ЭЭГ).

Музыкальная терапия представляет собой систему регуляции функций организма человека с помощью музыкально-акустических воздействий. Такие воздействия автоматически привлекают к себе внимание и отвлекают человека от негативных переживаний, таких, как боль, тревожность, беспокойство, печаль и т. д. Однако МТ имеет существенный недостаток в виде индивидуального подбора музыки, оптимального для каждого пациента.

В методе ЭЭГ-БОС текущая амплитуда того или иного ЭЭГ-ритма отражается в параметрах звуковых или световых сигналов, предъявляемых пациенту с целью контроля собственных ЭЭГ-ритмов для достижения требуемых лечебных эффектов. Но предельная индивидуальность метода сочетается с проблемой адекватного использования сигналов обратной связи от биопотенциалов мозга субъекта.

Поэтому стала весьма популярной идея объединения достоинств этих двух подходов при минимизации их недостатков.

На основе музыкальной терапии и ЭЭГ-БОС была создана идея **аудио-визуальной стимуляции (АВС)**, которая является одним из перспективных методов нелекарственной коррекции функциональных нарушений. Она успешно используется для нормализации психофизиологического состояния человека, в комплексной терапии психогенно обусловленных расстройств, при коррекции психических состояний специалистов экстремальных профессий и при лечении бессонницы у пожилых людей.

За счёт объединения двух успешных методов лечения и минимизации их недостатков АВС считается наиболее эффективным нелекарственным средством системного воздействия на организм, направленным на оптимизацию его работоспособности и нормального функционирования.

## **2.1. Аудио-визуальная стимуляция**

Использование биопотенциалов мозга субъекта в качестве сигналов, управляющих предъявляемыми ему музыкальными или музыкалоподобными воздействиями, является перспективным путем повышения эффективности диагностических и лечебных процедур. Однако серьезным недостатком описанных подходов, значительно ограничивающим их эффективность, является использование заранее заданных традиционных ЭЭГ ритмов. Как показано современными исследованиями, традиционные ЭЭГ ритмы представляют собой композицию из нескольких узко настроенных и динамичных ЭЭГ осцилляторов с разными функциональными характеристиками.

Для повышения эффективности такого метода лечения была предложена идея замены сигналов обратной связи от биопотенциалов мозга, представленных обычными сенсорными раздражителями, на музыку или музыкалоподобные воздействия. Была разработана оригинальная технология нелекарственной коррекции функциональных расстройств у человека, которая сочетает в себе достоинства музыкальной терапии и ЭЭГ-БОС и исключает её недостатки за счет ряда уникальных нововведений.

В литературе имеется ряд свидетельств того, что музыкальные воздействия могут обладать повышенной эффективностью, если они организованы в соответствии с биоэлектрическими характеристиками мозга пациента - музыкой его мозга.

Впервые термин "музыка мозга" предложен для метода лечения бессонницы. Метод состоит в регистрации ЭЭГ субъекта во время ночного сна, идентификации ЭЭГ в разных фазах сна, их трансформации в музыку и записи полученного произведения на аудиокассету. Автором было показано, что прослушивание определенных фрагментов перед сном сокращает время засыпания, увеличивает длительность сна и улучшает самочувствие пациентов после просыпания.

## **2.2. Экспериментальное тестирование технологии**

Проверка применимости и эффективности предложенного подхода проведена доктором биологических наук Федотчевым А. И. на пациентках отделения патологии беременности Серпуховского роддома [3]. Этот выбор не случаен, т.к. в период беременности и при подготовке к родам дефицит естественных резервов саморегуляции организма при наличии негативного психосоциального фона часто вызывает формирование болезненных психоэмоциональных состояний в виде разнообразных осложнений беременности, а устранение указанных функциональных нарушений с помощью фармакологических препаратов в этот период противопоказано.

В начале каждого сеанса проводился краткий опрос и начальное тестирование пациентов с помощью теста САН (оценка самочувствия, активности и настроения). Затем устанавливали ЭЭГ-датчики. Испытуемый надевал наушники (уровень звука 0-40 дБ, частота 10-2000 Гц) и очки, в затемненные линзы которых были вмонтированы красные светодиоды с мощностью, не превышающей 100 мкВт.

