

УДК 61:681.31:612.821-08:615.851:616.831-073.97

## КОРЕКЦІЯ НЕСПРИЯТЛИВИХ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ СТАНІВ ЗА ДОПОМОГОЮ КОЛЬОРОВОГО ЗВОРОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ ЗА ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАМОЮ

С.-А.Й. Мадяр, В.Б. Павленко<sup>1</sup>, Е.В. Ейсмонт<sup>1</sup>, Н.В. Луцюк, Д.Г. Губкіна,  
С.В. Чорний, Є.В. Моїсеєнко<sup>3</sup>, О.Є. Ковалевська

*Таврійський національний університет імені В.І. Вернадського*

<sup>2</sup>*Міжнародна громадська академія "Модус Колоріс"*

<sup>3</sup>*Інститут фізіології імені О.О. Більмольця НАН України*

Використання кольорного зворотного зв'язку за електроенцефалограмою позитивно впливає на зниження тривожності і корегує несприятливі психофізіологічні стани.

**Ключові слова:** електроенцефалограма, викликані потенціали, моноамінергічні системи мозку, функціональний стан організму, біологічний зворотний зв'язок.

## КОРРЕКЦИЯ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ С ПОМОЩЬЮ ЦВЕТОВОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ПО ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЕ

С.-А.И. Мадяр, В.Б. Павленко<sup>1</sup>, Е.В. Эйсмонт<sup>1</sup>, Н.В. Луцюк, Д.Г. Губкина,  
С.В. Черный, Е.В. Моисеенко<sup>3</sup>, Е.Э. Ковалевская

<sup>1</sup> *Таврийский национальный университет имени В.И. Вернадского*

<sup>2</sup>*Международная общественная академия "Модус Колорис"*

<sup>3</sup>*Институт физиологии имени А.А. Бильмольца НАН Украины*

Использование цветовой обратной связи по электроэнцефалограмме положительно влияет на снижение тревожности и корректирует неблагоприятные психофизиологические состояния.

**Ключевые слова:** электроэнцефалограмма, вызванные потенциалы, моноаминергические системы мозга, функциональное состояние организма, биологическая обратная связь.

## THE CORRECTION OF UNFAVORABLE PSYCHOPHYSIOLOGICAL STATUSES WITH THE HELP OF COLOR FEEDBACK WITH ELECTRICAL ENCEPHALOGRAMS

S. - A.I. Madyar, V.B. <sup>1</sup>Pavlenko, E. V. <sup>1</sup>Aismont, N.V. Luciuk, D.G. Gubkina,  
S.V. Tcherniy, E.V. <sup>3</sup>Moiseenko, E.E. Kovalevskaya

<sup>1</sup> *Laboratory of neuroetology and psychophysiology of Tavriyskij National University named after of V.I. Vernadskij*

<sup>2</sup>*International public academy «Modus Koloris»*

<sup>3</sup>*Institute of physiology named after A.A Bogomolets of NAS of Ukraine*

**Summary.** Using color feedback with electrical encephalograms influences positively upon reduction of anxiety and corrects unfavorable psycho-physiological human statuses.

**Key words:** electrical encephalograms, caused potentials, monoaminergic systems of brain, the functional status of organism, biological feedback.

**Вступ.** Сеанси колірної біологічного зворотного зв'язку за ЕЕГ є немедикаментозним способом корекції несприятливих психофізіологічних станів, завдяки якому можна знизити надлишкову тривожність і досягти оптимального психофізіологічного стану.

Нині проблема тривожності набуває все більшої актуальності. Тривожність описують як певний стан індивіда в обмежений момент часу; у той же час, вона є стійкою властивістю будь-якої людини. Підвищена ситуативна тривожність, як стан (почуття тривоги), виникає й реалізується в результаті впливу складного комплексу різних стресогенних факторів на людину. Тривожність як риса особистості пов'язана з генетично детермінованими властивостями функціонуючого мозку людини, що спричиняють підвищений рівень емоційного збудження, емоційної тривоги. Особистісна тривожність, взаємодіючи з підвищеною ситуативною тривожністю, що викликана різними стресорами, призводить до посилення стресу, розвитку дистресу й різних психосоматичних захворювань. Можна говорити про те, що тривожність невіддільна від самого поняття життя людини. Незаперечно її організуюча роль як фактора інтеграції психічних процесів, але також не викликає сумніву її дестабілізуюча роль - у цьому випадку стан людини визначають як невроз, психоемоційну напругу й психопатологію.

Тривога або ситуативна тривожність - це неясний, неприємний емоційний стан, що характеризується очікуванням несприятливого розвитку подій, наявністю поганих передчуттів, страху, напруги й занепокоєння. Особистісна тривожність - це схильність людини до переживання стану тривоги. Найчастіше тривожність людини пов'язана з очікуванням соціальних наслідків її успіху або невдачі [Прихожан, 2007].

Раніше в нашій лабораторії було виявлено негативний зв'язок між рівнем особистісної й ситуативної тривожності й потужністю альфа-ритму в потиличних і центральних відведеннях [Чорний і співавт., 2004]. Метою даного дослідження є обробка й апробація нового методу корекції психофізіологічного статусу індивіда на основі керованого колірної впливу з врахуванням індивідуальних конституціональних і набутих особливостей.

**Вплив візуальної колірної стимуляції на психофізіологічний статус людини.**

На сьогоднішній день механізми психофізіологічного впливу візуальної кольоро-стимуляції вивчені не-

достатньо, наявні роботи найчастіше суперечливі. З використанням сучасних методик дослідження виконано лише невелику частину робіт (Готовский і співавт., 2001). Роботи останніх років спрямовані, в основному, на вивчення застосування впливу світла при лікуванні сезонних афективних розладів (САР). Симптоми САР повністю або частково знімаються при дії яскравого білого світла (Cohen et al., 1992), яке застосовують ранком, удень або ввечері (Avery et al., 2001), колірні тони підсилюють дію світлотерапії (Durlach et al., 2002).

Є лише одиничні роботи, у яких розглядалися зміни ЕЕГ-активності людини при стимуляції з використанням світла різних колірних тонів. Так, було показано, що експозиція світла червоного світлового тону викликає більш виражену й тривалу десинхронізацію альфа-ритму, ніж синього (Ali, 1972). Автор пояснює даний ефект більше вираженою загальною активацією під впливом червоного світла.

