

Dejan Raković

INTEGRATIVNA BIOFIZIKA, KVANTNA MEDICINA I KVANTNO-HOLOGRAFSKA INFORMATIKA: PSIHOSOMATSKO- KOGNITIVNE IMPLIKACIJE

Autor se bavi istraživanjem i obrazovnim radom iz oblasti integrativne biofizike, kvantne medicine i kvantno-holografske informatike već dugi niz godina, i kao dobar poznavalac klasične i kvantne fizike objašnjava biofizičke fenomene i iznosi argumente za primenu integrativnih biofizičkih dijagnostičkih i terapijskih metoda i tehnika u medicini.

Imajući u vidu da savremena istraživanja bolesti ukazuju na sve veće prisustvo psihosomatskih činilaca kao njihovih uzročnika, to uključivanje psiholoških fenomena (svest, stres i dr) orijentisanih na lečenje čoveka kao celine a ne bolesti kao simptoma, predstavlja pomak u dijagnostici i tretmanu zdravlja čoveka, u odnosu na klasičnu medicinu. Knjiga daje pomak i u oblasti tradicionalne medicine, jer pruža zadovoljavajuća objašnjenja za primenu nekih tradicionalnih metoda i tehnika...

Monografija je multidisciplinarnog karaktera i prevashodno je namenjena lekarima 'otvorenog uma' koji praktikuju klasičnu i tradicionalnu medicinu, specijalistima i studentima postdiplomskih studija iz biofizike i biomedicinskog inženjerstva, kao i svima onima koje zanima primena novih naučnih metoda i tehnika u medicini...

– Đuro Koruga

Prema strukturi i sadržaju izloženog, knjiga se može podjednako svrstati u nad-visokoobrazovnu udžbeničku literaturu, ali i u veoma naprednu i specifičnu (po problematici i istraživačkom pristupu) multidisciplinarnu (fizika, biologija, medicina, filozofija) naučnu monografiju.

Knjiga nudi širu i produbljeniju informaciju o burnom razvoju biofizike svesti na kraju XX i početku XXI veka, koji je ne samo od fundamentalnog značaja, već omogućuje široku implementaciju, od genetskog do biomedicinskog inženjeringa. U izlaganju se koristi čitav alat moderne teorijske fizike radi spoznaje i dotika sa fizikom žive prirode, na svim nivoima: od molekuskog, pa preko ćelijskog i nadćelijskog, do organizma, uključujući i biosferu kao celinu. Zato se kao pomoć čitaocima u dodacima daje repetitorij kvantne mehanike, kvantne hemije i kvantne informatike.

Sveukupno gledano, pred čitaocima je jedinstvena knjiga-monografija na našim prostorima...

– Jovan Šetrajčić



9 788681 879207

Dejan Raković

INTEGRATIVNA BIOFIZIKA, KVANTNA MEDICINA I KVANTNO-HOLOGRAFSKA INFORMATIKA:
PSIHOSOMATSKO-KOGNITIVNE IMPLIKACIJE

IASC & IEPFG
Beograd 2008

*Svojoj porodici,
za sve ove godine ljubavi i podrške.*

Dejan Raković

prof. dr Dejan Raković
INTEGRATIVNA BIOFIZIKA, KVANTNA MEDICINA I KVANTNO-HOLOGRAFSKA
INFORMATIKA: PSIHOSOMATSKO-KOGNITIVNE IMPLIKACIJE

prvo izdanje

Izdavač
INTERNACIONALNI ANTI-STRES CENTAR (IASC)
Beograd, Smiljanićeva 11
INSTITUT ZA EKSPERIMENTALNU FONETIKU I PATOLOGIJU GOVORA (IEFPG)
Beograd, Gospodar Jovanova 35

Recenzenti
prof. dr Đuro Koruga
akademik Jovan Šetračić

Za izdavača
prof. dr Dejan Raković
dr Mirjana Sovilj

Tehnički urednici
mr Slavica Pantelić
mr Miško Subotić

CIP - Katalogizacija u publikaciji
Narodna biblioteka Srbije, Beograd

577.3 615.8

RAKOVIĆ, Dejan I., 1951-

Integrativna biofizika, kvantna medicina i kvantno-holografška informatika:
psihosomatsko-kognitivne implikacije / Dejan Raković, - 1. izd. – Beograd:
Internacionalni anti-stres centar (IASC): Institut za eksperimentalnu fonetiku i
patologiju govora (IEFPG), 2008 (Beograd: Draslar partner). – 147 str.: ilustr.;
21 cm

Tiraž 500. – O autoru: str. 147. – Napomene uz tekst. – Bibliografija uz svako
poglavlje.