Эксперимент начинался с 30-секундной записи фоновой ЭЭГ. В этот период определялись доминирующие у данного испытуемого узко частотные компоненты, которые в последствие будут использованы для формирования индивидуальных сигналов. Затем на 10 мин включался рабочий режим, где испытуемым предъявляли аудио-визуальные воздействия, формируемые на основе биопотенциалов мозга и сердца. При этом текущая амплитуда выявленного ЭЭГ осциллятора преобразовывалась в музыкаподобные сигналы, по тембру напоминающие звуки флейты. Одновременно осуществляли светодиодные воздействия в строгом соответствии с текущими значениями ЭЭГ испытуемого. В контрольном эксперименте испытуемым предъявляли 10-минутную композицию из популярных классических произведений Чайковского, Моцарта, Баха и Шуберта. Прослушивание музыки сопровождалось световыми мельканиями с частотой, плавно уменьшающейся от 20 до 2 Гц.

Испытуемым давали задание при появлении звука в наушниках добиваться уменьшения его уровня и высоты, не обращая внимания на световые воздействия. Пациентам сообщали, что текущие значения высоты и интенсивности музыкаподобных звуковых сигналов находятся в точном соответствии с выраженностью её «патологических» ЭЭГ-компонентов, так что лечебные эффекты могут быть достигнуты с помощью подавления этих звуков. После окончания процедуры испытуемые повторно оценивали свое состояние с помощью теста САН.

Уже к концу первого сеанса испытуемые могли правильно выполнять поставленную задачу, снижая до минимума уровень «патологических» звуковых сигналов. Большинство пациентов после сеансов отметили существенное снижение уровня напряжения и стресса. Важно подчеркнуть, что такие эффекты получены в результате всего 2-4 лечебных процедур [4].

В результате проведенных лечебных сеансов выявлены как закономерные изменения ЭЭГ, так и однонаправленные сдвиги показателей самочувствия, активности и настроения испытуемых. ЭЭГ характеристики демонстрировали постепенное устранение признаков, которые в наибольшей степени характерны для состояний стресса и тревожности. Исследования позволили выявить положительное отношение пациенток к проведенным сеансам ЭЭГ-БОС, снижение уровня стресса и позитивные изменения психоэмоционального состояния в результате процедур. Все проанализированные случаи беременности завершились рождением здоровых детей. Анализ результатов психологического тестирования показал, что во всех случаях после применённого воздействия наблюдаются позитивные сдвиги показателей относительно исходного уровня.

Таким образом, при музыкаподобных воздействиях, получаемых путем прямой трансформации ЭЭГ субъекта в звуки флейты и придании структурированности предъявляемым звуковым сигналам введением в них ритма, происходит увеличение мощности альфа-ритма ЭЭГ относительно фона, сопровождаемое позитивными сдвигами показателей самочувствия и настроения (тест САН) и снижением степени эмоциональной дезадаптации (тест УЭД).



### 3. Апробация

С целью обоснования эффективности АВС было проведено несколько исследований влияния аудио-визуальной стимуляции на организм. В основе исследований лежит зависимость ритма сердечных сокращений от воздействий музыкального и визуального характеров. Результат фиксировался с помощью пульсоксиметра. В качестве сравнения состояния организма при воздействии АВС и без него, были проведены дополнительные изменения.

Информация об испытуемом:

- возраст – 16 лет;
- пол – мужской;
- ИМТ – 20,9.

Таким образом было выполнено 4 эксперимента по отслеживанию значений пульсоксиметра на протяжении 1 минуты (60 секунд), при следующих условиях и обстоятельствах:

1. Измерения ритма в спокойном, расслабленном состоянии, были устранены все раздражающие источники шума.

2. Был создан фактор, создающий возбудимость, а именно значения фиксировались при просмотре финала боя по смешанным единоборства (UFC), в котором участвовал российский спортсмен, впервые защищавший титул чемпиона. Переживания за отечественного спортсмена отразились на показаниях ритма.

3. Просмотр АВС ролика с преобладанием зеленого света, частота аудиодорожки варьировалась в диапазоне 87-92 Гц.

4. При воздействии АВС, часто используемых для нормализации и восстановления здорового сна у человека. Частота звука 82-84 Гц.

