

*Svest: naučni izazov 21. veka, D.Raković, Dj.Koruga, eds., ECPD & Čigoja, Beograd (1996).*

## INFORMACIONA FIZIKA: U POTRAZI ZA NAUČNIM OSNOVAMA SVESTI

Đuro Koruga

Centar za molekularne mašine, Mašinski fakultet, 27. marta 80  
Univerzitet u Beogradu, Beograd, Jugoslavija

&

Advanced Biotechnology Lab, Department of Anesthesiology  
University of Arizona, Tucson, USA

**Rezime.** U radu se razmatra naučni interdisciplonarni pristup svesti. Molekularno računarstvo, kako klasično tako i kvantno, do sada je korišćeno kao veza između fizike i biologije. Međutim, veze između biologije i svesti, i svesti i fizike, mogu se po našem mišljenju objasniti kroz novu fizičku teoriju - informacionu fiziku. Ona bi predstavljala sinergetsku teoriju klasične mehanike, kvantne mehanike i teorije informacija. Koristeći informacionu fiziku, kao novu naučnu paradigmu, pronašli smo da mikrotubule, klatrini i vodeni klasteri u živim ćelijama predstavljaju glavne biomolekularne entitete koji zadovoljavaju sinergetske principe klasične mehanike, kvantne mehanike i teorije informacija. Na osnovama informacione fizike smatramo da ljudska podsvest ima svoje korene u interakcijama klastera mikrotubule-voda unutar tuba. Svest nastaje kroz hijerarhiju ćelijske citoskelatane mreže i sinaptičkih aktivnosti neuronskih mreža, dok sinergetske aktivnosti u mozgu rezultiraju u pojavi samosvesti. Naš model se može testirati na dva nivoa: molekularnom, kao opšti anesteziološki eksperiment, i moždanom, kroz mapiranje moždanih sadržaja svesti unutar veštačkih naprava. Takva naprava mora biti samoorganizujuća i zasnovana na onim istim principima informacione fizike, koje smo koristili da objasnimo biološki fenomen svesti.

**Ključne reči:** *Kvantna mehanika, haos, fraktali, Kantorov trijadni skup, informaciona fizika, mikrotubule, klatrin, voda, podsvest, svest, samosvest*

### 1. UVOD

Svest je uobičajeni pojam, ali je suviše misteriozan da bi se zaista razumeo. To je paradoks ljudskog uma i zahteva ozbiljno naučno istraživanje. Kao što je rekao Ajnštajn, "Najlepša stvar koju možemo iskusiti je misterioznost. Ona je izvor svake istinske umetnosti i nauke." Može se reći, prema Ajnštajnu, da naučno istraživanje bez note misterioznosti može dovesti samo do lokalne naučne istine. Međutim, rezultati bazirani na lokalnim istinama korisni su samo za svakodnevni život. Tako, na primer, koristimo iskaz "sunce se rađa na istoku a zalazi na zapadu", pošto ova "činjenica" određuje naše svakodnevno iskustvo. Jedan od glavnih razloga za ovakvu opservaciju

je, da mi stojimo na Zemlji bez osećaja da ona rotira. Slično, većina naših naučnih istina je lokalnog karaktera, jer mi ne uključujemo u našim pristupima razmatranje svesti. Kvantna mehanika je jedna od prvih misterioznih naučnih disciplina koja pokriva ovaj problem, kroz interakciju posmatrač-eksperiment. Ali u kvantnoj teoriji, koja ima mnogo lica, postoje (prema Diraku) bar četiri teškoće: kalibraciona invarijantnost, konstanta fine strukture, singulariteti i negativne energije. Iz tog razloga, veza između lokalnih naučnih istina i kvantne mehanike je slična položaju muza u misterioznom antičkom mitskom svetu: "Mi znamo kako da govorimo o mnogim lažima tako bliskim istini, ali kada to želimo, mi znamo da objavimo i istinu celu". Lokalne naučne istine, kao "izlazak sunca na Istoku", izgledaju kao "mnogo laži tako bliske istini", dok kvantna mehanika izgleda kao "kada mi to želimo, mi znamo da objavimo i istinu celu". Sa ciljem da tragamo za kvantnomehničkim pristupima koji dovode do "istine cele", da Zemlja rotira oko svoje ose i kreće se oko Sunca, mi želimo da prevaziđemo izvesnu konfuziju o kvantnoj teoriji i da koristimo njenu ontološku a ne epistemološku interpretaciju. To nam omogućava da predložimo informacionu fiziku kao novu fizičku teoriju.

## 2. OSNOVE INFORMACIONE FIZIKE

### 2.1 Teorije informacija i fizika

U teorijama informacija kodiranje je jedan od ključnih koraka u definisanju informacije. Čuvena Šenonova teorema daje nam jedno moguće rešenje, koje je korišćeno sa mnogo uspeha u veštačkim informacionim sistemima. Osnovna ideja je jednostavna: ako je dat izvor podataka koji generiše slova  $L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$  sa verovatnoćama  $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ , respektivno, pri čemu je svako generisano slovo izabrano nezavisno od ostalih, tada postoji binarni kod koji daje najbolju kompresiju podataka. Imajući u vidu da je kompresija podataka jedno od fundamentalnih pitanja u teoriji komunikacija, razumljivo je zašto je Šenonova teorema bešumnog kodiranja bila tako popularna u klasičnom inženjerskom pristupu teoriji komunikacija. Međutim, primena ovakvog tehničkog pristupa teorije informacija na biološke sisteme imala je ograničeni uspeh. Jedan od glavnih razloga za to su sasvim različita biološka rešenja: samoorganizacija i samokontrola žive materije, nasuprot spolja upravljane neorganske materije i procesa tehničkih sistema.

Prema Šenonovoj teoremi kodiranja, uvek je moguće pouzdano razlikovanje različitih slova (ili simbola). Različiti simboli znače različita stanja fizičkog nosioca informacije. Ako je fizički nosilac informacije makroskopski, Šenonova teorema dobro funkcioniše, dok je za kvantnomehaničke sisteme neophodna njena reformulacija. Zašto su kvantnomehanički sistemi različiti u ovom pogledu? U kvantnim sistemima fizički bit je bilo koji kvantni objekat čije je stanje opisano vektorom u dvodimenzionom Hilbertovom prostoru. Za ovakve sisteme kvantna

mehanika tvrdi da se međusobno savršeno razlikuju samo ona stanja opisana međusobno ortogonalnim vektorima. Ako simboli-stanja nisu ortogonalni, što je obično slučaj, bilo kakva dedukciona procedura je nesavršena. Za vezu između klasične i kvantne mehanike važno je sledeće pitanje: koji N-dimenzioni Euklidski prostor kodiranja će dati uglove  $90^\circ$  između vektora usmerenog od početka  $(0, 0, \dots, 0)$  do tačke  $(1, 1, \dots, 1)$  - i bilo koje koordinatne ose? Ako takav Euklidski (makroskopski) prostor kodiranja postoji, onda može postojati i tačno mapiranje informacionih sadržaja između njega i kvantnih sistema. U potrazi za ovakvom vrstom Euklidskog prostora, razmotrićemo fenomen jediničnih sfera i njihovu povezanost sa teorijom informacija.