ISBN 978-86-81879-20-7

a) Biofizika b) Alternativna medicina

COBISS.SR-ID 154543884

Dejan Raković

**INTEGRATIVNA BIOFIZIKA,
KVANTNA MEDICINA I
KVANTNO-HOLOGRAFSKA
INFORMATIKA:
PSIHOSOMATSKO-
KOGNITIVNE IMPLIKACIJE**

**IASC & IEFPG
Beograd 2008**

SADRŽAJ

Predgovor	7
1. Uvod	13
1.1 Literatura	25
2. Kvantna neuralna informatika: Hopfieldove neuronske mreže i kvantna holografija	29
2.1 Literatura	36
3. Fizika interakcije ferment-supstrat: molekularno prepoznavanje	37
3.1 Semi-klasični model elektronsko-konformacionih interakcija i molekularnog prepoznavanja	37
3.2 Kvantni modeli elektronsko-konformacionih interakcija i molekularnog prepoznavanja	40
3.3 Literatura	48
4. Moždane hijerarhijske neuronske mreže	51
4.1 Hijerarhijski modeli moždanih neuronskih mreža	56
4.2 Implikacije za modeliranje kognitivnih funkcija	68
4.3 Literatura	71
5. Telesne hijerarhijske neuronske mreže	73
5.1 Kvantne i klasične telesne hijerarhijske neuronske mreže	79
5.2 Implikacije za modeliranje psihosomatsko-kognitivnih funkcija	92
5.3 Literatura	97
6. Dodaci	105
6.1 Talasne funkcije sistema identičnih bozona i fermiona. Paulijev princip isključenja	105
6.2 Kvantna hemija i spektroskopija molekula. Adijabatska, harmonijska i dipolna aproksimacija	108
6.3 Druga kvantizacija. Fejnmanova propagatorska forma kvantne mehanike	113
6.4 Kvantne osnove RRM-modela rezonantnog prepoznavanja	115
6.5 Operator gustine. Fon Nojmanova entropija	120
6.6 Kvantna spletenost. Fon Nojmanova kvantna teorija merenja	124
6.7 Kvantna teorija dekoherencije. Stacionarna i nestacionarna kvantna stanja	127
6.8 Kvantna kubitna informatika. Kvantna teleportacija, kriptografija i računanje	132
6.9 Literatura	143
Izvodi iz recenzija	145
O autoru	147

PREDGOVOR

Predmet ove monografije jesu integrativna biofizika, kvantna medicina i kvantno-holografška informatika, što je od posebnog značaja zbog sve šire primene integrativne medicine i u najrazvijenijim zemljama – pošto savremena istraživanja psihosomatskih bolesti ukazuju na neophodnost primene holističkih metoda, orijentisanih na lečenje čoveka kao celine a ne bolesti kao simptoma poremećaja te celine, implicirajući njihovo makroskopsko kvantno poreklo.

U fokusu ovih kvantno-holističkih metoda jesu telesni akupunkturni sistem i svest, koji u Fejnmanovoj propagatorskoj verziji Šredingerove jednačine imaju kvantno-informacionu strukturu kvantno-holografške Hopfildove asocijativne neuronske mreže, sa memorijskim atraktorima kao mogućom kvantno-holografškom informacionom osnovom psihosomatskih bolesti.