Выполним сравнение воздействия двух АВС на ритм сердечных сокращений, измеренных в рамках экспериментов №3 и №4 (см. Приложения рис. 1).

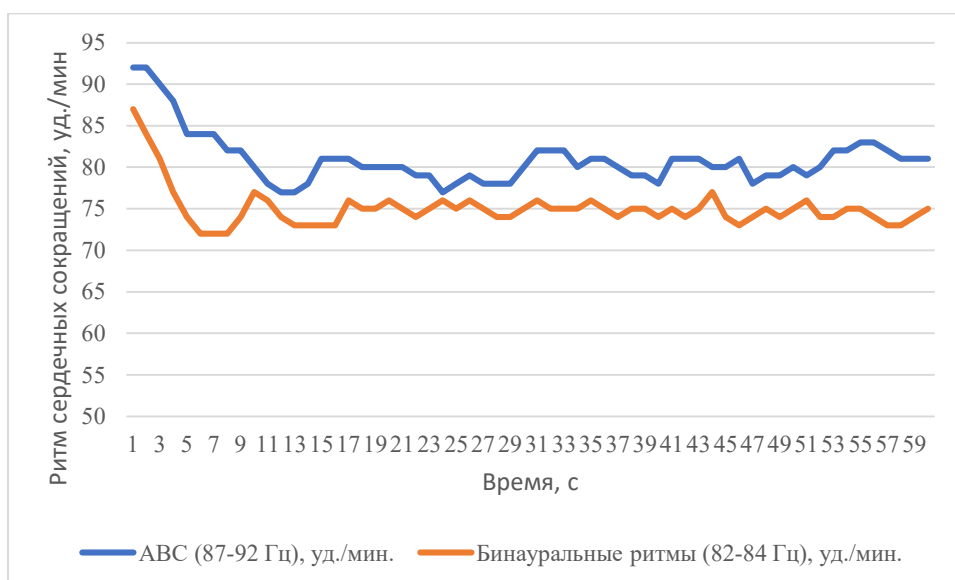


Рисунок 1. Сравнение воздействия двух АВС на сердечный ритм

Как видно из графиков – АВС с более низкими частотами оказала более благоприятное воздействие на организм, т.к. сердцебиение было менее учащенным, также необходимо подчеркнуть, что степень изменчивости значений (статистическое значение среднеквадратического отклонения) в эксперименте №4 составил 2,44, т.е. отклонение от среднего значения ритма составили 2,44. В то время как аналогичное значение для эксперимента №3 (использование более высоких частот) составило 3,13.

Выявленная тенденция позволяет сделать следующий вывод: влияние низких частот способствуют меньшим «перепадам» и более спокойному сердцебиению у испытуемого, в отличие от высоких, при этом частота ритма близка к средним показателям для здорового человека (см. Приложения, таблица 1).

Таблица 1 Показатели минимального, среднего и максимального ритма сердцебиения

Условия	Минимальное, уд./ мин	Среднее, уд./ мин	Максимальное, уд./ мин
АВС (87-92 Гц)	77	80,92	92
АВС (82-84 Гц)	72	75,03	87
Норма	65	70	95

Необходимо отметить, что влияние АВС на ритм сердца может нести индивидуальный характер, т.е. нельзя считать методы с низкими частотами панацеей для всех людей.

Выбрав наиболее эффективную АВС, сравним её значения с показателями, полученными при спокойном состоянии и состоянии повышенной возбуденности – эксперименты №1 и №2 (см. Приложения рис. 2). Как видно из графиков, при воздействии АВС на организм, сердцебиение нормализуется и приближено к среднему значению.