Ритмічна фотостимуляція із застосуванням мерехтливого світла різної частоти також демонструє залежність спостережуваних ефектів від світлового тону. Дослідження Х. Коматцу (Komatsu, 1987, 1991) показали, що мерехтливе світло червоного кольору є оптимальним для посилення ЕЕГ-ритмів у частотній смузі 17-18 Гц. Зелене світло ефективніше підсилює активність частотою 15 Гц, блакитне - у смузі 10-13 Гц. Мерехтливе біле світло оптимальне для посилення ЕЕГ-ритмів у смузі 18-19 Гц. Жовте світло діяло подібно до червоного й зеленого - найбільше посилення ЕЕГ-активності виявлялося в смузі 15-18 Гц. У роботах Р. Аустіна (Austin, 1991) отримані подібні результати. Автор показав, що, незважаючи на значні індивідуальні розбіжності, червоне мерехтливе світло оптимальне для посилення ЕЕГ-активності людини в смузі 15-18 Гц, жовте - 13 Гц, зелене - 10,5 Гц, блакитне - 9 Гц, фіолетове - у діапазонах тета- і дельта-ритмів ЕЕГ. Резюмуючи свої результати й дані інших дослідників Р. Аустін доходить висновку, що для посилення ЕЕГ-активності в діапазоні бета-ритмів і підвищення загальної активації ЦНС доцільно застосовувати ритмічну стимуляцію червоного тону, для посилення альфа-ритму й зниження активації - синього й зеленого. Фотостимуляція жовтим світлом дозволяє досягти посилення альфа-ритму в його високочастотному піддіапазоні. Зазначений висновок підтверджується успішністю застосування червоного мерехтливого світла для зняття

проявів передменструального синдрому. Як ми вже відзначали, при зазначеному захворюванні відзначається перевага низькочастотних ритмів ЕЕГ над високочастотними. Останні й підсилюються при стимуляції червоним мерехтливим світлом.

Індивідуальні розбіжності в ефективності впливу ритмічної фотостимуляції з використанням світла різних світлових тонів зв'язують із деякими аспектами когнітивного стилю досліджуваних. Так, виявлено (Broun, 1966), що ефекти фотостимуляції червоним світлом у людей з перевагою абстрактного стилю мислення більше виражені, ніж у досліджуваних з перевагою образного стилю. Для зеленого і синього світлових тонів така закономірність була відсутня.

Логічно припустити, що колірні впливи повинні підбиратися індивідуально для кожної людини й змінюватися залежно від її поточного функціонального стану. Одним з найчастіше застосовуваних методів корекції стану людини, що задовольняє даній вимозі, є біологічний зворотний зв'язок за електроенцефалограмою (ЕЕГ-33). Протоколом ЕЕГ-33 є альфа-тета тренінг. Сутність тренінгу полягає в проведенні сеансів ЕЕГ-33, спрямованих на зміну співвідношення потужності альфа- і тета-ритмів. Сеанси, метою яких було збільшення співвідношення потужності альфа- і тета-ритмів, показали свою ефективність для зниження тривожності, лікування неврозів, ендогенної депресії, порушень сну, аддитивних розладів, синдрому хронічної втоми, а також для зняття психоемоційної напруги після інтенсивної роботи на персональному комп'ютері (Rice et al., 1993; Сороко і співавт., 1995; Hammond, 1999; Тюнін, Павленко, 2005). У зв'язку з вищевикладеним, основою даної роботи є вдосконалення способу корекції психофізичного стану людини шляхом зміни яскравості світла різних кольорів, що впливають на людину, залежно від її поточних ритмів ЕЕГ.

#### Методи дослідження.

У **першій серії досліджень** взяли участь 47 дорослих випробуваних обох статей, що є студентами ТНУ. Всі випробувані були добровольцями. 23 випробуваних входили до експериментальної групи, а 24 - до групи контролю.

На першому етапі дослідження випробувані обох груп проходили тестування з використанням опитувальників Спілбергера, Кеттела, САН, тест Люшера (оцінювали ситуаційну й особистісну тривожність, характеристики особистості). Використовуючи аналіз ритму серцевих скорочень у випробуваних так само вимірювали величину індексу напруженості (ІН) вегетативної нервової системи.

На другому етапі випробувані експериментальної групи проходили **однократні сеанси** ЕЕГ-33 із світловим впливом світлодіодної матриці 12-ти кольорів в якості сигналу зворотного зв'язку. На підставі тесту Люшера й попереднього запису ЕЕГ надавалися відповідності найбільш бажаними для випробуваних кольорами, індивідуальним частотним діапазоном, що відповідають альфа-3 і бета-1 ритмам. Найменш бажаним кольорам, навпаки, надавалися частотні діапазони тета-ритму. Так, яскравість відповідних кольорів світлодіодної матриці відбивала поточну спектральну щільність потужності ритмів ЕЕГ випробуваних. Випробуваним давалася інструкція намагатися досягти стану, при якому найбільш приємні кольори на матриці будуть максимально представлені, а найменш приємні - навпаки, будуть зникати.

Досліджуваним контрольної групи пред'являлася світлодіодна матриця із кольорами, що змінюються в довільному порядку (поза залежністю від партерної поточної ЕЕГ випробуваних), тих же часових інтервалів, що й випробуваним експериментальної групи.

ЕЕГ відводилася у 16 відведеннях, за загальноприйнятою методикою. На завершальному етапі дослідження випробувані знову проходили психологічне тестування.

У **другій серії** досліджень взяли участь 4 дорослих випробуваних, які проходили серію з 8-10 сеансів за зазначеною методикою.

У **третьій серії** досліджень взяли участь 6 дітей у віці від 7 до 14 років (4 хлопчики й 2 дівчинки) з підвищеним рівнем тривожності. Тренінг містив у собі від 7 до 12 сеансів кольорного зворотного зв'язку за ЕЕГ, під час яких яскравість кольорів на світлодіодній матриці, кольорної таблиці, розробленої Стефаном Мадяром, та інших кольорових зображень на екрані монітора змінювалася залежно від потужності альфа ритму (8-13 Гц). У раніше проведеному дослідженні на 118 випробуваних у віці від 10 до 15 років нами було показано, що ЕЕГ високотривожних дітей і підлітків на статистично достовірному рівні характеризується більш низькими величинами амплітуд альфа-ритму і співвідношеннями амплітуд альфа- і тета-ритмів у порівнянні з ЕЕГ дітей і підлітків, що характеризуються низьким рівнем тривожності. У зв'язку з цим при проведенні тренінгів прагнули збільшити співвідношення альфа- і тета-ритмів ЕЕГ.