Monografija je podeljena u više poglavlja. Uvodna Glava 1 prikazuje istoriju problema i fenomenologiju integrativne biofizike i kvantne medicine. Glava 2 daje osnove kvantne neuralne informatike, odnosno Hopfildove neuronske mreže i kvantnu holografiju, što predstavlja dobar kvantno-informacioni okvir za integrativnu biofiziku i kvantnu medicinu. Glava 3 posvećena je fizici interakcije ferment-supstrat, odnosno kvantnim modelima biomolekularnog prepoznavanja, gde se već uočava neophodnost kvantno-holističkog pristupa. Glava 4 razmatra moždane hijerarhijske neuronske mreže, počev od hijerarhijskih modela moždanih neuronskih mreža, pa do implikacija za modeliranje kognitivnih funkcija. Glava 5 tretira telesne hijerarhijske neuronske mreže, počev od kvantnih i klasičnih telesnih hijerarhijskih neuronskih mreža za modeliranje dva modusa svesti, pa do implikacija za modeliranje psihosomatsko-kognitivnih funkcija. Zbog samozatvorenosti knjige, Glava 6 sadrži osam specijalizovanih dodataka, posvećenih kvantnoj hemiji i kvantnoj informatici.

Glavni rezultati ove visoko multidisciplinarne monografije su, s jedne strane, demonstriranje da savremena istraživanja psihosomatskih bolesti ukazuju na neophodnost primene holističkih metoda, i s druge strane, prikaz klasičnih i kvantnih modeliranja biomolekularnog prepoznavanja, kognitivnih i psihosomatskih funkcija, kao dobar prošireni kvantno-holografški informacioni okvir za integrativnu biofiziku i kvantnu medicinu.

Otuda je monografija prirodno namenjena specijalistima iz biofizike i biomedicinskog inženjeringa, integrativne medicine i holističke psihoterapije, ali i svima onima koji veruju u kvantno-holografsku paradigmu. Nadam se da ih neki teži delovi (posebno matematičko-fizički dodaci, koji su pisani pre svega za one sa dubljim fizičkim predznanjem) neće dekuražirati da se upuste u proučavanje ove intrigirajuće knjige.

Na ovom mestu bih se iskreno zahvalio recenzentima monografije, prof. Đuri Korugi i akad. Jovanu Šetrajčiću, na dugogodišnjoj podršci, saradnji i korisnim sugestijama. Takođe bih se srdačno zahvalio i dr Mitji Perušu čiji su mi radovi iz oblasti bioloških neuronskih mreža i svesti bili veoma korisni, prof. Miroljubu Dugiću, prof. Milanu Ćirkoviću, prof. Gordani Stanojević-Vitaliano, prof. Emilu Jovanovu, spec. dr Vladi Radivojeviću, prof. Žarku Martinoviću, dr Nenadu Rajšiću, dr Zvonku Šundriću, spec. dr Milki Ćosović, spec. dr Zlati Jovanović Ignjatić, dr med. Zdenku Arsenijeviću, mr Mirku Ostojiću, ms Miloradu Tomaševiću, dr Predragu Šukoviću, ms Dejanu Radenoviću, inž. Lazaru Škariću, mr Đorđu Baljuzoviću, ms Ani Vasić, psihol. Živoradu Mihajloviću Slavinskom, dr Mirjani Sovilj, mr Slavici Pantelić, psihol. Slavici Jovičić, defekt. Nikoleti Stevović, ms Jevremu Bojoviću, mr Milanu Mladenoviću, dr med. Ivani Džamić i dr Jelisaveti Kunosić na multidisciplinarnoj teorijskoj ili eksperimentalnoj saradnji u oblasti istraživanja stanja svesti, kao i akad. Lavu A. Gribovu, akad. Bratislavu Tošiću, prof. Miroljubu Dugiću, prof. Milenku Plavšiću, dr Goranu Kekoviću, prof. Dragomiru Davidoviću, prof. Ireni Ćosić, mr Jasmini Jeknić Dugić, dr Stevi Jaćimovskom i prof. Vjekoslavu Šajfertu na saradnji u oblasti kvantne teorije biomolekularnog prepoznavanja. Za saradnju i podršku u oblastima integrativne medicine i holističke biofizike toplo bih se zahvalio i akad. Antoniju Škokljevu, akad. Ljubisavu Rakiću, akad. Veselinki Šušić, akad. Vladeti Jerotiću, akad. Dejanu P. Kreculju, akad. Nikoli Miloševiću, akad. Dragoljubu Mirjaniću, akad. Evgeniji L. Mačeret, akad. Vlailju P. Kaznačeevu, prof. Predragu Radenoviću, prof. Polu Rošu, prof. Jošiaki Omuri, dr Hiroši Motojami, prof. Sergeju P. Sitku, prof. Nataliji N. Lebedevoj, prof. Olegu V. Betskom, prof. Nikolaju D. Kolbunu, prof. Konstantinu G. Korotkovu, prof. Aleksandru V. Trofimovu, dr Sergeju N. Ljubimovu, prof. Džordžu Kostopulosu, prof. Feliksu Hongu, prof. Stjuartu Hamerofu, prof. Robertu Džanu, dr Brendi Dan, prof. Metinu Akeju, dr Deanu Cvetkovicu, prof. Suritu Deju, prof. Antonu Železnikaru, prof. Igoru Kononenku, prof. Igoru Jermanu, dr

