

Винахід відноситься до медицини, переважно до вимірювання для діагностичних цілей, наприклад до електроенцефалографії, та може бути використаним у нейрофізіології при нормалізації ритмічних характеристик головного мозку людини.

Відомий спосіб нейроритмокореції, що містить ритмічний вплив спалахами фіксованої частоти в діапазоні 8-20 герц на тлі «етімізолу», як фіксатора нейрохімічних слідів пам'яті, вимірювання відповідної біоелектричної активності головного мозку, внаслідок артифіційних рефлекторних стабільних функціональних зв'язків, визначення м'язового тону та опитування пацієнта, з приводу відгуку про ефективність впливу [1].

До причин, що перешкоджають досягненню очікуваного технічного результату, відносяться відсутність зв'язку частоти ритмічного впливу з індивідуальною характеристикою біоелектричної активності мозку, суб'єктивність звіту пацієнта про ефективність впливу, які характеризують спосіб, як не досить ефективний та зручний при використанні.

Відомий також спосіб нейроритмокореції, що містить вплив на центральну нервову систему електричними імпульсами змінної частоти, що знаходяться в альфа, тета, дельта спектрах діяльності головного мозку [2, 3].

До причин, які перешкоджають досягненню очікуваного технічного результату, належать відсутність залежності характеру біологічної активності від частоти впливу та пропускання електричного струму крізь біологічні тканини у вигляді електричних коливань прямокутної форми, що пов'язано з можливістю ініціалізації розладів здоров'я та самопочуття, які характеризують спосіб також як не досить ефективний та зручний при використанні.

Інший спосіб нейроритмокореції, що містить електроенцефалографію, обробку сигналів, виділення амплітудно-частотних характеристик мозку, реєстрацію його біоелектричної активності з подальшим перетворенням дельта, тета, альфа, бета частотних діапазонів ритмічної активності мозку в нотну послідовність по «midi-стандарту» та вплив на ритмічну діяльність мозку модуляцію отриманих аудіо сигналів [4]. Модуляція аудіо сигналів у вигляді «музики мозку» дозволяє компенсувати вплив електричними коливаннями, а від так — виключити можливість ініціювання розладів здоров'я або самопочуття.

Але, ритмічна організація аудіо запису, що вживається, є не досить вираженою, бо послідовність звучання нот часто не має гармонійного характеру та викликає, насамперед, психологічне та естетичне неприйняття, втому, здебільшого з-поза одноманітності музичного впливу.

Це пояснюється тим, що «midi-формат» є збідненим по амплітудно-частотним характеристикам й естетичним критеріям по відношенню до натурального звуку, що стримує ефект аудіо сприйняття.

Спосіб нейроритмокореції, який містить електроенцефалографію, обробку сигналів шляхом перетворення біоелектричних потенціалів в електричний струм, виділення амплітудних характеристик мозку, моделювання фонограми з частотно-модульованим сигналом, відтворення аудіо запису з вербальним впливом на нейродинамічні процеси центральної нервової системи в діапазоні нормальних ритмів діяльності головного мозку, окрім того, зміну амплітуди звукового сигналу синхронно по стереоканалам аудіо запису з частотою від 0 до 30 Гц у «midi-форматі», з використанням зниженої амплітуди по одному з каналів під час її збільшення по іншому [5].

Модульований аудіо запис сприймається, як ритмічно та естетично організований, і має за рахунок цих властивостей переваги перед «midi-сигналами», що відтворюються без означеної синхронізації та регулювання.

Проте, у відомому рішенні задачі бракує можливості вибору ефективної частоти індивідуального впливу, урахування залежності частоти від динаміки паттерну біологічної активності мозку, які утворюють причини, що перешкоджають досягненню очікуваного технічного результату.

На думку заявника, зміна характеру біологічної активності мозку (амплітудно-частотних і кореляційних показників) у більшості випадків можлива тільки на частотах, що наближаються до індивідуальних.