При проведенні тренінгів зворотний зв'язок здійснювався за ЕЕГ, що реєструвалася від центрального локусу правої півкулі (відведення С4). Записи фонової ЕЕГ при закритих і відкритих очах тривалистю по 1,5 хвилини проходилися до й після кожного сеансу.

У випадку застосування світлодіодної матриці випробуваний перебував у звукоізолюваній камері в зручному кріслі; матриця перебувала на відстані 1,5 м від очей дитини. Перед тренінгом з дитиною проводилася бесіда, у ході якої визначали найбільш прийнятний для випробуваного колір, якому надавали частоту тренуваного ритму, а також пояснювалася залежність виведеного на світлодіодну матрицю сигналу ЗЗ від рівня розслаблення: чим вище рівень розслаблення, тим частіше й на більш тривалий час на світлодіодній матриці загорявся прийнятний колір. Сеанс складався з кількох трихвилинних записів кольорного зворотного зв'язку по ЕЕГ, що чергувалися з короткими паузами.

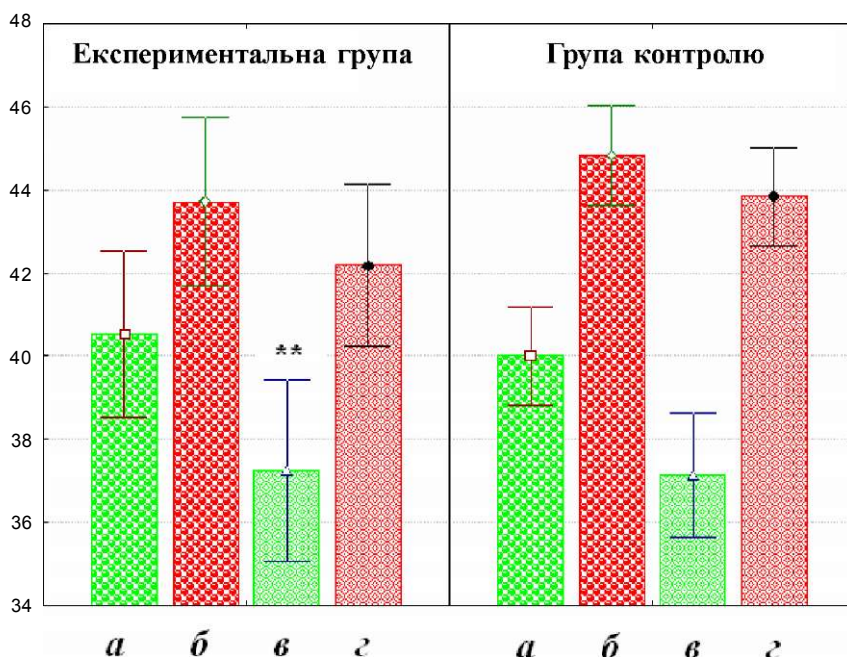
У випадку застосування кольорних таблиць С. Маджара й кольорових зображень випробуваний перебував у зручному кріслі перед екраном монітора. Колірна таблиця являє собою сукупність різнобарвних квадратів однакового розміру. Випробуваний одержував інструкцію, відповідно до якої яскравість жовтих, червоних,

жовтогарячих і зелених кольорів збільшувалася при емоційному й фізичному розслабленні, а яскравість синього, блакитного, бордового й фіолетового кольорів збільшувалася при втраті спокійного, розслабленого стану (тобто при домінуванні тета-ритму). Картинки являли собою зображення природи. Чим вищим був рівень розслаблення випробуваного й, відповідно, потужність альфа-ритму, тим яскравішими ставали, наприклад, плоди на дереві. Тривалість запису з ЗЗ становила від 1,5 до 3-х хвилин.

#### Результати дослідження

**Ефекти однократних сеансів кольорного ЕЕГ-ЗЗ.** Після проведення однократних сеансів ЕЕГ-ЗЗ виявлено ряд змін показників експериментальної групи в порівнянні з контрольною.

**Застосування опитувальника Спілбергера** показало, що після проведення вже однократного сеансу ЕЕГ-ЗЗ спостерігаються достовірні зміни тривожності (рис. 1).



а - рівень ситуативної тривожності до сеансу ЕЕГ-33 чи його імітації;  
б - рівень особистісної тривожності до сеансу ЕЕГ-33 чи його імітації;  
в - рівень ситуативної тривожності після сеансу ЕЕГ-33 чи його імітації;  
г - рівень особистісної тривожності після сеансу ЕЕГ-33 чи його імітації.

Рис. 1. Зміна показників тривожності в процесі однократних сеансів кольорового ЕЕГ-33 або їх імітації.

Так, в експериментальній групі випробуваних показник ситуативної тривожності вірогідно знижувався ( $p=0,008$ ), у той час як у групі контролю зниження даного показника у випробуваних після імітації сеансу ЕЕГ-33 хоча й спостерігалось, але було набагато менш вираженим, не досягало рівня статистичної значимості.

У **результатах опитувальника САН** достовірних змін не спостерігалось, однак є тенденції до змін, різних залежно від групи (рис. 2).

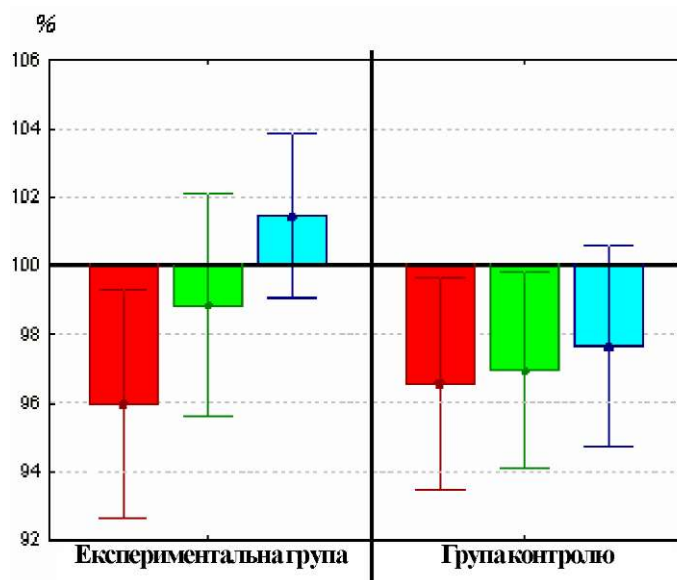
У групі контролю всі три показники ("самопочуття", "активність" і "настрій") мають тенденцію до зниження. Це може бути обумовлене тим, що випро-

бувані трохи стомлювалися в ході проходження сеансів імітації ЕЕГ-33.