Petru Papugi, ms Sašku Đuraševiću, dr Andreasu Liptaj-Vagneru, prof. Gopal Čandra Reju, prof. Aleksandru V. Pavlovu, prof. Ričardu Amorosu, prof. Avšalomu Mizrahiju, prof. Elijahu Ripsu, prof. Robertu Formanu, filoz. Markusu Šmikeu, prof. Biljani Perčinkovoj, prof. Olgi Škarić, prof. Mirku Pejoviću, prof. Velimiru Abramoviću, prof. Miloju Rakočeviću, prof. Mirjani Vojinović-Miloradov, prof. Miljku Satariću, prof. Jovanu Vukoviću, prof. Svetomiru Bojaninu, prof. Snežani Milenković, prof. Ljiljani Klisić, prof. Časlavu Hadži Nikoliću, prof. Vladimiru Desimiroviću, prof. Nikoli Ilankoviću, prof. Prvoslavu Markoviću, prof. Slobodanu Jovičiću, prof. Predragu Ognjenoviću, prof. Aleksandru Kostiću, prof. Dejanu Todoroviću, prof. Slobodanu Markoviću, prof. Dušanu Lekiću, prof. Ljubici Konstantinović, prof. Vuku Stamboloviću, prof. Dušanu Dunjiću, dr Dragu Đorđeviću, dr Dušanki Mandić, spec. dr Olgi Vulićević, spec. dr Đorđu Cakiću, prof. Anđelki Lazarević, dr Zlati Adamov, dr Ljiljani Golijanin, prof. Milici Lazović, prof. Vasiliju Miljkoviću, prof. Aleksandru Krstiću, prof. Mithatu Blagajcu, prof. Snežani Conić, prof. Milanu Jevremoviću, prof. Katici Jovanovoj Nešić, prof. Đorđu Koziću, prof. Lidiji Matiji, dr Nataši Mišić, prof. Slavoljubu Jovanoviću, prof. Živojinu Đorđeviću, prof. Aleksandru Kostovu, prof. Aleksandru Jovanoviću, dr Milki Čulić, prof. Dušanu Ičeviću, dr Ljubomiru Kljakiću, prof. Jelisavi Kalezić, prev. Petru Vujičinu, prev. Miroslavu Goluboviću, dr Vuku Uskokoviću, prof. Draganu Uskokoviću, prof. Slobodanu Milonjiću, prof. Nenadu Ignjatoviću, prof. Branku Bugarskom, dr Aleksandru Spasiću, dr Tomislavu Grozdiću, dr Nikoli Markoviću, prof. Dušanu Starčeviću, prof. Božidaru Radenkoviću, prof. Petru Spasiću, prof. Branimiru Reljinu, prof. Srđanu Stankoviću, prof. Ivanu Škokljevu, prof. Draganu Kandiću, prof. Miodragu Pavloviću, prof. Obradu Aleksiću, prof. Goranu Stojanoviću, prof. Vojislavu Mitiću, prof. Miodragu Zlatanoviću, prof. Branislavu Jovaniću, prof. Zoranu Ristovskom, prof. Miroslavu Dramićaninu, dr Zoranu Markoviću, dr Slobodanki Galović, dr Aleksandru Marjanoviću, prof. Vojislavu Milovanoviću, prof. Branimiru Iniću, prof. Gordani Ajduković, prof. Slobodanu Pokrajcu, prof. Milošu Arsenijeviću, prof. Petru Grujiću, prof. Radomiru Đorđeviću, mr Miroslavu Ivanoviću, dr Alekseju Tarasjevu, prof. Vladimiru Ajdačiću, dr Vladimiru Đokoviću, prof. Bogoljubu Šijakoviću, prof. Radovanu Bigoviću, prof. Vladanu Perišiću, mr Bogdanu Lubardiću, prof. Đuri Šušnjiću, prof. Sretenu Petroviću, prof. Dušanu Pajinu, dr Bojanu Jovanoviću, prof. Zorici Kuburić, prof. Dragoljubu Đorđeviću, prof. Lidiji Mišić, ms Drašku Furundžiću, prof. Vlastimiru Novakoviću, prof. Borivoju