## 2.2 Jedinične sfere

Da bi definisali N-dimenzioni Euklidski prostor neophodno je koristiti Pitagorino rastojanje

$$X_1^2 + X_2^2 + X_3^2 + \dots + X_n^2 = r^2, \quad (1)$$

koje definiše i sferu radijusa "r". Poznato je da je izraz za zapreminu bilo koje sfere dimenzije "n"

$$V_n(r) = C_n r^n, \quad (2)$$

gde je C konstanta (jedinične sfere):

$$C_n = (2\pi/n)C_{n-2}. \quad (3)$$

Da bi našli vrednosti  $C_n$  potrebno je koristiti gama funkciju i njen integral u polarnim koordinatama [1]. Izračunavanje bazirano na relaciji (1) i simetriji daje rezultate [2,3], koji su sumirani u Tabl.1.

Iz Tabl.1 može se videti: (1) zapremina jedinične sfere maksimalna je za  $N = n = 5$  i opada u nulu za  $N = n = \infty$  i za  $N = -\infty$ ; (2) postoji obostrano jednoznačna korespondencija između dimenzije (N) i dimenzionalnosti (n) za pozitivno "N", dok za negativno "N" to nije slučaj; (3) uprkos postojanju i negativnih dimenzija (-N), dimenzionalnost (n) je isključivo pozitivna; (4) negativne dimenzije (-N) su inverzija pozitivnih (+N) kroz dimenziju  $N = 0$ , osim za  $N = 1$ ; (5) dimenzionalnost koja odgovara  $N = 0$  je  $n = 3/2$  (nije ceo broj); (6) postoji jednoznačna korespondencija između  $N(2), N(3), \dots, N(m)$  i  $N(-1), N(-2), \dots, N(-\{m-1\})$  u  $N = 0$ , respektivno. Ovo daje rezultat (Sl.1) da svaki par, uključujući dve beskonačnosti  $+\infty$  i  $-\infty$ , ima svoju unifikaciju u  $N = 0$  (uočiti da za  $N = 0$  sledi  $V_0 = C_0 = 1 = 0!$ ).

Ako razmotrimo sfernu ljusku debljine  $[d^*]$  čija se gornja površ poklapa sa površi N-dimenzione sfere, može se napisati:

$$\frac{\text{Ljuska}}{\text{Zapremina}} = \frac{C_n r^n - C_n (r - d^*)^n}{C_n r^n}. \quad (4)$$

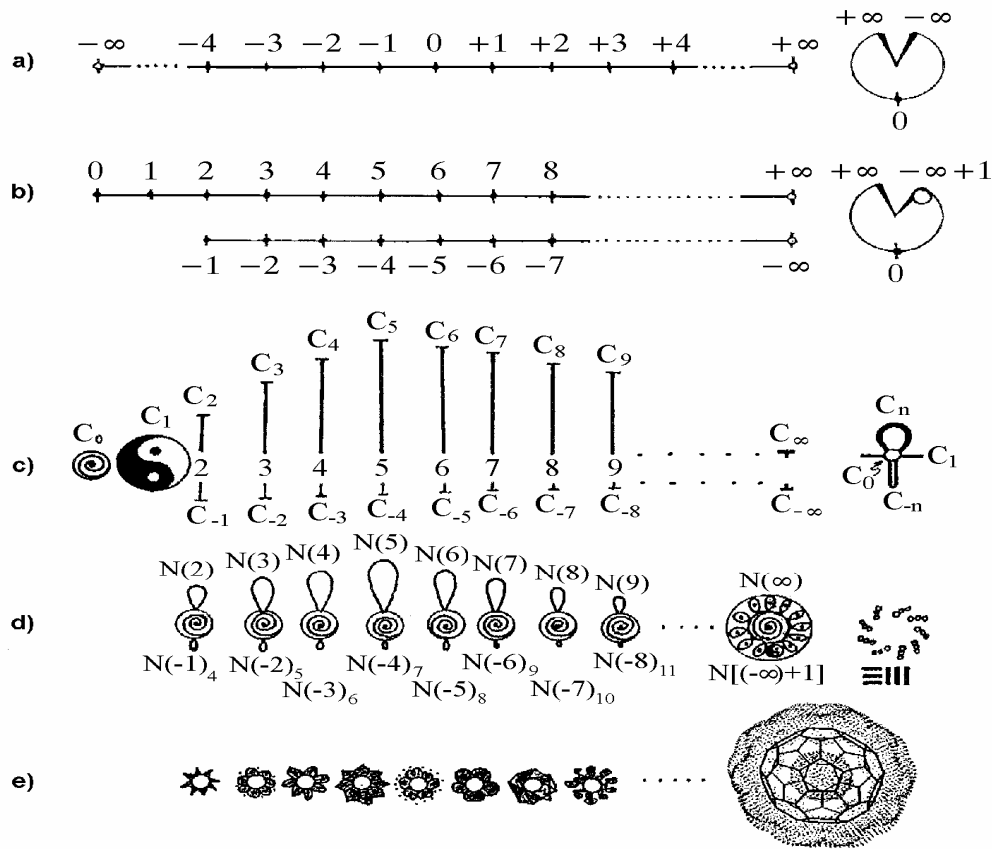
**Tabela 1.** Informacija komplementarna za sisteme svih dimenzija, bazirane na simetriji i jediničnim sferama

$N = 6$	$C_6 = \frac{2\pi}{n} C_4 = \frac{2\pi}{6} \cdot \frac{\pi^2}{2} = \frac{\pi^3}{6} = 5.1677$
$N = 5$	$C_5 = \frac{2\pi}{n} C_3 = \frac{2\pi}{5} \cdot \frac{4\pi^2}{3} = \frac{8\pi^3}{15} = 5.2637$
$N = 4$	$C_4 = \frac{2\pi}{n} C_2 = \frac{2\pi}{4} \cdot \pi = \frac{\pi^2}{2} = 4.9348$
$N = 3$	$C_3 = \frac{2\pi}{n} C_1 = \frac{2\pi}{3} \cdot 2 = \frac{4\pi}{3} = 4.1887$
$N = 2$	$C_2 = \frac{2\pi}{n} C_0 = \frac{2\pi}{2} \cdot 1 = \pi = 3.1415$
$N = 1$	$C_1 = \frac{2\pi}{n} C_{-1} = \frac{2\pi}{1} \cdot \frac{1}{\pi} = 2 = 2$
$N = 0$	$C_0 = \frac{2\pi}{n} C_{-2} = \frac{2\pi}{3} \cdot \frac{1}{\frac{4\pi}{2 \cdot 3}} = 1 = 1$
$N = \bar{1}$	$C_{-1} = \frac{2\pi}{n} C_{-3} = \frac{2\pi}{4} \cdot \frac{1}{\frac{\pi^2}{2}} = \frac{1}{\pi} = 0.3184$
$N = \bar{2}$	$C_{-2} = \frac{2\pi}{n} C_{-4} = \frac{2\pi}{5} \cdot \frac{1}{\frac{8\pi^2}{15 \cdot 3}} = \frac{1}{\frac{4\pi}{3}} = 0.2387$
$N = \bar{3}$	$C_{-3} = \frac{2\pi}{n} C_{-5} = \frac{2\pi}{6} \cdot \frac{1}{\frac{\pi^3}{6 \cdot 2}} = \frac{1}{\frac{\pi^2}{2}} = 0.203$
$N = \bar{4}$	$C_{-4} = \frac{2\pi}{n} C_{-6} = \frac{2\pi}{7} \cdot \frac{1}{\frac{16\pi^3}{105 \cdot 15}} = \frac{1}{\frac{8\pi^2}{15}} = 0.1899$

Ovo važi za ljusku proizvoljne debljine. Sada, ako ispitamo ugao između vektora usmerenog od početka (0, 0, ..., 0) do tačke (1, 1, ..., 1) - i bilo koje koordinatne ose, dobijamo da je projekcija na svaku osu tačno jednaka jedinici. Dužina vektora je  $\sqrt{N}$ , tako da je ugao između dijagonalne linije i svake koordinatne ose

$$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{N}}. \tag{5}$$

Kako se vidi, samo za dovoljno veliko N ( $N \rightarrow \infty$ ) ugao  $\alpha$  jednak je  $\pi/2$ , odnosno dijagonala je ortogonalna na svaku koordinatnu osu.