В експериментальній групі, поряд із тенденцією до зниження показників "самопочуття" і "активності", обумовлених стомленням випробуваних, спостерігалася зворотна тенденція в показнику "настрою". Тенденція до зростання даного показника може бути пояснена тим, що випробувані експериментальної групи бачать результат своїх зусиль (сигнал зворотного зв'язку на світлодіодній матриці змінюється відповідно до їхніх цілеспрямованих зусиль).

**Середній рівень ІН** до сеансів ЕЕГ-33 або їхньої імітації становив близько 93,5 умовних одиниць. Згідно

**Рис. 2. Зміна показників самопочуття, активності, настрою в процесі однократних сеансів кольорового ЕЕГ-33 або їх імітації.**



з даними літератури (Баевский, 1979) індекс напруженості регуляторних систем зі значенням нижче 30 умовних одиниць відповідає стану ваготонії, тобто перевазі впливу парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи; 30-90 умовних одиниць відпові-

дає стану нормотонії; від 90 до 160 умовних одиниць відповідає стану симпатикотонії, тобто помірній перевазі симпатичного відділу вегетативної нервової системи; більше 160 умовних одиниць відповідає стану гіперсимпатикотонії (табл. 1).

**Таблиця 1. Розподіл показників переваги активності відділів вегетативної нервової системи у відповідності зі значеннями індексу напруги**

Величина індексу	Інтерпретація значень
ІН < 30	ваготонія
ІН 30-90	нормотонія
ІН 90-160	симпатикотонія
ІН >160	гіперсимпатикотонія

У ході проведення сеансів ЕЕГ-33 ІН випробуваних експериментальної групи вірогідно знижувався (рис.3), досягнувши середнього значення 68,4 умовні одиниці, тобто рівня нормотонії. У групі контролю достовірних змін показника ІН не спостерігалось.

Після сеансу в експериментальній групі відзначено збільшення частки нормотоніків за рахунок нормалізації цього показника як у симпатикотоніків, так і у гіперсимпатикотоніків. Крім того, після проведення сеансу ЕЕГ-33 у жодного випробуваного не спостерігалось гіперсимпатикотонії.

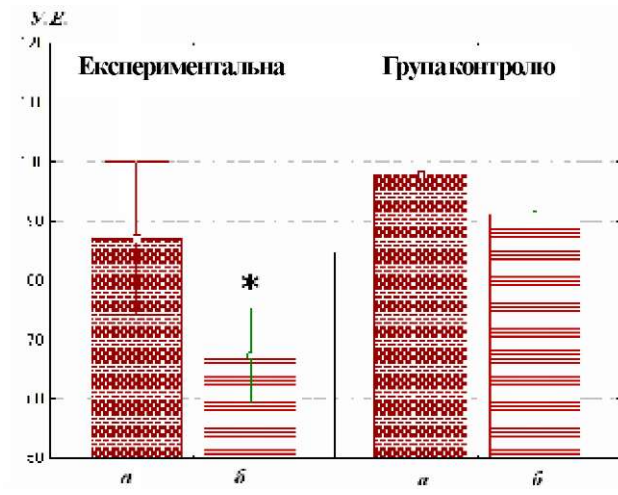
У групі контролю, нарівні зі зниженням рівня ІН, у одних випробуваних спостерігалось зростання даного показника, в інших - зниження. В результаті цього зміни на діаграмі до й після проведення сеансу імітації ЕЕГ-33 виражені не настільки яскраво, як в експериментальній групі.

За результатами тесту Дембо-Рубенштейн достовірних величин досяг показник самооцінки розслаб-

леності випробуваних експериментальної групи. У контрольній групі ніяких достовірних змін у показниках даного тесту не було. Цей результат підтверджує, що після проходження вже однократного сеансу ЕЕГ-33 із кольорним сигналом зворотного зв'язку стан випробуваних змінювався не тільки об'єктивно, але й суб'єктивно - зростання самооцінки показника "розслабленість" (рис. 5).

Значні зміни спостерігалися так само в **партерні ЕЕГ** (рис. 6). На рисунку представлені зміни потужностей ЕЕГ у частотних діапазонах тета-, альфа-1, альфа-2, альфа-3 і бета-1 ритмів, що досягають достовірних величин.

В експериментальній групі у випробуваних спостерігається достовірне зростання потужностей альфа-1 і альфа-2 піддіапазонів у потиличних (альфа-1 і альфа-2), центральних (альфа-1) і лобових (альфа-2) відведеннях. У той же час, у тета-діапазоні достовірних змін потужності ритму не спостерігається.



а - рівень індексу напруження до сеансу EEG-33 чи його імітації;  
б - рівень індексу напруження після сеансу EEG-33 чи його імітації.

Рис. 3. Зміна показників індексу напруженості в процесі однократних сеансів кольорового EEG-33 або їх імітації.

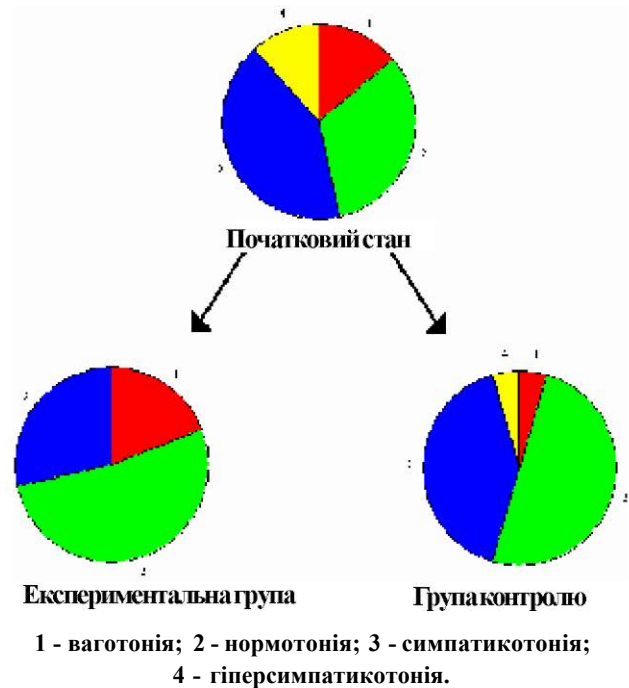


Рис. 4. Зміна співвідношення кількості випробуваних з перевагою активності відділів вегетативної нервової системи в процесі однократних сеансів кольорового EEG-33 або їх імітації.