Stamenoviću, spec. dr Dinku Zoviću, dr Jovani Simić-Krstić, dr Aleksandru Tomiću, ms Mateji Opačiću, ms Željku Ratkaju, prof. Dragoljubu Martinoviću, prof. Milanu Raspopoviću, prof. Vesni Petrović, prof. Jeleni Vljaković, prof. Žarku Koraću, prof. Stevanu Petroviću, prof. Jovi Toševskom, mr Nikoli Šobatu, spec. dr Tamari Babić, spec. dr Tatjani Dimitrijević, spec. dr Veri Đurović, spec. dr Nikolasu Pešiću, spec. dr Tatjani Brkić-Rakić, spec. dr Ljupki Stojanović, prof. Dušanu Kolaru, dr Draganu Jevdiću, prof. Veri Đorđević, prof. Vidosavi Momčilović, prof. Bogosavu Lažetiću, prof. Nedi Pekarić-Nadž, dr Vladanu Zdravkoviću, dr Dejanu Žikiću, mr Srđanu Jankoviću, mr Branislavu Vuleviću, ms Dušanu Janjiću, ms Nikoli Trifunoviću, ms Ivanu Ikonovu, mr Milici Vučićević, dr Branislavu Todoroviću, dr Đorđu Miniću, mr Draganu Đakoviću, mr Dejanu Risimiću, mr Marku Caru, ms Saši Stanojloviću, mr Dejanu Veljkoviću, dr Milošu Vujisiću, dr Nenadu Kartaloviću, ms Vukomiru Milinkoviću, mr Mileni Čukić, ms Romanu Vučkoviću, ms Draganu Milovanoviću, ms Milanu Obradoviću, ms Dušanu Daniloviću, ms Duški Kleut, ms Mariji Bezbradici, inž. Predragu Gušavcu, inž. Dragani Tošić, mr Mariji Šešić, mr Jasminki Marić, mr Dušanu Pavloviću, mr Dejanu Miletiću, mr Aleksandru Prnjatu, prof. Ljiljani Mašković, prof. Igoru Vragoviću, dr Slađani Stojković, mr Siniši Vučenoviću, mr Nenadu Deliću, mr Vojislavu Zoriću, mr Dušanu Iliću, ekon. Branki Bigović, spec. dr Ferencu Agoštonu, spec. dr Jovanki Petrović, spec. dr Radinki Ivošević, prof. Slavici Golubović, dr Veri Radičević, mr Mišku Subotiću, mr Silvani Punišić, dr med. Vesni Jovičić, defekt. Valeriji Čabrić-Aćimović, psihol. Nebojši Jovanoviću, psihol. Mariji Momirov, glum. Jadranski Stilin Mihajlović, apsolv. defekt. Mariji Vasić, biol. Dušanu Panajotoviću i TM instr. Miliji Petroviću. Za upoznavanje fascinantnih fenomena isceljenja i holističkih međupovezanosti, prijateljski se zahvaljujem iscel. Zdenku Domančiću, iscel. Vidaku Jukiću, iscel. Stanku Peruničiću, iscel. Slobodanu Dimitrijeviću, iscel. Borislavu Štambuku, iscel. Mirjani Damjanović, iscel. Slavku i Snežani Pavlović, iscel. Predragu Stankoviću, iscel. Predragu Nikiću i iscel. Aleksandru Iliću, kao i izd. Nataši Marković, izd. Jugoslavi Ljuštanović, izd. Saši Blagojeviću, izd. Radetu Aničiću, izd. Spasiju Vlajiću, izd. Draganu Kaluđeroviću, izd. Željku Sariću i izd. Čedomiru Mrazu. Toplo se zahvaljujem i nov. Stanku Stojiljkoviću, nov. Miroslavu Rasuliću, nov. Aleksandru Petroviću, nov. Oliveri Kosić, nov. Vladimiru Jelenkoviću, nov. Zorici Pantelić, nov. Goranu Aksentijeviću,