Найбільш близьким способом того ж призначення до винаходу, що заявляється, по максимальній кількості істотних ознак є спосіб нейроритмокореції, який містить електроенцефалографію, обробку сигналів шляхом перетворення біоелектричних потенціалів в електричний струм, виділення амплітудних характеристик мозку, моделювання фонограми з частотно-модульованим сигналом, відповідним індивідуальному паттерну ритмічної активності головного мозку, відтворення аудіо запису з вербальним впливом на нейродинамічні процеси центральної нервової системи, відповідно до якого, застосовують фонограму частотно-модульованого сигналу у «midi-форматі» [6].

Означений спосіб набуває можливості індукувати психологічно-фізіологічні стани, бо частота аудіо запису що відтворюється фонограмою, відповідає індивідуальному паттерну ритмічної активності головного мозку, а від того — «примушує» мозок працювати в резонанс з музикою, забезпечує фізіологічний ефект зворотного зв'язку. Зворотний музичний зв'язок дозволяє декілька підсилити ефективність вербального впливу за рахунок застосування відомих засобів психоакустичного впливу.

Причини, що перешкоджають досягненню очікуваного технічного результату, збігаються до ігнорування ведучого ритму у електроенцефалограми та застосований) фонограми частотно-модульованого сигналу у «midi-форматі».

У зв'язку з відсутністю достовірних даних про ефективність впливу «midi-сигналами» на ритмічну діяльність мозку до теперішнього часу, планування бажаного результату з прогнозуванням ефективного впливу залишається неможливим, особливо при встановленні біологічного зворотного зв'язку на підставі збіднених звуків «midi-формату», тобто при натуралізації гармонійних природних процесів.

До основи способу нейроритмокореції поставлена задача шляхом оптимізації біологічного зворотного зв'язку підвищити ефективність впливу при використанні.

Означений технічний результат при здійсненні винаходу досягається тим, що у відомому способі нейроритмокореції, який містить електроенцефалографію, обробку сигналів шляхом перетворення

біоелектричних потенціалів в електричний струм, виділення амплітудних характеристик мозку, моделювання фонограми з частотно-модульованим сигналом, відповідним індивідуальному паттерну ритмічної активності головного мозку, відтворення аудіо запису з вербальним впливом на нейродинамічні процеси центральної нервової системи, особливість полягає в тім, що додатково під час обробки сигналів обирають оптимальну частоту впливу шляхом обчислення переважаючої частоти спектра електроенцефалограми в її альфа, тета і дельта діапазонах, визначають зміни біоелектричної активності мозку, за даними яких встановлюють відносні показники ритмічної активності мозку, розраховують максимальну динаміку потужності спектра, моделюють фонограму шляхом копіювання на носій синусоїдальних акустичних характеристик біоелектричної активності мозку, відповідно до масиву значень спектральних характеристик мозку, як із зсувом частоти оптимізованого діапазону, так і без нього, та відтворюють під контролем, з можливістю авторегуляції амплітудно-частотної характеристики сигналу в реальному режимі часу, при умовах, що встановлення відносних показників біоелектричної активності мозку здійснюють по результатам перетворення рядів Фур'є на дільницях запису електроенцефалограми у відносні показники біоелектричної активності при порівнянні з даними, що отримані до вербального впливу, а на завершення активують емоційновольові якості з формуванням сфери інтересів шляхом індивідуалізації психотерапевтичних висловлювань.