**Slika 1.** Zatvorene mreže: a) Čisto matematička reprezentacija pozitivnih i negativnih brojeva i simbolička reprezentacija beskonačnosti ( $+\infty$  i  $-\infty$ ); b) Reprezentacija pozitivnih i negativnih dimenzija (Tabl.1). Jedan član se pridružuje više sa negativnim dimenzijama nego sa pozitivnim; c) Jedinična sfera u nuli ( $C_0$ ) prisutna je kao spirala Zlatnog preseka, dok je jednodimenziona ( $N = 1$ ) jedinična sfera prisutna kao dve komplementarne jedinice. Druge jedinične sfere dimenzije  $N > 1$  i  $N < 0$  su komplementi kroz dimenziju  $N=0$ . Maksimalna vrednost jedinične sfere je za  $N = 5$ . Simbolička reprezentacija jediničnih sfera svih dimenzija takođe je prisutna (desno); d) Pošto su dimenzije  $N > 1$  i  $N < 0$  komplementi u  $N = 0$ , njihova tačka odlaska i povratka je  $N = 0$ ; e) Moguće reprezentacije informacionih objekata kao zatvorene mreže.

Prema rezultatima iz Tabl.1, sistemi sa  $N > 1$  ne mogu postojati nezavisno, odnosno svaki mora imati odgovarajući par u  $N(-1)$ ,  $N(-2)$ , ..., tako da je

$$R_w^N S_w^{(1-N)} = N(0), \quad (6)$$

gde je  $R_w$  realni svet (makro prostor-vreme:  $N(2)$ ,  $N(3)$ , ...  $N(m)$ ), a  $S_w$  svet senki (mikro prostor-vreme:  $N(-1)$ ,  $N(-2)$ , ...  $N(-\{m-1\})$ ). Tako, za  $N = \infty$  postoje dve strukture koje su ortogonalne na  $N = 0$ , što može dati vezu između klasične i kvantne mehanike kroz kodiranje u  $N = 0$  kao mrežastoj ljustici (zatvorena mreža sa vrednostima i osobinama 0!).

### 2.3 Pakovanje i kodiranje jediničnih sfera

Pakovanje jediničnih sfera u  $N$ -dimenzionalnom prostoru jednako je kodiranju i digitalnom prenosu informacije [4-6], gde je korišćena površinski centrirana kubična simetrija kao grupa simetrije pakovanja jediničnih sfera.

Rezultati bazirani na ovom istraživanju su pokazali da su, kada je pakovanje konstruisano od kodova za digitalni prenos informacija, dimenzije  $N = 11$ ,  $N = 12$  i  $N = 13$  optimalne za pakovanje po rešetki, dok su dimenzije  $N = 10$  i  $N = 13$  optimalne za pakovanje van rešetki.

Ovi rezultati ukazuju da pored postojećih pristupa može postojati i još jedna teorija informacija na bazi pakovanja jediničnih sfera. Kako jedinične sfere pozitivnih i negativnih dimenzija koreliraju sa kvantnom mehanikom – to ćemo razmotriti zasnovanje informacione fizike na bazi kvantne mehanike, fraktalnog prostor-vremena i re-normalizacije kvantne teorije polja.

### 2.4 Informaciona fizika

Nedavno je nagovešteno da je ponašanje trajektorije kvantnomehaničkih objekata karakterisano fraktalima [7]. Napravljen je "misaoni eksperiment" u kome su objekti ograničeni na kretanje po fraktalnim prostorno-vremenskim trajektorijama, uz detaljno tretiranje Peano-Murove trajektorije [8]. Takođe, poznato je da haos može generisati stohastičko i fraktalno ponašanje [9]. Veza između haosa i kvantne mehanike, kao "kvantni haos", bila je uočena nezavisno od strane više istraživačkih grupa [10-13]. Nedostatak ovih prilaza bilo je neuključivanje kvantne stohastičnosti u kvantnu teoriju haosa. Jedan pristup za uključivanje kvantne stohastičnosti nazvan je "haos kvantnog" [9]. Glavni problem sa haosom kvantnog bilo je njegovo mesto u teoriji stohastičkih mehanizama "objektivnog" pozadinskog zračenja ("šuma") koje ispunjava Svemir, dajući svakom objektu mase  $m$  perturbaciju difuzionog tipa intenziteta  $\hbar/m$ , gde je  $\hbar$  Plankova konstanta podeljena sa  $2\pi$ . To znači da ako je moguće izvršiti gladak prelaz iz fraktalnog prostor-vremena (sa Hausdorfovom dimenzijom) na prostor-

vreme Minkovskog (sa Euklidskom dimenzijom) sa slučajnom perturbacijom izvora mapiranja, bilo bi moguće ujediniti klasičnu i kvantnu mehaniku. Naš pristup ovom problemu je kroz ujedinenje dimenzija  $N = 0$  ("haos kvantnog") i  $N = 1$  ("deterministički kaos"), što smo nazvali "informaciona fizika".

Da bi ujediniли  $N=0$  i  $N=1$ , mora postojati skup sa sledećim osobinama: (1) mera je nula; (2) vrednost je jedan; (3) vrednost transformacije  $T(x)$  preslikavanja  $R_w$  (makro svet) na  $S_w$  (mikro svet), i obrnuto, mora biti  $3/2$  (jer je za dimenziju  $N = 0$  dimenzionalnost  $3/2$ , Tabl.1). Ako koristimo Kantorov slučajni trijadni skup sa  $T(x) = (3/2)(1 - |2x - 1|)$  svi navedeni uslovi biće ispunjeni [14,15].

Jedan od od najlepših rezultata u matematici poslednje decenije je Moldin-Vilijamsova teorema, koja pokazuje da je Hausdorfova dimenzija  $D_H^{C(0)}$  slučajnog Kantorovog trijadnog skupa za  $N = 0$  jednaka  $D_H^{C(0)} = GM^-$  ili  $\phi$ , gde je  $GM^- = (\sqrt{5} - 1)/2$  tzv. Zlatni presek. Ako ekstrapoliramo slučajnu konstrukciju Kantorovog skupa na  $N$  dimenzija sa  $GM$  svojstvima, onda su Hausdorfove dimenzije [16]

$$D_H^{C(N)} = \left(1/D_H^{C(0)}\right)^{N-1}. \quad (7)$$

Na bazi izraza (7) rešenje za  $D_H^{C(4)} = 4 + D_H^{C(-2)}$  jednako je  $(1/GM)^3$  ili  $(GM)^{-3}$ . Drugim rečima, izraz (7) može se napisati u obliku

$$D_H^{C(N)} = \left(D_H^{C(0)}\right)^{1-N}, \quad (8)$$

koji je isti kao izraz (6). Ako sumiramo naša izračunavanja na bazi izraza (8), Tabl.2, vidimo da su rezultati isti kao oni u Tabl.1.

