

SPECIFIČNE KARAKTERISTIKE MOŽDANIH TALASA I NJIHOVA PRIMENA

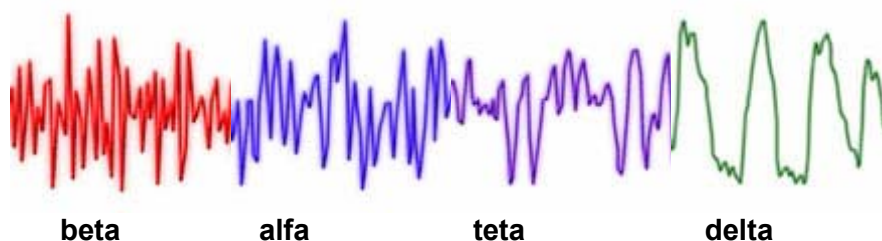
Prof dr Ljiljana Mašković, Kriminalističko-Policijska Akademija, Beograd, Srbija
E-mail:maskovicm@yahoo.co.uk

Abstrakt: *U radu je izvršena teorijska analiza moždanih talasa. Analiziran je mozak kao izvor elektromagnetskih talasa. Preko hamiltonijana jednog fotona u aproksimaciji približne druge kvantizacije određene su energija i vreme života moždanih talasa, kao i unutrašnja energija sistema moždanih talasa. Zaključeno je da su fotoni ekstremno niskih energija (moždani fotoni) hibridi vakuumskih fotona i spinskih talasa. Energije moždanih fotona imaju jako prigušenje. Veličina prigušenja kao i realni deo zakona disperzije zavise od pravca kretanja. Unutrašnja energija sistema moždanih fotona je veoma visoka i samo blagodareći kratkim vremenima života ne dovodi do razaranja moždanih ćelija. Posebna pažnja posvećena je primeni moždanih talasa.*

UVOD

Eksperimentalno je ustanovljeno da ljudski mozak emituje niskofrekventne elektromagnetske talase [1-7]. Elektroencefalografija (EEG) [8-11] se bavi izučavanjem promene električnog potencijala mozga, odnosno, koristi se za merenje frekvencije ovih talasa (u daljem tekstu ćemo ih nazivati moždani talasi, a kvante njihovog oscilovanja moždani fotoni) koje se kreću u intervalu od $(1 - 50) \text{ Hz}$.

Spektar moždanih talasa ima četiri frekventne oblasti [12-14]: beta, alfa, teta i delta, Sl.1. Beta talasi imaju frekvenciju od $(14 - 50) \text{ Hz}$. To su talasi koje mozak emituje u budnom stanju. Alfa talasi imaju frekvenciju od $(8-13) \text{ Hz}$. Oni se spontano javljaju neposredno pred spavanje ili nakon buđenja i imaju ključnu ulogu kod opuštanja-relaksacije. Teta talasi se javljaju u rasponu od $(4 - 7) \text{ Hz}$. Njih mozak spontano emituje za vreme spavanja sa snovima. Na kraju se nalaze delta talasi sa frekvencijom $(0.5-3.5) \text{ Hz}$. Javljaju se tokom dubokog sna bez snova. Uopšteno gledano u beta stanju smo fokusirani prema spoljašnjem svetu, u alfa prema unutrašnjem svetu, dok teta i delta stanja prodiru duboko u unutrašnjost. Što su manje frekvencije moždanih talasa to više ulazimo u podsvest.



Sl 1- Spektar moždanih talasa

Na osnovu izraza za energiju jednog oscilatornog kvanta $E = h\nu$ gde je h Plankova konstanta, a ν frekvencija talasa, može se zaključiti da energije moždanih fotona leže u intervalu $(6,626 \cdot 10^{-34} - 3,13 \cdot 10^{-32}) \text{ J}$. Navedene energije su ekstremno niske. Statistički posmatrano ekstremno niskim energijama odgovaraju veoma visoke populacije, pa je za očekivanje da unutrašnja energija sistema moždanih talasa bude relativno visoka. Pošto je reč o elektromagnetnim talasima, na osnovu formule $\lambda = \frac{c}{\nu}$, gde je λ talasna dužina elektromagnetskih talasa, a c brzina svetlosti, dolazi se do zaključka da moždani talasi imaju izvanredno velike talasne dužine koje leže u intervalu $(6 \cdot 10^6 - 3 \cdot 10^8) \text{ m}$.