Обчислення індивідуальної переважаючої частоти спектра біологічної активності мозку в альфа, тета і дельта діапазонах, визначення змін біоелектричної активності мозку, за даними яких встановлюють відносні показники ритмічної активності мозку та розраховують максимальну динаміку потужності спектра, сприяє вибору індивідуальної ефективної частоти впливу на поточний період часу. Моделювання фонограми шляхом копіювання синусоїдальних акустичних характеристик біоелектричної активності мозку, відповідно до масиву значень спектральних характеристик мозку, як із зсувом частоти оптимізованого діапазону, так і без нього, у залежності від результатів лікування, дозволяє застосувати параметри відносних показників і поліпшити точність вибору ефективної частоти впливу, бо параметри відносних показників потужності ритмів є більш стійкими, індивідуалізованими в порівнянні з абсолютними значеннями показників спектра енцефалограми та амплітуди. Автоматизоване порівняння електроенцефалограм, що отримані до і під час аудіо стимуляції, здебільшого по параметрах частоти, потужності основних ритмів і відносин останніх між собою виявляє ефективність впливу на стадії первинної проби. Автоматична зміна частоти аудіо стимуляції в реальному режимі часу та обчислення максимальної динаміки потужності спектра при цьому підтверджує ефективність обраної частоти стимуляції. Проведення процедури швидкого перетворення рядів Фур'є послідовно на дільницях запису, що частково перекриваються, забезпечує плавну зміну ритміки формування фонограми та виключає виникнення дисгармонійних коливань. Проведення спектрально-кепстрального аналізу Фур'є сприяє здійсненню біологічного зворотного зв'язку (авторегуляції) по акустичним критеріям електроенцефалограми при гостроволнових феноменах, у залежності від характеру електроенцефалограми. Відтворення індивідуально прийнятного музичного носія з записом амплітудно-частотного сигналу, у порівнянні з сигналом у «midi-форматі». відповідно до кожного з елементів масиву значень спектральних характеристик біологічної активності мозку дозволяє застосовувати паттерн більш глибокого ритмічного впливу, який динамічно змінюється. Психотерапевтичні тексти, фрази, висловлювання, надають додаткову змогу активно включити емоційно-вольові якості пацієнта, сформувати сферу інтересів та спрямувань під час подолання хворобливого стану.

Отже сукупність відмітних ознак винаходу є істотною, бо існує причинно-наслідковий зв'язок з технічним результатом, що заявляється.

Відомості, що підтверджують можливість здійснення способу нейроритмокорекції полягають в наступному. Для здійснення способу нейроритмокорекції необхідна наявність таких приладів і обладнання, як восьмирозрядний аналогово-цифровий перетворювач на шину ISA фірми L-Card (RU), стандартний медичний енцефалограф «Bioskript» (DE) або інший йому подібний аналог, не поступливий йому по точності частотних параметрів, персональний комп'ютер, не гірше класу DX-486-100, звукозаписний і -відтворюючий пристрій на стрічковий або CD-R носій та програмне забезпечення, з відповідним алгоритмом оцінки біоелектричної активності головного мозку.

Спосіб нейроритмокорекції передбачає виконання електроенцефалографії, обробку сигналів шляхом перетворення біоелектричних потенціалів в електричний струм з виділенням амплітудних характеристик мозку. Під час обробки сигналів обирають оптимальну частоту впливу шляхом обчислення переважаючої частоти спектра електроенцефалограми в її альфа, тета і дельта діапазонах, визначають зміни біоелектричної активності мозку. За даними отриманих результатів встановлюють відносні показники ритмічної активності мозку, розраховують максимальну динаміку потужності спектра. Встановлення відносних показників біоелектричної активності мозку здійснюють по результатам перетворення рядів Фур'є на дільницях запису електроенцефалограми у відносні показники біоелектричної активності при порівнянні з даними, що отримані до вербального впливу. Надалі, відповідно до індивідуального паттерну ритмічної активності головного мозку пацієнта, моделюють фонограму з частотно-модульованим сигналом шляхом копіювання акустичних характеристик біоелектричної активності мозку, відповідно до масиву значень спектральних характеристик мозку, як із зсувом частоти оптимізованого діапазону, так і без нього. Під контролем відтворюють фонограму, здійснюють вербальний вплив на нейродинамічні процеси центральної нервової системи. При цьому авторегулюють амплітудно-частотні характеристики сигналу в реальному режимі часу та активують емоційновольові якості пацієнта з формуванням сфери інтересів шляхом індивідуалізації психотерапевтичних висловлювань.