Nalazimo da je jedno od glavnih svojstava dimenzije  $N = 0$  Zlatni presek ( $GM$ ) baziran na slučajnom trijadnom Kantorovom skupu. Pojavljuje se veoma interesantno pitanje: šta predstavlja  $n = 3/2$  za  $N = 0$ ? Da bi odgovorili na ovo pitanje potrebno je razmotriti naš sistem iz Tabl.1 sa kvantnomehaničke tačke gledišta. Poznato je iz kvantne teorije polja [17] da se dimenzija mase ( $D_m$ ) izračunava iz izraza

$$D_m = (D/2) - 1, \quad (9)$$

gde je  $D$  vrednost prostorno-vremenske dimenzije. Samo za  $D = 5$  (čija jedinična sfera  $C_5$  je maksimalna u sistemu) vrednost  $D_m$  je  $3/2$ , što daje sledeće implikacije: (1) masa je manifestacija dimenzije  $N = 0$  u petodimenzionom ( $5-D$ ) prostoru; (2) mi vidimo naš svet kao  $3-D$  (uprkos tome što je on  $5-D$ ), jer smo mi prostorno-vremenski entiteti sa  $N(-2)$  svojstvima ( $N(3) \times N(-2) = N(0)$ ); (3) mogu postojati odgovori na fundamentalna pitanja, uključujući i pitanje svesti, jer  $N(5)$  i  $N(-2)$  imaju sličnu  $5-D$  prostornu strukturu, pa biološka svest može objasniti Svemir i Sebe; (4)  $N = 0$  je Ništa, što kroz  $5-D$  prostor-vreme i  $[(-4)_7]$ , kao monadu mase, postaje Sve.

**Tabela 2.** Vrednosti Hausdofovih dimenzija slučajnog Kantorovog trijadnog skupa za različite dimenzije N, izračunate iz relacija (7) i (8) ( $\phi$  - označava Zlatni presek)

N	$D_H^{C(N)}$	$\left[1/D_H^{C(0)}\right]^{N-1}$
0	$\phi^0$	$\phi$
1	$\phi^1$	1
2	$\phi^2$	$\phi^{-1}$
3	$\phi^3$	$\phi^{-2}$
4	$\phi^4$	$\phi^{-3}$
5	$\phi^5$	$\phi^{-4}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$\infty$	$\phi^\infty$	0

### 3. NEUROMOLEKULARNO RAČUNARSTVO

Iz Tabl.1 vidimo da dimenzija  $N = 1$  izgleda kao "duh" u sistemu informacione fizike. Ovaj jednodimenzioni entitet ("struna"), sa jediničnom sferom jednakom 2, dimenzija nezavisna od ostalih, jer nema komplementa u sistemu kroz  $N = 0$ . Prema ovom modelu njegov komplement može biti samo  $N = 0$ , i/ili kroz  $N = 0$ , svi parovi pozitivnih i negativnih dimenzija.

#### 3.1 DNK kao jednodimenzioni informacioni entitet

DNK je sastavljen od tzv. nukleotida. Svaki nukleotid sadrži tri elementa: bazu, ribozu i fosfatnu grupu. Pri tome se mogu pojaviti četiri tipa baza: adenin, timin, guanin i citozin. Nukleotidi su međusobno povezani vodonikovim vezama u specifičnu dvospiralnu strukturu [18]. Sa aspekta strukturne organizacije, ova dvojna spirala je tzv. aperiodični kristal [19]. DNK je jedno rešenje 1-D ( $N = 1$ ) kristalizacije. Termin "aperiodični" označava nepravilni (neperiodični) redosled baza unutar spirale, dok su fosfati i riboze pravilno (periodično) locirani po spoljašnjosti spirale. "Nepravilno" ređanje baza unutar spirale određuje svojstva živih bića, što sa informacione tačke gledišta ima smisao strukturalno-informacionog kodnog sistema. Genetski kod je sa



aspekta hemije baziran na tripletu baza, što u svim mogućim varijacijama četiri baze daje ukupno  $4^3 = 64$  moguća kodona za kodiranje 20 aminokiselina.

### 3.2 Proteini kao druga strana DNK koda

Biohemijski mehanizam proteinske sinteze je dobro poznat. Matrična RNK (mRNK) se sintetizuje od jednog kraja dvostruke DNK spirale, dok drugi kraj spirale ostaje u jedru, čineći mogućom sintezu drugog lanca DNK. Na taj način, kompletna genetska informacija je sačuvana i ostaje unutar jedra. Od mRNK preko transportne RNK (tRNK) do ribozomske RNK (rRNK) postoji kontinualno prenošenje poruke genetske informacije, dajući kao rezultat proteine, drugu stranu genetskog koda. Aminokiseline proteina su organizovane u lance kao 1-D entiteti "sklupčani" u 3-D strukturu. Postoji na hiljade različitih proteina u ćeliji. Mi ćemo ovde razmotriti samo dva, tubulin i klatrin, bitna za razumevanje primene informacione fizike na biološke sisteme.

#### 3.2.1 DNK 1-D zamena: od tubulina preko mikrotubula do centriola

Tubulin je vrsta globularnog (sferičnog) proteina sa oko 450 aminokiselina. Postoje  $\alpha$ ,  $\beta$  i  $\gamma$  subjedinice, ali samo  $\alpha$  i  $\beta$  čine  $\alpha$ - $\beta$  heterodimer. Dve subjedinice se mogu povezivati kao  $\alpha$ - $\beta$  heterodimeri pomoću jakog GTP vezivanja [20].

Tubulinske subjedinice čine novi tip organizacionih struktura, mikrotubule. Posmatrajući mikrotubule u presečenoj formi, one se obično (oko 85%) sastoje od 13 subjedinica: međutim, pod mikroskopom je moguće videti nizove subjedinica koji variraju od 7 do 17. Subjedinice poseduju električne dipolne momente, kao i Kirijevu simetriju ( $\infty \infty /m$ ) idealnih sfera [21]. Pošto eksperimentalni rezultati povezuju tubulin i mikrotubule sa bioinformacionim procesima kao što su memorija i učenje [22,23], mikrotubule su postale predmet intenzivnih istraživanja kao bioinformacionih naprava [24-26]. Pronađeno je da mikrotubule poseduju dva kodna sistema,  $K_1(13, 2^6, 5)$  i  $K_2(24, 3^4, 13)$ , koji potencijalno omogućavaju komunikaciju unutar i izvan mikrotubula [2,25]. Ove samoorganizujuće 3-D cilindrične strukture, slične DNK, rezultat su 1-D kristalizacije. Tubulinske subjedinice su organizovane u cilindar sa svojstvima zlatnog preseka [3]. Rešetka tubulinskih subjedinica je oblik sa divergencijom  $(GM^+)^{-2}$ , gde je  $GM^+ = (\sqrt{5} + 1)/2$ . Ova struktura formira mrežu u ćeliji, koja je odgovorna za unutarćelijski transport, adresiranje, oblik ćelije, formu rasta i mnoge druge dinamičke aktivnosti [27,28].

Oblik ćelije se "diktira" iz centralne fokalne oblasti blizu jedra, koja nosi naziv mikrotubularni organizujući centar (MTOC). Glavni deo ovog centra je centriola,

organela koja se sastoji od dva ortogonalna cilindra. Svaki od tih cilindara, dugih oko 400 nm, sastavljeni su od devet mikrotubularnih tripleta. Tri tripleta su formirana od jedne kompletne mikrotubule, sa 13 protofilamenata, i druge i treće parcijalne mikrotubule sa 10 protofilamenata. Centriole i MTOC igraju ključnu ulogu u dinamičkoj koordinaciji ćelijske citoplazme i njenih aktivnosti.