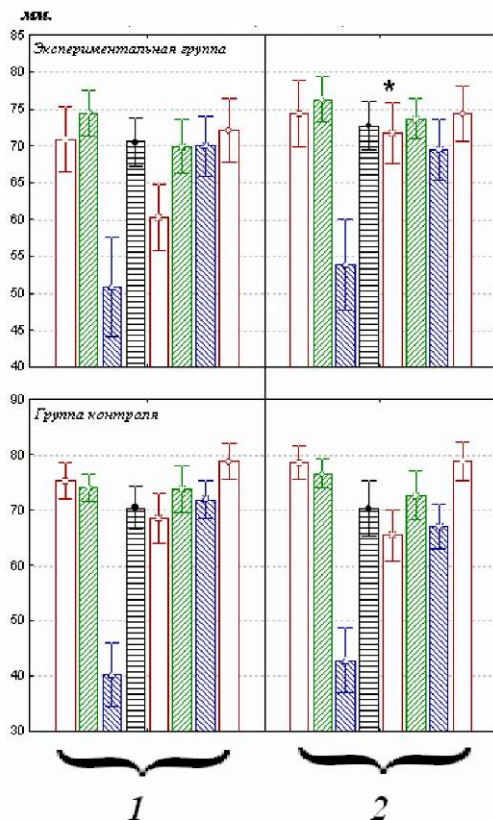


Рис. 5. Зміна показників самооцінки випробуваних в процесі однократних сеансів кольорового EEG-33 або їх імітації.

Дана закономірність свідчить про внутрішньокоркову модуляцію альфа-ритму у випробуваних експериментальної групи, тобто підтверджує ефективність уже однократного сеансу ЕЕГ-33 при використанні колірною сигналу кольорорідної матриці в якості сигналу зворотного зв'язку. Достовірне зниження потужності високочастотного альфа- і низькочастотного бета-ритмів у випробуваних експериментальної групи свідчить про зниження напруженості загального емоційного фону при проходженні тренінгу, а значить досягнення випробуваними стану психоемоційного розслаблення.

Зовсім інша картина спостерігається у випробуваних групи контролю. Нарівні із зростанням потужності альфа-ритму спостерігається достовірне збільшення потужності тета-ритму. У тета-діапазоні відбувається зміна в лобово-потиличному напрямку, і виходить, що дані закономірності пов'язані не зі зміною модуляції внутрішньокоркової, а з активацією таламокортикальних ланцюгів (отже й зростання потужності альфа-ритму у випробуваних групи контролю пов'язане з таламічною модуляцією, на відміну від випробуваних експериментальної групи).

Оскільки високочастотний альфа-ритм (альфа-3) відображає "готовність до активації", то збільшення його потужності, нарівні зі збільшенням потужності бета-1 ритму, свідчить про вибір випробуваними певної стратегії поведінки. Тобто, не одержуючи сигналу зворотного зв'язку як випробувані експериментальної групи, вони намагалися виявити закономірності зміни кольорів світлодіодної матриці й адаптувати до них свою поведінку. Збільшення активності всього спектра ЕЕГ у випробуваних контрольної групи свідчить про активацію ретикулярної формації, на відміну від коркової модуляції альфа-ритму у випробуваних експериментальної групи.

**У другій серії досліджень** пройшли багаторазові сеанси ЕЕГ-33 четверо дорослих випробуваних. Після завершення тренінгів у трьох з них спостерігалось зниження рівня ситуативної тривожності, у двох - зниження так само й особистісної тривожності. У одного випробуваного рівень як ситуативної, так і особистісної тривожності трохи зріс.

У трьох випробуваних найбільш бажаними виявилися кольори синьо-зеленої гама, а найменш - жовто-жовтогарячої. В одного випробуваного найбільш бажаними виявилися кольори червоної гама, а найменш - зелені й жовтогарячі.

У двох випробуваних, що досягли стабільних позитивних результатів (зниження рівнів як ситуативної, так і особистісної тривожності) спостерігалось

збільшення потужності всіх трьох піддіапазонів альфа-ритму, у тому числі й альфа-3. Спільним у поведінці цих двох випробуваних була стабільність у виробленні стратегії релаксації. Одержавши вже перші позитивні результати, вони так і продовжували закріплювати результат у тому ж напрямку. Виконували всі рекомендації експериментатора, при потребі - задавали питання.

У третього випробуваного, який досяг зниження лише ситуативної тривожності, в результаті проходження тренінгу збільшилася потужність альфа-1 і альфа-2, але не альфа-3 ритмів, особливо в потиличних відведеннях. Оскільки потужність бета-1 ритму так само помітно збільшилася, можна припустити, що досягненню максимальних результатів перешкодила обрана випробуваним стратегія релаксації. Досягши деяких позитивних результатів уже після перших декількох відвідувань, він не закріпив результат, а навпаки, продовжив пошук можливих моделей релаксації (про це свідчили його усні самозвіти після проходження кожного із сеансів про методики, застосовані ним цього разу).

Четвертий випробуваний, що не досяг позитивного результату (зменшення рівня як ситуативної, так і особистісної тривожності), відрізнявся підвищеною емоційною лабільністю. Ефективність тренінгу була знижена невір'ям випробуваного в позитивний результат. Хоча в ході власне тренінгів випробуваному і вдалося виробити досить стабільну стратегію релаксації, постійно надходили усні скарги на те, що в нього нібито нічого не виходить. Однак за поведінковими ознаками (за відгукками колег) можна було припустити, що в дійсності рівень тривожності у даного випробуваного трохи знизився.

Проаналізувавши результати тренінгів першої й другої серії досліджень можна зазначити, що сеанси із застосуванням колірною зворотного зв'язку за ЕЕГ, спрямовані на збільшення спектральної потужності альфа-3- і бета1-ритму приводять до збільшення спектральної потужності зазначених ритмів ЕЕГ, а також до зниження рівня тривожності, що визначається за допомогою психологічного тестування. Таким чином, можна зробити висновок про ефективність сеансів колірною зворотного зв'язку за ЕЕГ для зниження тривожності.

**У третій серії** досліджень взяли участь 6 дітей у віці від 7 до 14 років (4 хлопчики й 2 дівчинки) з підвищеним рівнем тривожності.