Забезпечення «музичного» біологічного зворотного зв'язку досягається динамічним привласненням параметрам біологічної активності мозку, що отримуються, вигляду послідовності тонів або музичних нот, при якому висота тону упорядковується з миттєвим значенням потужності (амплітуди), і подальшим прослуховуванням фонограми у реальному режимі часу.

Первинну однократну реєстрацію електроенцефалограми, подальші аналіз і перетворення результатів

вимірів найбільш доцільно виконувати за наступними етапами.

Спочатку проводять процедуру швидкого перетворення рядів Фур'є по всіх каналах запису електроенцефалограми на всіх дільницях запису, які частково перекриваються. Глибина перекриття при цьому становить, щонайменше 1/4 періоду тривалості аналізу, наприклад дорівнюється 256 послідовним дискретним значенням одного каналу запису електроенцефалограми в режимі реального часу. Надалі зберігають для подальшої обробки двовірні масиви (вектори) динамічних параметрів спектра й потужності біоелектричної активності та обчислюють індивідуальну переважаючу частоту спектра біологічної активності мозку в альфа, тета і дельта діапазонах спектру.

Забезпечують «музичний» біологічний зворотний зв'язок.

Автоматизовано порівнюють електроенцефалограму до і під час аудіо стимуляції по параметрах частоти і потужності основних ритмів, відношеннях останніх на електроенцефалограмі між собою.

Забезпечують автоматичну зміну частоти аудіо стимуляції в діапазоні домінуючого ритму електроенцефалограми та обчислення максимальної динаміки потужності спектра.

Фіксують частоту аудіо стимуляції, при якій спостерігаються максимальні зміни параметри електроенцефалограми.

Якщо відсутня достовірна динаміка спектральних характеристик потужності, то, можливе фармакологічне посилення впливу за рахунок застосування «етімізолу» [1] з повторенням вищезначеної послідовності приймань.

Моделюють музичний носій методом амплітудної модуляції з отриманням сигналу синусоїдальної форми, відповідно до кожного елемента масиву значень спектральних характеристик біологічної активності мозку, при цьому глибина модуляції становить 50% початкових рівнів амплітуди аудіо сигналу.

В аудіо запис включають індивідуальні психотерапевтичні тексти, фрази, висловлювання, модульовані по тембру, темпу, що посилює психоакустичні ефекти і подальший запис музичного сигналу на аудіо носій у вигляді касетної стрічки, CD-R тощо. Оброблена музика на даному етапі перетворення несе у собі частотні спектральні, потужності і динамічні характеристики паттерну (малюнку) біологічної активності мозку.

З пацієнтом проводять інструктаж з приводу самостійного застосування фонограми з нейроритмокорежуючою метою. Курс нейроритмокореції збігається до прослуховування аудіо носія 3 рази по 45 хвилин протягом тижня.

Практично спосіб нейроритмокореції збігається до активізації біоритмічних процесів, діяльності «біологічного годинника», дій сповільнюючим процесів раннього старіння, ініціалізації адаптаційних можливостей центральної нервової системи, керованих підсистем за рахунок нормалізації ритмогенних структур сну, гармонального рівня, зниження рівня дратівливості, тривоги, загальної та нейрональної астемії, слабкості.

Приклад. Пацієнт Лішовський О.В., 40 років, звернувся зі скаргами на знижений настрій, загальну слабкість, тремор. Хворіє біля 1 року. Раніше переносив церебральний арахноїдит. Неврологічний статус: вогнищевої патології не виявлено. Виражений вегетативний, астеничний синдром. За допомогою комп'ютерної електроенцефалографії визначено, що тип електроенцефалограми — середньоамплітудний, з помірною деформацією форми альфа ритму та помірно вираженою дизритмією. Максимально переважаюча частота альфа ритму сягає 11,23 Гц, потужність — 38,55 мкВт, в Оз при уніполярних відведеннях — з індіферентним вушним електродом. Пацієнту в момент проведення електроенцефалограми була надана на прослуховування нейроритмокорежуюча послідовність музичних нот в реальному режимі часу. На 5-й хвилині тривалості електроенцефалографічного моніторингу показники потужності електроенцефалограми у альфа-діапазоні становили 44,5 мкВт, поменшав індекс дизритмії:

$$I_d = P_{\text{Theta}} : P_{\text{Alfa}}$$

де P_{Theta} — середня потужність тета діапазону;