Centriola je bila glavna enigma u biologiji ćelije i molekularnoj biologiji, sve dok se ovim istraživanjima nije pokazalo da je ona savršena kvantnomehantička informaciona naprava. Centriola je naprava sa dvostrukim Zlatnim presekom: prvi kroz mikrotubule (divergencije  $(GM^+)^{-2}$ ) a drugi kroz mikrotubularne devetostruke simetrijske triplete. Ovi tripleti mogu imati i levu i desnu orijentaciju sa uglom zlatnog preseka [3]. Sastoji se iz dva identična dela, čije su strukture ortogonalne.

### 3.2.2 Klatrin: DNK samoinvertovana u 0-D ljusku

Klatrin je glavna komponenta pokrivenih vezikula, važnih organela za unutarćelijski transfer supstanci, uključujući oslobađanje sinaptičkih neurotransmitera. Na bazi molekularnih masa, izoelektričnih tačaka i antigenskih determinanti, nađeno je da su  $\alpha$  i  $\beta$  tubulinske subjedinice povezane sa pokrivenim vezikulama i u kraljevskom mozgu i u pilećoj džigerici [29]. Međutim, otkriveno je i da su sinaptičke vezikule blisko povezane i sa mikrotubulama, sa pet vezikula radijalno raspoređenih oko mikrotubule [27].

Klatrin je protein sličan fullerenu kao zasečeni ikosaedar, ali sa ikosaedarskom simetrijom, koji poseduje 12 pentagona i 20 heksagona. Takođe, ovaj protein može postojati sa 12 pentagona i proizvoljnim brojem heksagona. Međutim, njegov proces samoorganizovanja je prema 0-D simetriji, kao proces kristalizacije oko tačke. Ovo daje klatrinu formu ljuske (zatvorene mreže); DNK tako invertuje deo svog koda (koji je 1-D) u protein sa strukturom 3-D ljuske. Unutrašnji prostor pokrivenih vezikula (ljuske) može biti ispunjen ili prazan; obe situacije su eksperimentalno uočene [30].

Nedavno je pokazano da je moguće računanje posredstvom samoorganizacije, i predložen je generalni model samoorganizacije makromolekula baziran na kvantnomehantičkom molekularnom računanju [31]. Prema ovom modelu molekularno računanje na bazi minimizacije slobodne energije može se koristiti kao veza između fizike i biologije, sa informacione tačke gledišta.

### 3.2.3 Magični vodeni klasteri: $[H_2O]_{20}$ i $[H_3O]^+@[H_2O]_{20}$

Mada je voda globalno električno neutralna, naelektrisanja su asimetrično raspoređena po zapremini, što čini molekule vode polarnim. Jezgro kiseonika privlači elektrone sa atoma vodonika, ostavljajući ova jezgra sa malim ukupnim pozitivnim

naelektrisanjem. S druge strane, višak elektronske gustine na kiseonikovom atomu stvara blago negativno naelektrisane oblasti. Pošto su tako molekuli vode polarizovani, dva ili više susednih molekula vode može formirati vezu poznatu kao vodonična veza. Molekuli vode se spajaju u kratkoživeću vodonično-povezanu rešetku - klaster. Sama voda ima blagu tendenciju jonizovanja i otuda može delovati i kao slaba kiselina i kao slaba baza. Kada deluje kao kiselina, ona oslobađa proton i formira hidroksilni jon ( $[\text{OH}]^-$ ), dok kada deluje kao baza, ona prima proton i formira hidronijum jon ( $[\text{H}_3\text{O}]^+$ ).

Većina molekula vode identifikovana iz rendgenskih mapa elektronske gustine je pojedinačno povezana sa površinama proteina. Ređe, ali još uvek u značajnom broju, nađeni su petočlani vodeni prstenovi i petostruko simetrično organizovani dvočlani klasteri (zatvorena mreža vodoničnih veza) vodonično vezani za površinu proteina [32,33].

$[\text{H}_3\text{O}]^+@[\text{H}_2\text{O}]_{20}$  ili  $[+@*20]$  klaster pronađen je pod brojnim eksperimentalnim uslovima [34-36]. Ovaj klaster je veoma stabilan zbog jake kulonovske interakcije između jona  $[\text{H}_3\text{O}]^+$  okruženog sa 20 molekula vode. On može posedovati šest lokalnih minimuma kao svoje konformaciono stanje.

Osnovni klaster ima globalne minimume  $[\text{H}_2\text{O}]_{20}$  ili  $[*20]$  sa pentagonalnom dodekaedarskom simetrijom (jedno od pet Platonovih tela). Ovo daje kohezionu energiju od oko 117 kcal/mol za formiranje  $[*20]$  od 20 razdvojenih molekula vode. Ovaj klaster (dodekaedar) je prazna ljuska, sa istim elementima simetrije i ireducibilnim reprezentacijama kao i ikosaedar ( $I_h$  grupa simetrije).

#### 4. MODELI ZA BIOLOŠKU OSNOVU SVESTI

Svest se može posmatrati kroz: (1) DNK, kao  $N = 1$  entitet, sa informacionom realizacijom kroz  $N = 0$  (čini sopstveni informacioni komplement u interakciji protein-voda), i (2) hijerarhiju jedinstva tri talasne funkcije, koje opisuju informacione procese zakonom Zlatnog preseka; prvi nivo je citoskeletalnih aktivnosti (podsvest), drugi je nivo dinamike neuronske mreže (svest), a treći je nivo samokontrole mozga (samosvest).

##### 4.1 Model podsvesti

Mikrotubule su ćelijske cilindrične organele sa spoljašnjim prečnikom cilindra od oko 30 nm i unutrašnjim od oko 14 nm. Mikrotubularna parakristalna energetska stanja definisana su strukturom rešetke i dinamikom mikrotubularnog Zlatnog preseka