**Випробувана Д. А., 7 років**, проходила тренінг, що включав 10 сеансів із застосуванням світлодіодної матриці. В результаті проходження сеансів було

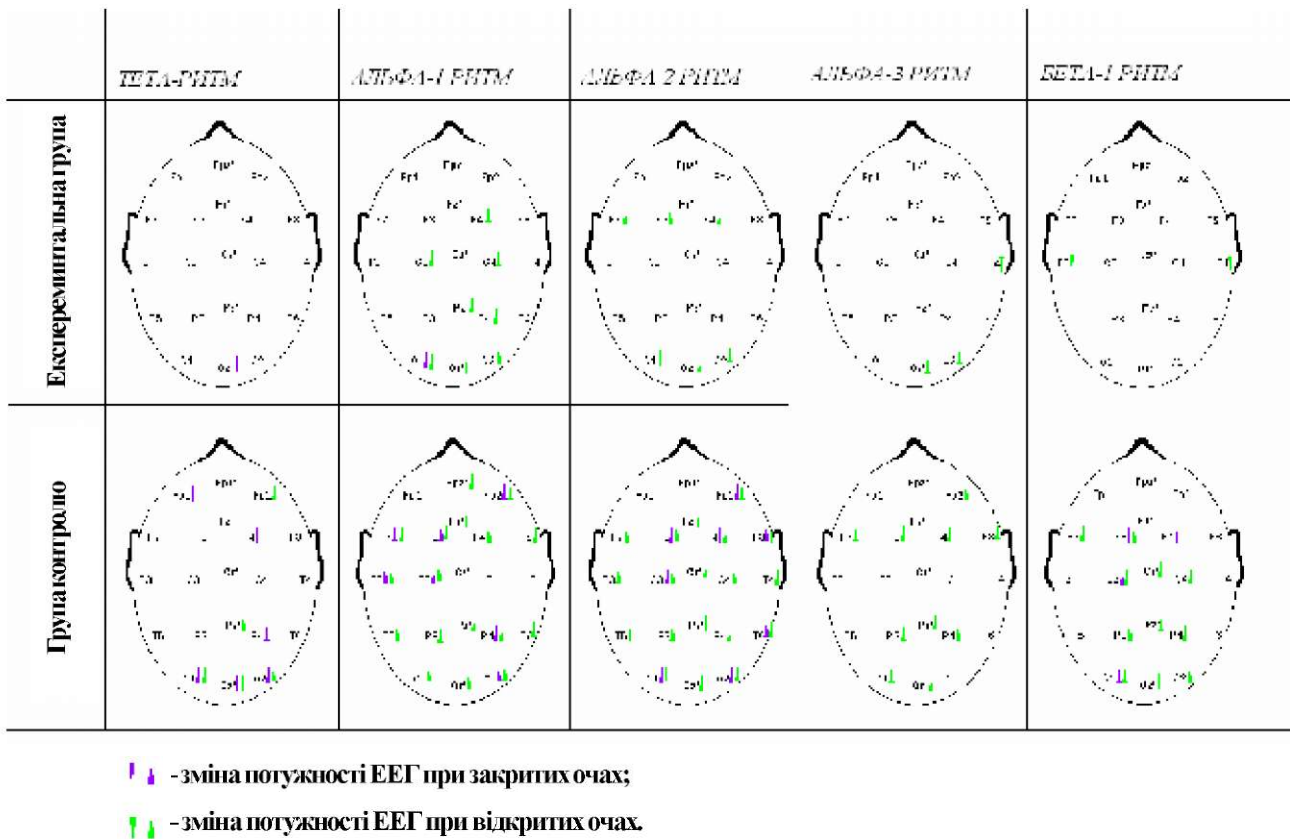


Рис. 6. Зміна спектральної щільності потужності ЕЕГ випробуваних в процесі однократних сеансів кольорового ЕЕГ-33 або їх імітації (стрілками позначені лише достовірні зміни).

виявлено збільшення, у порівнянні з вихідним рівнем, спектральної потужності альфа-ритму, а також співвідношення спектральних потужностей альфа- і тета-ритмів практично у всіх відведеннях при реєстрації ЕЕГ при закритих очах у стані відносно спокійного несну. Психологічне тестування ("Дім-Дерево-Людина") показало зниження рівня тривожності на 1 бал (з 4-х балів до 3-х).

**Випробуваний М. В., 9 років**, проходив тренінг з 9 сеансів із застосуванням світлодіодної матриці. У результаті проходження тренінгу спостерігалось зростання величини спектральної потужності альфа-ритму й величини співвідношення потужностей альфа- і тета-ритмів практично у всіх відведеннях при реєстрації ЕЕГ при закритих очах. На рис. 7 представлено зміни розподілу співвідношення спектраль-

них потужностей альфа- і тета-ритмів при закритих очах після проведення першого й останнього сеансів ЕЕГ-33. Червоними кольорами позначені ділянки, у яких домінує альфа-ритм.

Психологічне тестування ("Дім-Дерево-Людина") показало зниження рівня тривожності на 1 бал (з 4-х балів до 3-х).

**Випробуваний П. Д., 11 років**, проходив тренінг, що включав 7 сеансів із застосуванням світлодіодної матриці. У результаті проходження тренінгу спостерігалось зниження спектральної потужності тета-ритму практично у всіх відведеннях, збільшення спектральної потужності альфа-ритму, переважно в тім'яних і потиличних зонах мозку, при реєстрації ЕЕГ при закритих очах. На рисунку 8 представлено зміни топографічного розподілу величини співвідношення

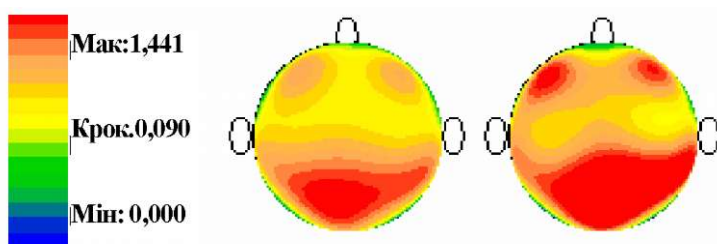
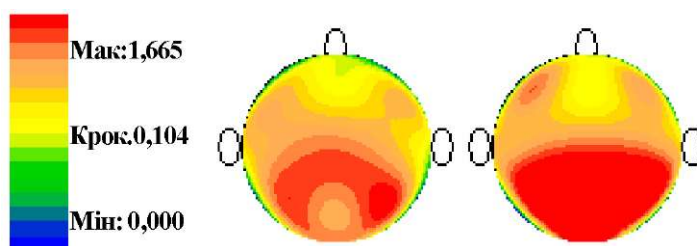


Рис. 7. Топографічні зміни розподілу співвідношення спектральних потужностей альфа- і тета-ритмів у випробуваного М.В. при закритих очах після проведення першого та останнього сеансів ЕЕГ-33. Ліворуч: шкала співвідношення альфа- і тета-ритмів.