P_{Alfa} — середня потужність альфа діапазону в Cz відведенні.

Означений індекс становив 0,26 при середньо-нормативному 0,15 - 0,30.

Висновок — наявність динаміки паттерна електроенцефалограми при нейроритмокореції, як один з позитивних аспектів впливу.

Проведена стимуляція програмним аудіогенератором імпульсів тоном 10 000Гц. послідовно в діапазоні 8-12Гц, з кроком 0,1Гц й інтервалом 5с. Алгоритм аналізу проінформував про наявність максимального збільшення потужності при частоті стимуляції 11,4Гц, і мети виражене при частоті 10,27Гц. Засвоєння ритму нестійного характеру спостерігалось в діапазоні 10,1-11,8Гц. Проведена право-лівостороння модуляція аудіо запису із звуками «прибою» та музичним твором «Санта-Лючія» тривалістю 45 хвилин у НЧ-форматі. Періоди модуляції становили 10с по основній частоті 11,4Гц, які плавно змінювались по частоті від 10,1Гц до 11,8Гц протягом 10с у прямому та зворотному напрямках.

Пацієнт прослуховував касету із записом 3 рази на тиждень по 45 хвилин у побутовій обстановці, в лежачому положенні. На 5-7 хвилині першого прослуховування у пацієнта відстежувалося «відчуття вібрації в тілі», яке швидко змінилось сном. При подальших прослуховуваннях на 10-15 хвилині з'являлося відчуття спокою та бажання спати, побічні ефекти не встановлені. Контрольний огляд через 30 днів: скарг немає, просить виготовити носій з новим музичним записом, оскільки виробилась звичка до попередньої фонограми. Неврологічний статус: зменшення виразливості астеничного синдрому, вегетативні показники — зосереджені біля до норми. На контрольній електроенцефалограмі - відмінності від нормативних показників не визначені, переважаюча частота альфа активності — 11,31Гц, дизритмія не виражена ($I_d=0,17$ у відведенні Cz).

Висновок: наявність поліпшення стану після курсу нейроритмокореції.

Запропонований метод немедикаментозного комплексного акустико-ритмічного та вербального впливу на нейрональні механізми функціонування центральної нервової системи заснований на використанні частотно модульованого музичного або іншого аудіо запису, частота модуляції якого залежить від індивідуального паттерну ритмічної активності головного мозку пацієнта, таким чином, що вербальна

складова нейроритмокореції спрямовується на активізацію особистих емоційно-вольових і інтелектуальних можливостей пацієнта, на свідомому рівні та збігається до вжиття особисто-значущих форм наявного навіювання.

Це забезпечено тим, що вербальна складова містить, зокрема «ключових» слів або словосполучень, додаткові емоційні навантаження, які здатні до змін психологічного стану, а відтак — до сприяння у підвищенні упевненості дій, фізичної, інтелектуальної та соціальної активності, зниження тривожності пацієнта.

Дослідження, що проведені заявником, інформують про збільшення амплітуд основних ритмів електроенцефалограми при нейростимуляції мозку, частота якої співпадає з індивідуальним ритмом альфа-активності, а від того про підсилення ефективності впливу.

Результати нейроритмокореції свідчать про досягнення стійкого поліпшення стану, виключення розладів самопочуття, підвищення енергетичного рівня та потужності біопотенціалів головного мозку, скорочення термінів повернення дизретмії до норми у 1,2-2,1 рази.