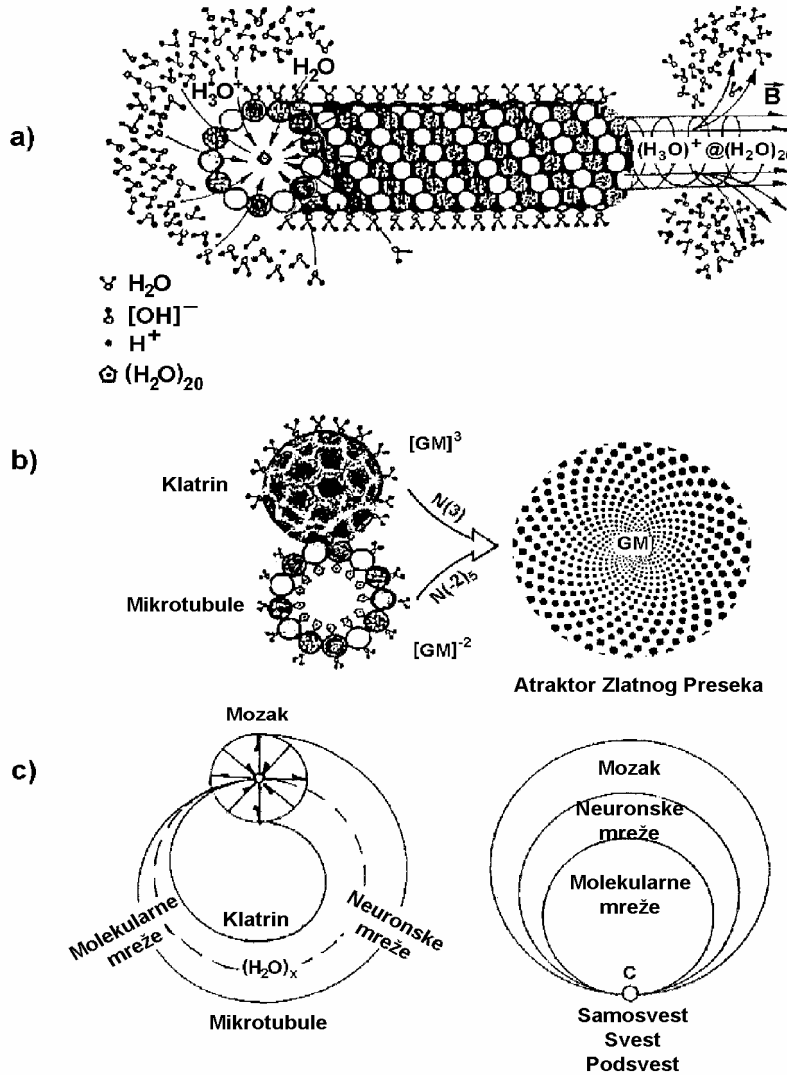
( $[GM^+]^{-2} = N[-2]$ ). Osnovna energetska polja okolo i unutar mikrotubula biće definisana istim,  $[GM^+]^{-2}$  zakonom. Prema izrazima (6) i (8), komplementarne strukture Zlatnog preseka će interagovati sa mikrotubulama, dajući stanje  $N[0]$  sa  $D_H^{C(0)}$ . Ovaj fenomen ćemo definisati kao pobuđenje molekularne informacije (iskrićenje kvanta informacije iz  $N = 0$ ) ili *iskru* svesti (podsvesti). Jedna od struktura komplementarnih mikrotubulama je vodeni klaster [\*20]. Veza između simetrijskih operacija i energetskih stanja (sličnih Hikelovim molekularnim orbitalama - HMO) vodenog klastera [\*20] za  $T_{1g}$ ,  $T_{2g}$ ,  $T_{1u}$  i  $T_{2u}$  (energetski-ireducibilne reprezentacije) jesu  $GM^+$  i  $GM^-$ . Pošto su kvanti informacije definisani kao  $GM^+ - GM^- = 0!$ , informaciona dinamika vodenog klastera [\*20] u biološkom okruženju je odličan kandidat za formiranje dimenzije  $N = 0$ , odnosno iskrišta svesti. Pošto unutrašnjost mikrotubula postoji kao energetska polje zakona Zlatnog preseka, molekuli vode će se prirodno organizovati u vodene klaster [\*20] unutar površine tuba ( $20H_2O @ [H_2O]_{20}$ ) prema zavojnoj simetriji 13 protovlakana (Sl.2a). Unutar vodenih klastera [\*20] je prazan prostor, pa se za informaciono procesiranje na nivou talasnih funkcija može koristiti kvantno vakuumsko narušenje simetrije. Unutar mikrotubula i vodenih klastera [\*20] mogu se pojaviti struje veoma niskog intenziteta (10-100 nA). Tako se generiše slaba fotoemisija i u mikrotubularnim disipativnim strukturama se može pojaviti sprezanje elektromagnetnog polja sa narušenjem distribucije rasporeda masa koje čine nukleoni atoma aminokiselina, odnosno gravitacione simetrije. Postoji eksperimentalna potvrda ovakvog uticaja gravitacije na osnovne ćelijske aktivnosti, mada su mehanizmi povezani sa gravitacionim efektima još uvek nepoznati [37]. Takođe, postoje eksperimentalne potvrde da su mikrotubule gravitaciono osetljive [38], pa se centriole mogu smatrati napravama koje upravljaju "harmonijom" elektromagnetnih i gravitacionih dejstava u celini.

Dakle na kvantnomehničkom nivou interakcije mikrotubule-vodeni klasteri, unutrašnjost tube (uključujući centriole) daje sprezanje elektromagnetnih i gravitacionih dejstava. Na tom nivou, pod uticajem slabih spoljašnjih polja, dinamika ravnotežnog gravitaciono-elektromagnetnog stanja može menjati stanja podsvesti i određivati njene aktivnosti.

## 4.2 Model svesti

Citoskeletalne rešetke uključuju proteinske polimere mikrotubula, aktina, intermedijarnih vlakana i više od 15 drugih proteina. Glavni neuralni arhitektonski element je mikrotubula, koja interaguje sa klatrinom na sinapsama. Klatrin, kao dualna forma vodenog klastera [\*20], interaguje sa mikrotubulama sa spoljašnje strane tube prema zakonima Zlatnog preseka. Ovaj novi fenomen je osnova za svest (Sl.2b). Mikrotubule, a posebno centriole, jesu kontrolori dinamičke aktivnosti molekularne mreže u neuronu. Citoskeletalna molekularna mreža kao sub-neuralni faktor neuronskih mreža [39] može igrati veoma važnu ulogu u integrisanju podsvesti i svesti. Paralelna

delovanja mnogih mikrotubula-klatrin interakcija na sinapsama i dendritima oscilacijama Zlatnog preseka (molekularne talasne funkcije) organizovana su u mnogim međupovezanim mrežama, dajući nov kvalitet procesiranju informacija - svest.



**Slika 2.** Koncept svesti: a) Oko mikrotubula se nalaze molekuli vode ( $H_2O$ ,  $OH^-$ ,  $H^+$ ,  $O^{2-}$ ). Većina molekula vode je u obliku  $H_2O$  na spoljašnjoj površini mikrotubule. Pošto unutar mikrotubula postoji energetsko polje sa svojstvima Zlatnog preseka, molekuli vode će se spontano organizovati u vodene klustere ( $(H_2O)_{20}$ ) jer su oni komplementarni (dualni) mikrotubulama sa strukturno-energetsko-informacione tačke gledišta; b) Poprečni presek interakcije mikrotubula-voda-klatrin. Ovo je mesto koherencije i sinhronizacije dinamičkih aktivnosti molekularnih mreža, neuronskih mreža i mozga, kroz talasne funkcije strukturno-energetsko-informacione sinergetike Zlatnog preseka; c) Tri kao jedno: veza između podsvesti, svesti i samosvesti.

### 4.3. Model samosvesti

Koherentna kontrola kvantne dinamike sistema mikrotubule-vodeni klasteri [+@\*20] unutar tube može biti osnova samosvesti. Spoljašnji sloj mikrotubule je izložen efektu jona iz citoplazme, koji tako utiču na promenu mase i dipolnog momenta subjedinica. Zbog izmene dipolnog momenta i mase subjedinica, mikrotubule osciluju na sledećim elektromagnetnim i akustičkim frekvencijama:  $f_{EM}=6 \times 10^{15}$  Hz i  $f_{ACOO}=5 \times 10^{10}$  Hz [40]. Unutar tube mogu se pojaviti i jonske struje veoma niskog intenziteta, usled vodenog klastera [+@\*20] koji se kreće od jednog kraja mikrotubule. Ovo kretanje je po zakonima zavojne simetrije, saglasno minimizaciji energije i konfiguraciji protofilamenata. Veoma niske koncentracije jonskog vodenog klastera [+@\*20] unutar tube daju relativnu dielektričnu propustljivost  $\epsilon_r = 1 + 10^{-10}$ . Prema relativističkoj relaciji između frekvencija merenih u dva referentna sistema mikrotubula, unutar i izvan, koji se kreću jedan od drugog [41], moguće je napisati  $f_{in}(MT) = f_{out}(MT) \times K[\epsilon_r]$  [42]. Ovo daje frekventni opseg od 0,2 do 120 Hz za različit broj (od 13 do 91) jonskih klastera [+@\*20] unutar mikrotubule. Ovo ukazuje da moždani talasi (EEG) mogu poticati od oscilatornih procesa mikrotubula i jonskih vodenih klastera [+@\*20], kroz kolektivno kvantno delovanje mnoštva ( $10^{12}$ ) moždanih neurona. Na bazi takve dinamike jonske gustine unutar mikrotubula, mogla bi se generisati različita stanja svesti, kroz različite pobuđene frekvencije. EEG se može generalno objasniti determinističkim haosom [43,44] i posebno determinističkom slučajnošću struktura sličnih Kantorovom skupu [45], čija je Hausdorfova dimenzija jednaka vrednosti Zlatnog preseka.