nov. Jeleni Dimitrijević-Mićić, nov. Borislavi Nikolić, nov. Dijani Ivanović, nov. Draganu Božoviću, nov. Miodragu Novakoviću, nov. Vesni Butrić-Ćorović, nov. Nadi Blagojević, nov. Jeleni Pavlović, nov. Aleksandru Lupšiću, nov. Aleksandru Gajšku, nov. Draganu Holbahu, nov. Marku Jankoviću, nov. Radetu Radovanoviću, nov. Ljubici Krminac, nov. Nini Arsenović, nov. Georgiju Bogičeviću, nov. Goranu Kojiću, nov. Katarini Đorđević, nov. Danijeli Kljajić, nov. Svetlani Nikolić i nov. Mileni Dražić, za medijsku podršku u promovisanju mojih dugogodišnjih holističkih istraživanja svesti i psihosomatske medicine. Konačno, prijateljsku zahvalnost dugujem mr Slavici Pantelić i mr Mišku Subotiću i za tehničko uređenje knjige.

Na kraju, zahvaljujem se Ministarstvu za nauku, tehnologiju i razvoj Republike Srbije, koje je preko projekata br. 148028G i 141016 delom finansiralo naučno-istraživačke radove inkorporirane u ovu monografiju.

U Beogradu, jeseni 2008.

– Dejan Raković

1. UVOD

Predmet ove monografije jesu integrativna biofizika, kvantna medicina i kvantno-holografška informatika, sa ukazivanjem na veoma značajne psihosomatsko-kognitivne implikacije.

Većina današnjih knjiga iz oblasti Biofizike je redukcionističkog tipa, uglavnom posvećena molekularnoj biofizici i metodama karakterizacije biomolekula, manji broj razmatra procese na ćelijskom nivou, a ređe su posvećeni holističkom integrativnom nivou organizma i biosfere (koji uključuje socijalne i ekološke aspekte, biometeorologiju, geomedicinu, hronobiologiju, psihosomatiku, svest, homeopatiju, akupunkturu, jogu, meditaciju, transpersonalnu psihologiju) – mada ovaj trend počinje da menja sa sve širom primenom *integrativne medicine* i u najrazvijenijim zemljama [1].

Istorija problema integrativne biofizike. Treba pomenuti neke od naučnika čija su istraživanja u raznim oblastima doprinela razvoju integrativne biofizike, uz kratak opis tog doprinosa [2].