Navedene specifične karakteristike moždanih talasa, koje se drastično razlikuju od karakteristika radio talasa, talasa vidljive svetlosti i karakteristika niskotalasnih fotona (kvanti x -zraka, kvanti χ -zraka i kvanti kosmičkog zračenja), nameću potrebu da se moždani talasi detaljnije ispituju.

TEORIJSKA ANALIZA ENERGETSKOG SPEKTARA MOŽDANIH FOTONA

Moždani fotoni se analiziraju koristeći linearizovani fotonski hamiltonijan. Poznato je da fotonski hamiltonijan:

$$\hat{H} = \pm c \sqrt{\hat{p}_x^2 + \hat{p}_y^2 + \hat{p}_z^2} \quad (1.1)$$

gde je c brzina svetlosti i $\hat{p}_x, \hat{p}_y$ i $\hat{p}_z$ su komponente impulsa, nije linearan operator i kao takav se zbog principa superpozicije ne može primenjivati. Zato je potrebno izvršiti njegovu linearizaciju.

Pretstavljajući sumu kvadrata pred znakom korena u vidu kvadrata sume, hamiltonijan (1.1) svodimo na linearnu formu:

$$\hat{H} = c(\hat{\alpha}\hat{p}_x + \hat{\beta}\hat{p}_y + \hat{\chi}\hat{p}_z) \quad (1.2)$$

U formi (1.2) $\hat{\alpha}, \hat{\beta}, \hat{\chi}$ su 2×2 Pauli matrice [15] koje zadovoljavaju sledeće komutacione relacije :

$$\begin{aligned} [\hat{\alpha}, \hat{\beta}] &= 2i\hat{\chi} \\ [\hat{\chi}, \hat{\alpha}] &= 2i\hat{\beta} \\ [\hat{\beta}, \hat{\chi}] &= 2i\hat{\alpha} \end{aligned} \quad (1.3)$$

Na osnovu činjenice da komponente operatora spina zadovoljavaju komutacione relacije [16]:

$$\begin{aligned} [\hat{S}_x, \hat{S}_y] &= i\hbar\hat{S}_z \\ [\hat{S}_z, \hat{S}_x] &= i\hbar\hat{S}_y \\ [\hat{S}_y, \hat{S}_z] &= i\hbar\hat{S}_x \end{aligned} \quad (1.4)$$

poređenjem (1.4) i (1.3) dolazi se do sledeće korespondencije između spinskih operatora i Pauli matrica:

$$\begin{aligned} \hat{\alpha} &= \frac{2}{\hbar}\hat{S}_x \\ \hat{\beta} &= \frac{2}{\hbar}\hat{S}_y \\ \hat{\chi} &= \frac{2}{\hbar}\hat{S}_z \end{aligned} \quad (1.5)$$

Posle zamene (1.5) u (1.2) linearizovani fotonski hamiltonijan se dobija u formi proizvoda komponenta fotonskog impulsa i odgovarajućih komponenta spina:

$$\hat{H} = \frac{2c}{\hbar}(\hat{p}_x\hat{S}_x + \hat{p}_y\hat{S}_y + \hat{p}_z\hat{S}_z) \quad (1.6)$$

Pošto su operatori impulsa realne operatorske strukture, linearne po operatorima kreacije i anihilacije vakuumskih fotona A^+ i A , može se pisati:

$$\begin{aligned} \hat{p}_x &= \hbar k_x (A + A^+) \\ \hat{p}_y &= \hbar k_y (A + A^+) \\ \hat{p}_z &= \hbar k_z (A + A^+) \end{aligned} \quad (1.7)$$