*Рис. 8.* Топографічні зміни розподілу співвідношення спектральних потужностей альфа- і тета-ритмів у випробуваного П.Д. при закритих очах після проведення першого та останнього сеансів ЕЕГ-33. Позначення, як на рис. 7.



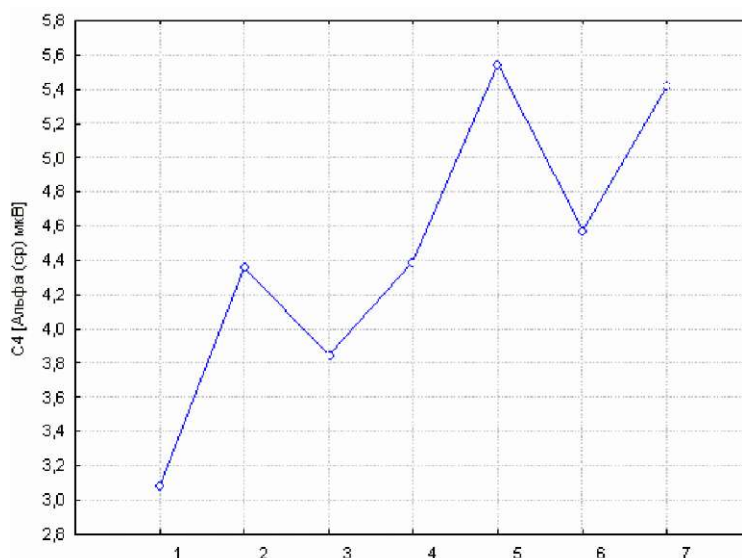
потужності альфа-ритму до потужності тета-ритму при закритих очах після першого й останнього сеансу колірною 33.

На рис. 9 представлено динаміку нормованої потужності альфа-ритму в даного випробуваного протягом серії сеансів. Звертає на себе увагу зростання потужності альфа-ритму.

Психологічне тестування показало зниження рівня тривожності на 1 бал за тестом "Дім-Дерево-Людина" (з 7-ми балів до 6) і на 3 бали за колірним тестом Люшера (з 11 балів до 8).

**Випробувана Т. А., 11 років**, проходила тренінг, що складався з 12 сеансів із застосуванням світлодіодної матриці, колірної таблиці С. Мадяра й кольоро-

*Рис. 9.* Динаміка спектральних потужностей альфа- і тета-ритмів у випробуваного П.Д. при закритих очах протягом 7 сеансів ЕЕГ-33. По горизонталі - номер сеансу, по вертикалі - потужність альфа-ритму ЕЕГ.



вих зображень на екрані монітора. У результаті проходження тренінгу спостерігалось зростання величини спектральної потужності альфа-ритму й величини співвідношення потужностей альфа- і тета-ритмів практично у всіх відведеннях при реєстрації ЕЕГ при закритих очах. На рисунку 10 представлено зміну топографічного розподілу величини співвідношення потужності альфа-ритму до потужності тета-ритму при закритих очах після першого й останнього сеансу колірною 33.

Психологічне тестування показало зниження рівня тривожності на 1 бал за тестом "Дім-Дерево-Люди-

на" (з 3-х балів до 2-х) і на 1 бал за колірним тестом Люшера (з 2-х балів до 1).

**Випробуваний М. К., 13 років**, проходив тренінг, що складається з 11 сеансів із застосуванням світлодіодної матриці, колірної таблиці С. Мадяра й кольорових зображень на екрані монітора. В результаті проходження сеансів спостерігалось зростання величини спектральної потужності альфа-ритму й величини співвідношення потужностей альфа- і тета-ритмів практично у всіх відведеннях при реєстрації ЕЕГ при закритих очах. На рисунку 11 представлено зміни топографічного розподілу величини співвідно-

*Рис. 10.* Топографічні зміни розподілу співвідношення спектральних потужностей альфа- і тета-ритмів у випробуваного Т.А. при закритих очах після проведення першого та останнього сеансів ЕЕГ-33. Позначення, як на рис. 7.

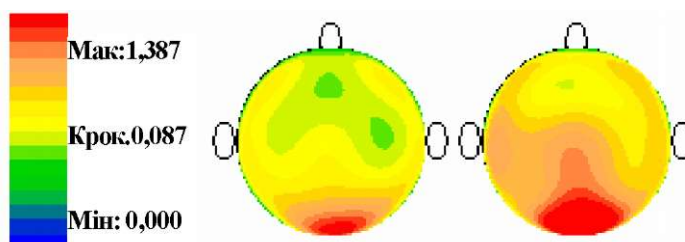




Рис. 11. Топографічні зміни розподілу співвідношення спектральних потужностей альфа- і тета-ритмів у випробуваного М.К. при закритих очах після проведення першого та останнього сеансів ЕЕГ-ЗЗ. Позначення, як на рис. 7.

шень потужності альфа-ритму до потужності тета-ритму при закритих очах після 4-го й 9-го сеансів колірною ЗЗ.

Психологічне тестування показало зниження рівня тривожності на 12 балів за шкалою особистісної тривожності тесту Спілбергера - Ханіна (з 63 балів до 51), на 12 балів за шкалою загальної особистісної тривожності А.М. Прихожан (з 48 балів до 36) і на 3 бали за колірним тестом Люшера (з 5 балів до 2-х).

**Випробуваний М. Д., 14 років,** проходив тренінг, що складається з 10 сеансів із застосуванням світлодіодної матриці, колірної таблиці С. Мадяра й

кольорових зображень на екрані монітора. У результаті проходження тренінгу спостерігалось зростання величини спектральної потужності альфа-ритму й величини співвідношення потужностей альфа- і тета-ритмів практично у всіх відведеннях при ресстрації ЕЕГ при закритих очах. На рисунку 12 представлено зміни топографічного розподілу величини співвідношення потужності альфа-ритму до потужності тета-ритму при закритих очах після першого й останнього сеансу колірною ЗЗ.

Психологічне тестування не виявило зниження рівня тривожності.