Informacioni procesi na ta tri nivoa (molekularni, ćelijski i moždani) nalaze se u kvantnoj koherenciji (Sl.2c), dajući pobuđeno informaciono stanje (svest) našeg unutrašnjeg sveta  $((-2)_5=(GM^+)^{-2}$  prostorno-vremenske strukture) prema zakonima Zlatnog preseka. Naš unutrašnji 5-dimenzioni (mikro) svet je komplement sa 3-dimenzionim spoljašnjim (makro) svetom, koga smo svesni u svakom trenutku.

## 5. TESTIRANJE PREDLOŽENIH MODELA SVESTI

### 5.1 Biomedicinsko testiranje

Opšta anestezija je jedan od najboljih načina za testiranje ljudske svesti, kako *in vivo* tako i *in vitro*. Postoje *in vitro* dokazi da anestetici deluju na hidrofobne džepove bakterija i proteine luciferaze svitaca [46,47]. Ovi enzimi su važni za *in vitro* anestetičke sisteme, jer se njihova lako merljiva fotoemisija inhibira proporcionalno anestetičkim kliničkim dozama. Na sličan način je moguće *in vitro* meriti, korišćenjem STM, talasne funkcije kompleksa mikrotubule-vodeni klasteri pod uticajem anestetika. Interesantno je da je jedna od prvih molekularnih teorija opšte anestezije bila

hidratno-mikrokristalna (pentagonalni dodekaedri) klatratnog tipa [48], sličnih vodenim klasterima.

Pokazano je i da halotan depolimerizuje mikrotubule, ali da se to dešava pri višim kliničkim koncentracijama halotana [49]. Prema našem modelu svesti, anestetici deluju na vodene klustere (dinamika zatvorene vodonične mreže), a preko vodoničnih veza i na sekundarnu strukturiranu dinamiku klatrina i tubulina. Postoje eksperimentalni podaci za delovanje anestetika na proteinsku sekundarnu strukturu [50,51], dok će anestetički efekti na vodene klustere biti tek istraživani.

## 5.2 Testiranje na modelu "veštačkog mozga"

Fuleren  $C_{60}$  ima isti oblik i simetrijska svojstva kao klatrin u mozgu [3]. Njegova struktura kristališe oko nulte dimenzije ( $N = 0$ ), sa čistim vakuumom unutar ljuske. Na bazi tog molekula, sa strukturom i energetskim svojstvima Zlatnog preseka, biće moguće načiniti veštačke mikrotubule i molekularne mreže slične citoskeletu. Takođe, na bazi fizike i hemije fulerena biće moguće izgraditi samoorganizujuće sisteme: od veštačkih ćelija (neurona), kao jednostavnih, preko kompleksnih veštačkih neuronskih mreža, pa do "veštačkog mozga" - primenom principa informacione fizike preuzetih od biološke materije.

Tada ćemo moći da proučavamo dinamičke odzive komplementarnog skupa globalno povezanih kvantnih oscilatora (*električnih* u biološkom mozgu i *magnetnih* u veštačkom), sa slučajnom raspodelom EEG frekvencija, koje će biti sposobne, u odsustvu spoljašnje pobude, da ostvare prelaze između nekoherentnog i koherentnog stanja sa spontanom sinhronizacijom (mapiranje svesnih sadržaja sa biološkog mozga na veštački i obrnuto). To može takođe rešiti jedan od krajnjih inženjerskih ciljeva: interakciju čovek-mašina.

## 6. ZAKLJUČAK

Sa ciljem da predložimo realistički model svesti, našli smo da je potrebno uspostaviti novu fizičku teoriju, koju smo nazvali *informaciona fizika*. Pokazano je da je biološko procesiranje informacija od DNK do proteina - informaciona inverzija. DNK je 1-D (jednodimenziona) informaciona matrica, koja preslikava sebe na proteine kao 3-D informacione entitete, koji kristališu oko ose - mikrotubule (1-D) i tačke - klatrin (0-D). Biološka svest je rešenje 1-D informacionog entiteta (DNK) koji invertuje sebe u proteine (tubuline i klatrin), koji interaguju sa vodenim klasterima dajući 0-D informacioni entitet - svest. Prema ovom modelu, Hausdorfova dimenzija Kantorovog trijadnog skupa nulte dimenzije je Zlatni presek, kao jedna od glavnih karakteristika svesti. Mada mi opserviramo spoljašnji svet kao 3-D, prema modelu on je 5-D, pošto je masa manifestacija dimenzije  $N = 0$  u 5-D prostornoj strukturi.

Biološka informaciona matrica, bazirana na mikrotubulama, je takođe 5-D, i postoji nada da će neko, jednoga dana, zaista biti u stanju da razume Kosmos i Svest.

U radu smo razmotrili svest na tri nivoa: molekularnom (podsvest), nivou neuronskih mreža (svest) i mozga (samosvest). Predloženi modeli za testiranje su, prvo, bazirani na molekularnim i ćelijskim mehanizmima opšte anestezije, i drugo, bazirani na preslikavanju svesnih sadržaja sa biološkog na "veštački mozak".

**Zahvalnosti:** *Ovaj rad i istraživanje iz oblasti svesti posvećujem svojim roditeljima, Ljubomiru i Milici Koruga.*

## LITERATURA

- [1] R.W.Hamming, *Coding and information theory* (Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1986).
- [2] D.Koruga, Neurocomputing and consciousness, *Int. J. Neural and Mass-Parallel Comp. and Inform. Syst.* 1 (1991), pp. 32-38.
- [3] D.Koruga, S.Hameroff, J.Withers, R.Loutfy and M.Sundareshan, *Fullerene C-60: History, Physics, Nanobiology, Nanotechnology* (North-Holland, Amsterdam, 1993).
- [4] N.J.A.Sloane, The packing of spheres, *Scientific American* 250 (1984), pp. 116-125.
- [5] J.Leech, and N.J.A.Sloane, Sphere packing and error-correcting codes, *Can. J. Math.* 16 (1971), pp. 657-682.
- [6] J.H.Conway and N.J.A.Sloane, *Sphere packings, lattices and groups* (Springer-Verlag, New York, 1993).
- [7] L.Nottale, Fractals and the quantum theory of spacetime, *Int. J. Mod. Phys. A* 4(19) (1989), pp. 5047-5117.
- [8] G.N.Ord, Fractal space-time: A geometric analogue of relativistic quantum mechanics, *J. Phys. A: Math. Gen.* 16 (1983), pp. 1869-1884.
- [9] O.T.Rosler, Intra-observer chaos: hidden root of quantum mechanics? *Chaos, Solitons & Fractals* 4(3) (1994), pp. 415-421.
- [10] R.S.Shaw, Strange attractors, chaotic behavior, and information flow, *Z.Naturforsch.* 36A (1981), pp. 80-105.
- [11] L.Galgani, Statistical mechanics of weakly coupled oscillators presenting stochastic thresholds, *Lett. Nuovo Cimento* 31 (1981), pp. 65-72.
- [12] O.T.Rosler, Chaos and chemistry, In: *Nonlinear Phenomena in Chemical Dynamics*, C.Vidal and A.Pacault, eds. (Springer, New York, 1981) pp. 79-87.