Na kraju hamiltonijan slobodnog fotona postaje:

$$\begin{aligned} H = & \eta c k_z (A + A^+) + \\ & + \eta c (k_x - i k_y) A^+ P + \eta c (k_x + i k_y) P^+ A + \eta c (k_x - i k_y) A P + \\ & + \eta c (k_x + i k_y) A^+ P^+ + \eta c P^+ P (A + A^+) \end{aligned} \quad (1.8)$$

U daljoj analizi koristiće se metod približne druge kvantizacije Bogoljubova [17] i Tjablikova [16] koji se sastoji u tome što se forme trećeg i viših redova po operatorima odbacuju, a u kvadratnoj formi se Pauli operatori zamenjuju Boze operatorima. Na osnovu ovoga dalja analiza osobina slobodnog fotona vršiće se uz pretpostavku da je njegov hamiltonijan oblika:

$$H = Q (A + A^+) + M A^+ B + M^* B^+ A + M A B + M^* A^+ B^+ \quad (1.9)$$

gde je:

$$Q = \eta c k_z, M = \eta c (k_x - i k_y) \quad i \quad M^* = \eta c (k_x + i k_y) \quad (1.10)$$

Ovde će se izvršiti unitarna transformacija dvostruke koherencije [18] tj. posmatraćemo hamiltonijan :

$$H_{eq} = e^{\varphi S} H e^{-\varphi S} \quad (1.11)$$

U najnižoj aproksimaciji hamiltonijan se može napisati u obliku:

$$H_{eq}^{(d)} = [(M^* + M) sh \varphi ch \varphi] a^+ a + [(M^* + M) sh \varphi ch \varphi] b^+ b \quad (1.12)$$

i kao takav predstavlja sumu hamiltonijana vakuumskih fotona (član proporcionalan $a^+ a$) i hamiltonijana spinskih pobuđenja (član proporcionalan $b^+ b$). I jedna i druga pobuđenja imaju isti zakon disperzije:

$$E^{(d)} = [(M^* + M) sh \varphi ch \varphi] a^+ a$$

Konačno, dobija se jednakost :

$$(E^2)_{1,2} = 4i \varphi (\eta c k \sin \theta)^2 e^{\frac{i\phi}{2}} \sin \phi \sqrt{-i \sin \phi} \quad (1.13)$$

Iz poslednje jednakosti može se zaključiti da energije moždanih fotona zavise od pravca njegovog kretanja koji je određen uglovima θ i ϕ .

Analitički izrazi za energije su veoma glomazni pa se zbog toga ne navode. Mnogo je pogodnije da se navedu numeričke vrednosti koje kao što se vidi zavise od pravca kretanja.

Kao reper za određivanje reda veličina energija uzeta je žuta linija sa energijom $E_y = 3,313 \cdot 10^{-19} J$. Mali parametar φ se određuje kao odnos najniže energije moždanih fotona koja iznosi $6,626 \cdot 10^{-34} J$ i napred navedene energije žute linije. Tako se dolazi do vrednosti malog parametra φ koja iznosi $2 \cdot 10^{-15}$.

Na osnovu nađene vrednosti parametra φ uz korišćenje energije žute linije dobija se, npr. da fotoni koji odgovaraju uglovima :

$$\phi \in \{1^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 179^\circ\}$$

imaju "respektivno" vremena života :

$$\tau \in \{191ns, 12ns, 8ns, 6ns, 4ns, 6ns, 12ns, 191ns\}.$$

Najduže vreme života $\tau = 10944ns$ imaju fotoni koji se kreću u pravcu $\theta = \phi = 1^\circ$.

Realni delovi energije kreću se između $(2-10)10^{-26} J$.