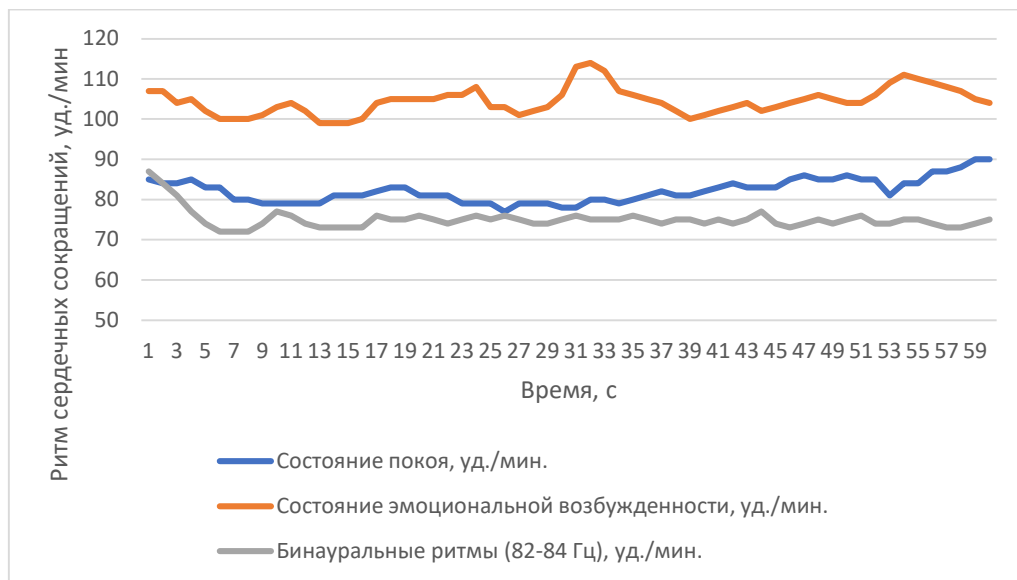


Рисунок 2. Сравнение ритмов сердечных сокращений АВС с низкими частотами с состоянием покоя и состоянием эмоциональной возбуденности

Для большей наглядности рассмотрим значения отклонений от средних значений ритма (статистическое значение среднеквадратического отклонения) (см. Приложения таблица 2). Значения показывают, что АВС с низкими частотами оказывают большую эффективность, т. к. сердечные сокращения менее учащенные, даже по сравнению со специально созданными условиями покоя.

Таблица 2 Значения среднеквадратических отклонений при разных состояниях испытуемого

	Состояние покоя	Состояние эмоциональной возбуденности	АВС (87-92 Гц)	АВС (82-84 Гц)
Отклонение от среднего, уд./мин	3,00	3,39	3,13	2,44

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализируя проведённую исследовательскую работу, можно определить, что нелекарственный метод аудио-визуальной стимуляции способен в весьма непродолжительные сроки корректировать функциональные нарушения психогенного характера и нормализовать жизнедеятельность организма. При исследовании были заметны положительные изменения в работе организма, в частности сердца. Используемые два вида АВС, отличавшиеся по частоте, смогли нормализовать работу сердца и приблизить показатель ритма сердечных сокращений к значениям, необходимым для нормального функционирования организма. При этом более эффективной оказалась АВС с более низкими частотами. Данный вид аудио-визуальной стимуляции не только нормализовал работу сердца, но и приблизил её к показателям, которые свойственны более оптимальному функционированию.

Из этого можно сделать вывод, что нелекарственный метод аудио-визуальной стимуляции способен предотвращать и своевременно корректировать нарушения в организме, подавлять последствия стрессовых факторов, нормализовать сон и т.д., что делает такой способ системного воздействия на организм потенциально значимым и перспективным нефармакологическим методом лечения в будущем.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бабенко, В. В. Центральная нервная система: анатомия и физиология: Учебник / Бабенко В.В. - Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2016. - 214 с.: ISBN 978-5-9275-2031-2. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/991882> (дата обращения: 06.01.2021).
2. Федотчев, А. И. Технология коррекции функциональных расстройств с помощью музыкально-акустических воздействий, управляемых биопотенциалами мозга пациента: Статья / Федотчев А. И. – Москва: Институт биофизики клетки РАН, 2016.
3. Федотчев, А. И. Музыкально-акустические воздействия, управляемые биопотенциалами мозга, в коррекции неблагоприятных функциональных состояниях: Статья / Федотчев А. И. – Москва: Институт биофизики клетки РАН, 2016.
4. Федотчев, А. И. Эффекты аудио-визуальной стимуляции, автоматически управляемой биопотенциалами мозга и сердца человека: Статья / Федотчев А. И – Москва: Институт биофизики клетки РАН, 2019.