- [13] K.Tomita, Conjugate pair of representation in chaos and quantum mechanics, *Found. Phys.* 17 (1987), pp. 699-711.
- [14] R.D.Mauldin and S.C.Williams, Random recursive constructions: Asymptotic geometric and topological properties, *Tran. Amer. Math. Soc.* 295(1) (1986), pp. 325-347.
- [15] D.Koruga, Neurocomputing: A geometric-topological approach, In: *Theoretical aspects of neurocomputing*, E.Peliksn and M.Novak, eds. (World Scientific, Singapore, 1991), p. 1939.
- [16] M.S.El Naschie, Is quantum space a random Cantor set with a Golden Mean dimension at the core? *Chaos, Solitons and Fractals* 4(2) (1994), pp. 177-179.
- [17] H.L.Ryder, *Quantum Field Theory* (Cambridge University Press, Cambridge, 1985).
- [18] J.D.Watson and F.H.Crick Molecular structure of nucleic acids, *Nature* 171 (1953) pp.737.
- [19] E.Schrödinger, *What is Life and Matter?* (Cambridge University Press, Cambridge, 1967).
- [20] E.Mandelkrov and E.-M.Mandelkrov, Tubulin, microtubules and oligomers: molecular structure and implications for assembly, *Cell Movement* 2 (1989), pp. 23-45.
- [21] D.Koruga and J.Simic-Krstic, Semiconductor and crystal symmetry assessment of microtubule proteins as molecular machines, *J. Mol. Electronics* 6 (1990), pp. 167-173.
- [22] R.Mileusnic, S.P.Rose and P.Tillson, Passive avoidance learning results in region specific changes in concentration of, and incorporation into, colchicine binding proteins in the chick forebrain, *Neur. Chemistry* 34 (1980), pp. 1007-1015.
- [23] S.P.R.Rose, Early visual experience, learning and neurochemical plasticity in the rat and the chick, *Philos. Trans. R. Soc. London B* (1977), pp. 278-307.
- [24] S.R.Hameroff and R.C.Watt, Automaton model of dynamic organization in microtubules, *Ann NY Acad. Sci.* 466 (1986), pp. 949-952.
- [25] D.Koruga, Microtubular screw symmetry: Packing of spheres as a latent bioinformation code, *Ann. NY Acad. Sci.* 466 (1986), pp. 953-954.
- [26] S.R.Hameroff, J.E.Dayhoff, R.Lahoz-Belrta, S.Rasmussen, E.M.Insinna and D.Koruga, Nanoneurology and the cytoskeleton: Quantum signaling and protein conformational dynamics as cognitive substrate, In: *Rethinking neural networks: Quantum fields and biological data*, K.H.Pribram, ed. (Lawrence Erlbaum Associates Publishers, Hillsdale, 1993), pp. 317-376.
- [27] P.Dustin, *Microtubules* (Springer-Verlag, Heidelberg, 1984).
- [28] D.Soifer, ed., *Dynamics aspects of microtubule biology*, New York, *Ann. NY Acad. Sci.* Vol. 466 (1986).
- [29] W.G.Kelly, A.Passaniti, J.W.Woods, J.L.Dais, and T.F.Roth, Tubulin as a molecular component of coated vesicles, *J. Cell Bio.* 97 (1983), pp. 1191-1199.
- [30] J.Heuser and T.Kirchhausen, Deep-etch views of clathrin assemblies, *J. Ultrastructure Res.* 92 (1985), pp. 1-27.

- [31] M.Conrad, Quantum molecular computing: The self-assembly model, *Int. J. of Quantum Chemistry: Quantum Biology Symposium* 19 (1992), pp. 125-143.
- [32] M.M.Teeter, Water structure of a hydrophobic protein at atomic resolution: Pentagon rings of water molecules in crystals of crambin, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 81 (1984), pp. 6014-6018.
- [33] G.A.Jeffrey and W.Saenger, *Hydrogen Bonding in Biological Structures* (Springer-Verlag, Berlin, 1991).
- [34] H.Shinohara, U.Nagashima, H.Tanaka and N.Nishi, Magic numbers for water-ammonia binary clusters: Enhanced stability of ion clathrate structures, *J.Chem. Phys.* 83(8) (1985), pp. 4183-4192.
- [35] U.Nagashima, H.Shinohara, N.Nishi and H.Tanaka, Enhanced stability of ion-clathrate structures for magic number water clusters, *J. Chem. Phys.* 84(1) (1986), pp. 209-214.
- [36] X.Yang and A.W.Jr.Castleman, Large protonated water clusters  $H^+(H_2O)_n$  ( $1 < n < 60$ ): The production and reactivity of clathrate-like structures under thermal conditions, *J. Am. Chem. Soc.* 111 (1989), pp. 6845-6846.
- [37] A.Cogoli, A.Tschopp and P.Fuchs-Bislin, Cell sensitivity to gravity, *Science* 225 (1984), pp. 228-230.
- [38] J.Tobony and D.Job, Gravitational symmetry breaking in microtubular dissipative structures, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 89 (1992), pp. 6948-6952.
- [39] D.Koruga, M.Andjelkovic, S.Jankovic, and S.Hameroff, Cytoskeleton as feed-back control system in neuron, In: *Artificial Neural Networks 2*, I.Aleksander and J.Taylor, eds. (Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 1992), pp. 399-402.
- [40] C.W.Smith and S.Best, *Electromagnetic Man* (J.M.Dent & Sons Ltd., New York, 1989).
- [41] D.Raković, *Osnovi biofizike* (Grosknjig, Beograd, 1994).
- [42] D.Koruga, Neuromolecular computing, *Nanobiology* 1 (1992), pp. 5-24.
- [43] A.Babloyantz, Chaotic dynamics in brain activity, In: *Dynamics of sensory and cognitive processing by the brain*, E.Basar, ed. (Springer, Berlin, 1988), pp. 196-202.
- [44] W.J.Freeman, Simulation of chaotic EEG patterns with a dynamic model of the olfactory system, *Biol. Cybernetics* 56 (1987), pp. 139-150.
- [45] B.J.West, *Fractal Physiology and Chaos in Medicine* (World Scientific, Singapore, 1990).
- [46] N.P.Franks and W.R.Lieb, The firefly throws light on anaesthesia, *Chemistry in Britain*, October 1985, pp. 919-921.
- [47] S.Curry, W.R.Lieb, and N.P.Franks, Effects of general anesthetics on bacterial luciferase enzyme from *Vibrio harveyi*: An anesthetics target site with different sensitivity, *Biochemistry* 29 (1990), pp. 4641-4652.
- [48] L.Pauling, A molecular theory of general anesthesia, *Science* 134(3471) (1961), pp. 15-21.

- [49] A.C.Allison and J.F.Nunn, Effects of general anesthetics on microtubules, *The Lancet*, December 21 (1968), pp. 1326-1329.
- [50] A.Shibata, K.Morita, T.Yamashita, H.Kamaya, and I.Ueda, Anesthetic-Protein interaction: Effects of volatile anesthetics on the secondary structure of poly (l-lysine), *J. Pharm. Sci.* 80(11) (1991), pp. 1037-1041.
- [51] D.Koruga, J.Simic-Krstic, S.Jankovic, D.Louria, and S.Hameroff, Ethanol effects on secondary structure of firefly luciferase (in preparation, 1995).