Iz prethodnih analiza vidi se da energija moždanih fotona čija je frekvencija $\nu = 1$ iznosi $E_1 = 6,626 \cdot 10^{-34} J$. Statistička verovatnoća da se na temperaturi ljudskog tela, koja iznosi $T = 310K$, registruje pobuđenje sa ovom energijom data je sa:

$$n = \left(e^{\frac{E}{k_B T}} - 1 \right)^{-1} \approx \frac{k_B T}{E} \quad (1.14)$$

i iznosi $n = 6,456 \cdot 10^{12}$. Na osnovu ovoga, unutrašnja energija koja otpada na jedan moždani foton iznosi $k_B T = 4,278 \cdot 10^{-21} J$. Rezultat koji je dobijen predstavlja Dilong-Petit-ov zakon [19,20] za unutrašnju energiju po jednom fononu u Debajevoj teoriji specifičnih toplota čvrstog tela. Bitna je razlika u tome što Dilong-Petit-ov zakon važi za temperature od $500K$ i više, dok za moždane fotone važi i za temperature do $10^{-1} K$.

Zaključak je: za moždane fotone se unutrašnja energija računa po Dilong-Petit-ov zakon za sve temperature veće od $0,1K$ (praktično na celoj skali apsolutne temperature).

S obzirom na dobijeni rezultat za statističku verovatnoću

$$(n = k_B T = 4,278 \cdot 10^{-21} J)$$

unutrašnja energija sistema $1gmol$ moždanih fotona iznosi $U = 2576J$.

Na osnovu dobijenog rezultata da energije moždanih pobuđenja i vremena života zavise od pravca prostiranja, ovde će biti izvršena procena unutrašnje energije za $1gmol$ hibrida koji se prostiru u pravcu $\theta = \phi = 1^\circ$.

Pošto je vreme života ovih fotona relativno dugo računa se energija $1gmol$ po formuli:

$$E_h = 6,023 \cdot 10^{23} \frac{\text{Re } E}{e^{\frac{E}{k_B T}} - 1} = 6,023 \cdot 10^{23} \frac{2,253 \cdot 10^{-29}}{e^{\frac{2,253 \cdot 10^{-29}}{1,38 \cdot 10^{-23} 310}} - 1} = 2714 \frac{J}{mol} \quad (1.15)$$

Vidi se da je unutrašnja energija $1gmol$ hibridnih fotona nešto veća nego energija $1gmol$ moždanih fotona najniže energije.

Radi očiglednijeg poređenja može se odrediti unutrašnja energija $1gmol$ fotona žute linije na temperaturi ljudskog organizma $T = 310K$:

$$E_y = 6,023 \cdot 10^{23} \frac{\text{Re } E}{e^{\frac{E}{k_B T}} - 1} = 6,023 \cdot 10^{23} \frac{3,313 \cdot 10^{-19}}{e^{\frac{3,313 \cdot 10^{-19}}{1,38 \cdot 10^{-23} 310}} - 1} = 4,64 \cdot 10^{-29} \frac{J}{mol} \quad (1.16)$$

Poredeći (1.15) i (1.16) može se zaključiti da sistem moždanih fotona ima daleko veću unutrašnju energiju od odgovarajućeg sistema vidljivih fotona. Ovaj zaključak je kompatibilan sa činjenicom da pomoću moždanih fotona mogu da se savijaju i pomeraju metalni predmeti.

2. NEKE PRIMENE MOŽDANIH TALASA

2.1 "Otisak mozga"

Kao što je poznato klasični detektori laži koji se koriste godinama daju nepouzdanе rezultate emotivnih reakcija ispitanika na postavljena pitanja. Ovaj metod je poboljšan uvođenjem novih tehnologija sa direktnim pristupom mozgu ispitanika. Na taj način stvaraju se "moždani otisci". To su moždani talasi koji se detektuju nakon prika-

zivanja prizora zločina osumnjičenih, a pre nego ispitanik bude u stanju da sam utiče na tok svojih misli.