Певні частоти в спектрі біопотенціалів здатні до виклику специфічних емоцій — задоволення, спокою (неспокою), тривоги, збудження, голоду (ситості). При прослуховуванні музики у НЧ-форматі, модульованої в діапазоні індивідуальних ритмів, спостерігаються: виражений сомногенний ефект (швидке засинання, більше ніж у 80% пацієнтів); поліпшення комплексних показників біоелектричної активності мозку; Підвищення загального рівня активації, редукція симптомів загальної слабкості; підвищення настрою, зменшення рівня симптомів депресії, тривоги, головного болю; нормалізація рівня артеріального тиску, частоти гіпертонічних кризів і показників вегетативного тону.

Більшість з обстежених пацієнтів відмічала наявність незв'язаного емоційного піднесення. Психологічні дослідження, із застосуванням карти САН і тесту Спілберга, дозволили об'єктивізувати покращення психологічного та емоційного станів, зниження рівня тривоги, у порівнянні з прототипом.

Це дозволяє ствердити, що заявлений спосіб нейроритмокореції при оптимальному виборі біологічного зворотного зв'язку є більш ефективним ніж усі відомі. Додатково винаходом забезпечуються підвищення сприйнятливості фонограм, можливість забезпечення контролю під час «індивідуалізації ритмів», відтворення способу у побутових умовах, зміни носія по першій вимозі пацієнта, використання носіїв будь якої відомої структури тощо.

Показання до терапевтично-профілактичного застосування способу нейроритмокореції: вегето-судинна дистонія, безсоння, диссомнія на фоні супутніх захворювань, невротичні та астено-депресивні стани, хронічний стрес, депресії в межах неврозу, синдром хронічної втоми, гіпертонічна хвороба I та II ступеня, епілепсія аудіогенна, відновні періоди інсульту, черепно-мозкової травми, фізичних та психічних навантажень, профілактика передчасного старіння при несприятливих екологічних умовах (при іонізуючих вітроміюваннях, інтоксикаціях), адаптації до підвищених психофізичних навантажень, підвищена енергетичного потенціалу. Спосіб нейроритмокореції рекомендується до означеного терапевтично-профілактичного застосування практично без обмежень.

Тож, означені вище відомості інформують про можливість використання заявленого способу в практичній нейрофізіології при нормалізації ритмічних характеристик головного мозку людини, з можливістю забезпечення важливого технічного результату.

Отже, розроблене технічне рішення відповідає умовам «промислова придатність», «новизна», «винахідницький рівень» і може бути кваліфіковане винаходом України.

Джерела інформації:

1. Смирнов В.М., Бородкин Ю.С. Артифициальные стабильные функциональные связи.-Л.:Мед., Лен. Отд., 1979.-192с.
2. Гуляев В.Ю., Матвеев В.А., Оранский И.Е. Электродиагностика, электростимуляция и импульсная низкочастотная электротерапия. Клинические, экспериментальные и методические аспекты.-Екатеринбург, 2000.-114 с.
3. Гуляев В.Ю., Матвеев В.А., Матвеев А.В. Электроцеребральная терапия. Классические и современные технологии.-Екатеринбург, 2000.- 48с.
4. Levin Yal. "Brain music" in the treatment of patients with insomnia. (Department of Nervous Diseases, Faculty of Postgraduate Professional Education, I. M. Sechenov Moscow Medical Academy) // Neurosci Behav Physiol.- 1998.- May, 28:3, 330-5.
5. Метод нейроритмокореції. David Johnston and Bob Ellison, Synttrillium Software; URL: <http://www.synttrillium.com>.
6. Пат. 4883067 (США), МІЖ А61В 5/04. Method and apparatus for translating the EEC into music to induce and control various psychological and physiological states and to control a musical instrument / Knispel Joel, Timonium MD Wright, Geoffrey (США); Neurosonics, Inc.; заявл. 15.05.87; -№ US 198700049992; НІЖ: 600-545; 600-028.