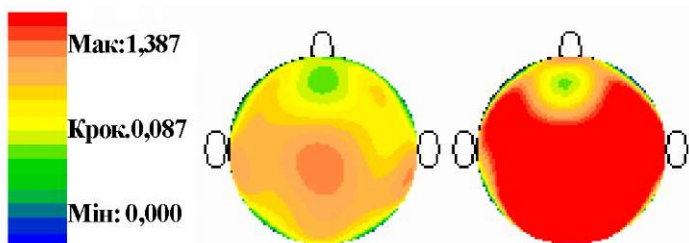


Рис. 12. Топографічні зміни розподілу співвідношення спектральних потужностей альфа- і тета-ритмів у випробуваного М.Д. при закритих очах після проведення першого та останнього сеансів ЕЕГ-ЗЗ. Позначення, як на рис. 7.

Проаналізувавши результати тренінгів третьої серії досліджень можна зазначити, що сеанси із застосуванням колірною зворотного зв'язку за ЕЕГ, спрямовані на збільшення спектральної потужності альфа-ритму, призводять до збільшення спектральної потужності альфа- і тета-ритмів в ЕЕГ при закритих очах у всіх учасників, а також зниження рівня тривожності, який визначається за допомогою психологічного тестування у більшості (п'ять із шести) випробуваних. Таким чином, можна зробити висновки про ефективність сеансів колірною зворотного зв'язку за ЕЕГ по зниженню тривожності у дітей і підлітків.

**Висновки.** 1. Встановлено, що сеанси на ЕЕГ-ЗЗ із застосуванням колірною впливу, спрямовані на збільшення спектральної потужності індивідуально

визначених піддіапазонів альфа-ритму у дорослих випробуваних з різним рівнем тривожності приводять до збільшення потужності зазначених ритмів, а також до зниження рівня тривожності.

2. Вперше показано, що тривалі тренінги по корекції підвищеної тривожності у дітей і підлітків, спрямовані на збільшення спектральної потужності альфа-ритму на основі методу колірною ЕЕГ-ЗЗ, приводять до зростання потужності альфа-ритму і його співвідношення до тета-ритму, а також до збільшення модальної частоти альфа-ритму правої півкулі головного мозку, що супроводжується зниженням рівня тривожності у більшості випробуваних.

3. Встановлено, що сеанси колірною зворотного зв'язку за ЕЕГ, ефективно впливаючи на зниження тривожності у людей, сприяють корекції несприятливих психофізіологічних станів.

#### Література

1. Прихожан А. М. Психология тревожности: дошкольный и школьный возраст. - СПб. : Питер, 2007. - 192 с.

2. Черный С. В., Павленко В. Б. Тревожность, ее ЭЭГ-корреляты и возможные механизмы // Учен. зап. Тавр.

- нац. ун-та им. В. И. Вернадского - 2004. - Т. 17 (56), № 1 / - С. 89-98.
3. Готовский Ю.В., Вышеславцев А.П., Косарева Л.Б., Петров Ю.Ф., Шрайбман М.М. Цветовая светотерапия. - М.: ИМЕДИС, 2001. - 432 с.
4. Cohen R.M., Gross M., Nordahl T.E., Semple W.E., Oren D.A., Rosenthal N. Preliminary data on the metabolic brain pattern of patients with winter seasonal affective disorder // Arch. Gen. Psychiatry. - 1992. - V 49, N. 7. - P. 545-552.
5. Avery D.H., Kizer D., Bolte M.A., Hellekson C. Bright light therapy of subsyndromal seasonal affective disorder in the workplace: morning vs. afternoon exposure // Acta Psychiatr. Scand. - 2001. - V 103, N 4. - P. 267-274.
6. Durlach J., Pages N., Bac P., Bara M., Guiet-Bara A. Biorhythms and possible central regulation of magnesium status, phototherapy, darkness therapy and chronopathological forms of magnesium depletion // Magnes Res.. - 2002. - V 15, N1-2. - P. 49-66.
7. Ali M.R. Pattern of EEG recovery under photic stimulation by light of different colours // EEG and Clin. Neurophysiol.. - 1972. - V 33, N 3. - P. 332-335.
8. Komatsu T., Shibutani K., Okamoto K. et al. Critical level of oxygen delivery after cardiopulmonary bypass. Crit Care Med 1987; 15:194-197.
9. Austin R. Shedding light on photic driving // Megabrain Report. - 1991. - V1, N 2. - P. 27-30.
10. Broun B. Specificity of EEG photic flicker responses to color as related to visual imagery ability // Psychophysiology. - 1966. - V 2, N 3. - P. 197-207.
11. Rice K., Blanchard E., Purcell M. Biofeedback treatments of generalized anxiety disorder: preliminary results // Biof. & SelfRegulation. - 1993. - V18, № 2. - P. 93-105.
12. Сороко С. И., Мусуралиев Т.Ж., Комаров И.Н., Соложенкин В.В. Коррекция нервно-психических дезадаптационных нарушений с помощью метода функционального биоуправления с ЭЭГ-обратными связями // Физиология человека, 1995. - Т. 21, № 6. - С. 14-28.
13. Hammond D.C. Treatment of chronic fatigue syndrome with neurofeedback and self-hypnosis: a case report // J. Neurotherapy. - 1999. - V 3, N 4.
14. Тюнин В.Л., Павленко В.Б. Коррекция неблагоприятных эффектов напряженной работы на компьютере с помощью электроэнцефалографической обратной связи // Пробл., достижения и перспективы развития мед.-биол. наук и практ. здравоохранения. - 2005. - № 3. - С. 174-178.
15. Спилбергер Ч.Д. Концептуальные и методологические проблемы исследования тревоги // Стресс и тревога в спорте: международный сборник научных статей. - М.: ФиС, 1983. - С. 12-24.
16. Люшер М. Сигналы личности: ролевые игры и их мотивы. - Воронеж: НПО "МОДЭК", 1993 - 160 с.
17. Мадяр С.-А.Й., Бержанский В.Н., Шинкаревский П.В., Куличенко А. М., Павленко В. Б., Ковалевская Е.Э., Радионова Т.А., Дьяченко Е.В. Психофизиологические эффекты воздействия цветowych таблиц С. А. Мадяра // Биология, химия. - Т.17 (56), №1. - 2004. - С. 48-54.
18. Мадяр С.-А.Й. Свідоство про реєстрацію авторського права №7043 - "Біоколор" - спосіб корекції психофізіологічного стану людини. 30.01.2003 р.
19. Тюнин В.П., Мадяр С. - А.И., Ковалевская Е.Э., Павленко В.Б. Коррекция неблагоприятных влияний напряженной работы на компьютере с помощью цветowych таблиц С. А. Мадяра // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. - Т. 18 (57), №1. - 2005 - С. 138-145.