Pronalazač ovog metoda je doktor Lari Farvol. Metod testiranja mozga ("otisak mozga") je sličan metodu uzimanja otisaka prstiju. On se formira pomoću "r300" moždanih talasa. Na osnovu toga otkriva se da li je u ispitanikovom mozgu već postojala informacija (slika) povezana s postavljenim pitanjem.

Kvalitet ovog uređaja i prednost u odnosu na klasične detektore laži leži u činjenici da se svi podaci sadržani u čovekovoj memoriji otkrivaju kompjuterom. Ispitanik se sa njim povezuje odgovarajućim uređajem postavljenim na njegovoj glavi. Prema tome, svi zaključci o memorisanim podacima izvode se pomoću računara, bez ikakvih subjektivnih uticaja čoveka koji vrši ispitivanje, SI.2.



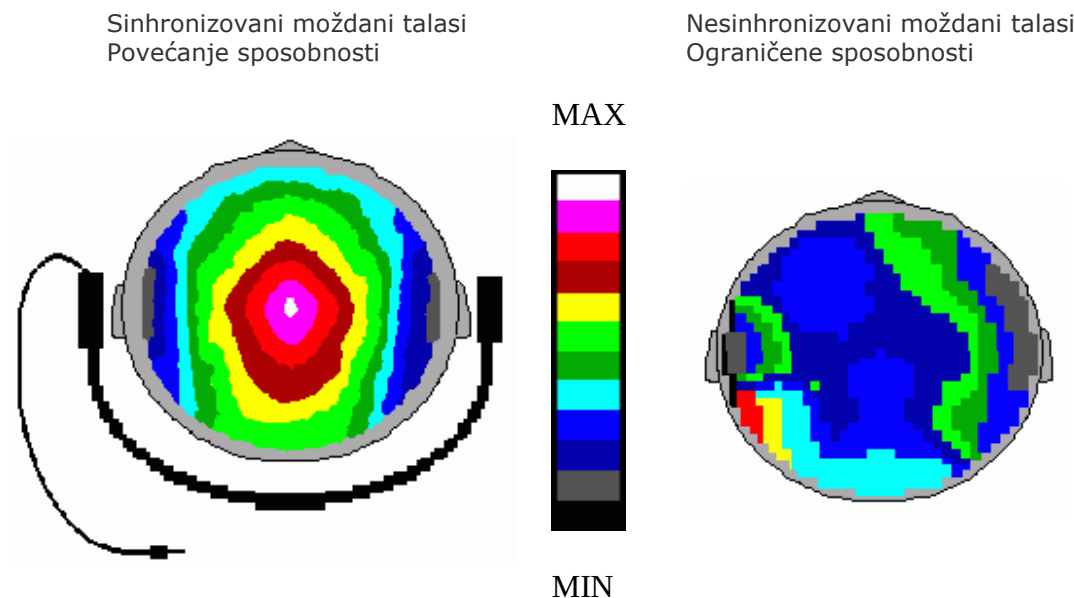
Slika 2 –Metod testiranja mozga

Primena ovog metoda u sudstvu već je legalizovana u nekim delovima Amerike. Najpre je obavljeno njeno testiranje, u čemu je aktivno učestvovao i FBI. Ispitivan je veliki broj ljudi iz različitih sredina, među kojima je bilo i zaposlenih u FBI-ju. Rezultati su pokazali izuzetnu preciznost - stoprocentnu tačnost ove metode, što je ogroman napredak u odnosu na kontroverzne rezultate dosadašnjih detektora. Metod je prvi put primenjen u Oklahomi. Testiran je Džimi Rej Slotter, koji je osuđen na smrtu za dvostruko ubistvo (svoje prijateljice i zajedničkog deteta). Rezultati ispitivanja preko "otiska mozga" pokazali su da u njegovom mozgu nisu bile memorisane slike mesta gde je ležalo telo ubijene žene i garderobe koju je ona nosila. Ukoliko sud bude u budućnosti priznavao rezultate ovakvog "čitavanja misli", to će značiti revolucionarne promene u čitavom pravosuđu.

2.2 Sinhronizacija moždanih talasa

Sinhronizacija moždanih talasa može da omogući prečicu za postizanje dubljih stanja svesti i neobičnih sposobnosti u veoma kratkom periodu. Ovo se postiže uz pomoć slušalica.

Sinhronizacija se odvija tako što frekvencija mozga počinje da se približava frekvenciji spoljašnjeg izvora, Sl.3. Spoljašnji ritam (frekvencija) ima direktan efekat na psihologiju i fiziologiju pojedinca.



Slika 3 –Sinhronizacija

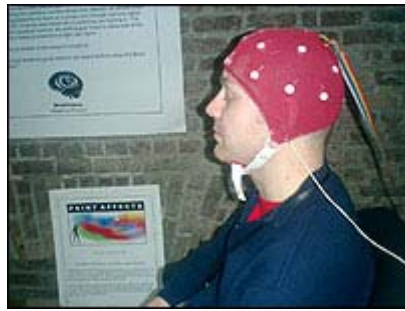
2.3 Moždani talasi i svest

Problem svesti ostao je nerazjašnjen do današnjih dana. To je dalo nov impuls istraživanju fenomena svesti, kao najkompleksnije moždane funkcije. Problem svesti je svakako važan i po svojim implikacijama na medicinu, biologiju, fiziku, inženjerstvo i filozofiju.. Moderni neurolozi su locirali mišljenje u mozak i kažu da je svest rezultat elektrohemijske neuronske aktivnosti. U fizici se fenomen odnosa svesti i mišljenja ispoljava kao *nelokalni fenomen* tj. kao nelokalnost kvantne teorije. Sistemi na velikoj udaljenosti ne razmenjuju informacije brzinom svetlosti, već trenutno. Kao primer često se koristi leptir sa Tajlanda: Kad na Tajlandu leptir zaleprša krilima u Americi nastane Tornado. Dakle svest i mišljenje imaju nelokalni karakter i predstavljaju nedeljivu celinu. Ovo je još uvek nerazjašnjen fenomen i zbog nemogućnosti direktnog merenja polja mišljenja ili svesti, naučnici su prinuđeni da mere električne potencijale mozga – moždane talase, koje ispoljava neurološka struktura mozga.

2.4 Kontrola video igrice

Masačusets Institut za Tehnologiju u svojoj laboratoriji u Dablinu je predstavio kontrolu video igrice direktno iz mozga igrača bez žica. Čitava ideja se zasniva na

meranju različitih frekvencija pojedinih delova mozga na šest različitih mesta Sl.4, koje uslovljavaju različite odzive vizuelnog korteksa.



Slika 4 - Mernje frekvencija mozga

Pametna komunikacija se takođe zasniva na pravljenju odgovarajućih programa, C ++, Java, radi lakšeg stvaranja, upravljanja i pristupa pojedinim operacijama.Sl.5.



Slika 5-Nova oprema za igrice Cerebus

ZAKLJUČAK

Rezultati analize osobina moždanih fotona mogu se rezimirati na sledeći način:

- Osobine moždanih fotona su ravnopravno određene njegovim translacionim karakteristikama (impuls fotona) i rotacionim karakteristikama (spin fotona) . Analiza je izvršena sa dvostruko koherentnim hamiltonijanom slobodnog fotona.
- Moždani fotoni hibridna pobuđenja vakuumskih fotona i spinskih pobuđenja.
- Osnovne karakteristike dobijenih hibrida su zavisnost energije od pravca kretanja i prigušenje(vremena života hibridnih pobuđenja su konačna).
- Sistem moždanih fotona ima veoma visoku unutrašnju energiju zbog toga što su im realni delovi zakona disperzije veoma niski.

Na kraju je veoma važno da se naglasi da prigušenje koje je prisutno kod svih moždanih talasa predstavlja zaštitu mozga od razaranja koja bi izazvala veoma visoka unutrašnja energija koja po veličini daleko premaša uobičajene vrednosti.

Iz teorijskih analiza proizilaze specifičnosti moždanih talasa koje sve više nalaze primenu u savremenom svetu. Ideja komunikacije sa kompjuterom uz pomoć moždanih talasa treba da pomogne i nepokretnim ljudima kao i onima koji uopšte ne mogu da komuniciraju

REFERENCE

1. Brainwave, (2005). *Dealing with abuse, trauma and neglect-a health workers-perspective*, Brainwave Trust.
2. Kaernbach, C. (2004). *The memory of noise* [Electronic version]. Experimental Psychology, 51(4), 240-248.
3. Kerzel, D., and Ziegler, N. E. (2005). *Visual short-term memory during smooth pursuit eye movements* [Electronic version]. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 31(2), 354-372.
4. Klauer, K.C. and Zhao, Z. (2004). *Double dissociations in visual and spatial short-term memory* [Electronic version]. Journal of experimental psychology: General, 133(3), 355 .
5. Oberauer, K. (2005). *Binding and inhibition in working memory: Individual and age differences in short-term recognition* [Electronic version]. Journal of Experimental Psychology: General, 134(3), 368-387.
6. S. Grossberg, E. Mingolla, and D. Todorovic, (1989), *A neural network architecture for preattentive vision*, IEEE Trans. Biomed. Engin. 36, pp. 65-84.
7. H. Haken, *Synergetic Computers and Cognition: A Top-Down Approach to Neural Nets* (Springer, Berlin, 1991);
8. Coan J.A. and Allen J.J.B., (2004), *Frontal EEG asymmetry as a moderator and mediator of emotion*, Biological Psychology, 67, pp. 7-49.
9. Ferri R, Stam CJ, Lanuzza B, Cosentino FI, Elia M, Musumeci SA and Pennisi G. (2004). Different EEG frequency band synchronization during nocturnal frontal lobe seizures. Clin Neurophysiol 115: 1202-1211.
10. [Lubar, J. O., & Lubar, J. F. (1984). *Electroencephalographic biofeedback of SMR and beta for treatment of attention deficit disorders in a clinical setting*. Biofeedback and Self Regulation, 9(1), 1-23.
11. Bazhenov M, Timofeev I, Steriade M and Sejnowski TJ. Potassium model for slow (2-3 Hz) in vivo neocortical paroxysmal oscillations. J Neurophysiol 92: 1116-1132, 2004.
12. Melzack, R., & Perry, C. (1975). *Self-regulation of pain: The use of alpha-feedback and hypnotic training for the control of chronic pain*. Experimental Neurology, 46(3), 452
13. Traub, R.D., Whittington, M.A., Colling, S.B., Buzsaki, G. and Jefferys, J.G.R. (1996) Analysis of gamma rhythms in the rat hippocampus in vitro and in vivo. Journal of Physiology 493, 471-484.
14. Antoine Lutz et al. "Long-term meditators self-induce high-amplitude gamma synchrony during mental practice". [Proceedings of the National Academy of Sciences](#) 101:46, 16369-16373, 2004.
15. A. Messiah, *Quantum Mechanics*, North-Holland, Amsterdam (1970).
16. S.V. Tyablikov, *Methods in the Quantum Theory in Magnetism*, Plenum press, New York (1967).
17. N.N. Bogolubov, *Izbranii trudi po statisticeskoi fizike*, (MGU, 1979) (in Russian)
18. A. Abricosov, L.P. Gorkov and I.E. Dzyaloshinski, *Quantum Field Theoretical Methods in Statistical Mechanics*, (Pergamon, New York, 1965).
19. J.M. Ziman, *Electrons and Phonons*, (Oxford Sciens Publications, Reprinted, 1996)
20. U. Mizutani, *Introduction to the electron theory of metals*, (Cambridge University Press, Virtual Publishing, 2003)