Hipokrat je bio prvi koji je isticao da vreme i klima igraju značajnu ulogu u očuvanju zdravlja i nastanku bolesti čoveka, ali je tek u 20. veku ova ideja ozbiljno testirana, kada su regularne meteorološke opservacije pod standardnim uslovima, pouzdani epidemiološki zapisi, adekvatno fiziološko razumevanje, i izum klimatskih komora za izlaganje ljudi simuliranim vremenskim uslovima – postale dostupne. Od savremenih naučnika iz oblasti biomedicine, koji su se bavili *uticajima sredine* na čoveka pomenućemo nekoliko imena: Arenius (u jednom radu na temu biometeorologije tvrdio da sat organizma obrazuje otvoren sistem i da u konstantnim uslovima vremensko podešavanje perioda vrše spoljašnji uslovi), Čiževski (osnivač heliobiologije, ispitivao efekte pozitivnih i negativnih jona u vazduhu na život, ljudsko zdravlje i ponašanje), Bernar (uveo pojam unutrašnjeg, odnosno zemaljskog i kosmičkog okruženja, kao i ritmičkog reda), Helpah (isticao da prirodna sredina ima dva moda uticaja na čoveka, jedni koji se direktno opažaju posredstvom čula, i drugi koji su posredovani vegetativnim sistemom), Henderson (ispitivao regulaciju kiselo-bazne ravnoteže u krvi, uveo ideju da fizičke i hemijske osobine neorganske sredine, koje potiču od vode, ugljenohidratnih jedinjenja i ugljenične kiseline, jesu ključne za razvoj organskog života), Hantington (otkrio da klima utiče na fizičku snagu i zdravlje, u jednom

od tri fiziološka i patološka procesa koja je proučavao), Halberg (uveo pojmove bioritmova: cirkadijalni (oko 24 h), ultradijalni (oko 1,5-2 h) i infradijalni (nedelje ili meseci)), Flies (kreirao jednu od najpopularnijih verzija bioritmologije, tvrdeći da svaki čovek ima muški i ženski ciklus od 23 i 28 dana koji kontroliše fiziologiju svake ćelije i tokove telesne i fiziološke vitalnosti), Edmunds (istakao sve karakteristike cirkadijalnog ritma: sveprisutnost, periodičnost od oko 24 h, postojanost, mogućnost pomeranja faza, temperaturnu kompenzaciju), Pikardi (ispitivao uticaj mesečevih faza na hemijski test, i uticaj zemaljskih, solarnih i kosmičkih fenomena na biološke reakcije poput stepena sedimentacije krvi), De Ruder (razvio koncept sezonalosti bolesti, sada fundamentalno načelo biometeoroloških koncepata), Petersen (otkrio da odgovor organizma na sile iz okoline obuhvata ritmičke promene autonomnih nervnih procesa vegetativnog sistema, povezane sa endokrinim i biohemijskim promenama), Kanon (uveo koncept homeostaze kao mehanizma koji stabilizuje fiziološke promene u određenom opsegu varijacija), Bauer (postavio tri fundamentalna biološka postulata: svi živi sistemi su uvek u stabilnom neravnotežnom stanju i zato imaju energiju da izvrše rad za održanje ovog neravnotežnog stanja homeostaze; živi sistemi izvode unutrašnji rad, ali i spoljašnji rad koji raste sa razvojem; neravnotežu u živim sistemima stvaraju skupine molekula u čijim konformacijama se čuva metabolička energija koja se koristi za njihovo formiranje), Seli (izvršio seriju eksperimenata za ispitivanje nespecifičnih, sistemskih odgovora organizma na stres, poput fizičkog naprezanja, izloženosti radijaciji, hladnoći i toploti, traumatskim povredama, gubitku krvi, bolesti, infekciji, opasnosti, strahu; u svojoj teoriji 'Opšteg adaptivnog sindroma', identifikovao tri karakteristična stadijuma stresa: faza alarma, faza otpornosti, faza iscrpljenosti).

Od fizičara koji su se bavili *kvantnim osnovama* integrativne biofizike, pomenućemo takođe nekoliko imena: Gurvič (poznat po otkriću biofotonske emisije, predložio da skupine molekula u živim ćelijama i tkivima postoje u stanju neravnoteže, koje je posledica akcije bioloških polja; imenovao 'molekularne grupe' kao 'stanja međusobnog poravnanja i orijentacije' molekula, što ga čini prvim ko je postulirao ono što se naziva 'kolektivna stanja' ili 'fenomen kooperativnosti'), Bor (dao filozofski doprinos razvoju molekularne biologije (u smislu kvantne biologije) u svom radu 'O svetlosti i životu', kada je postulirao da je potrebna nova fizika za objašnjenje teorije života, i da život nije svodljiv na atomsku

fiziku), Paskal (podržavao Borovu ideju, i u svojoj 'pojačavačkoj teoriji života' tvrdio da živi sistemi mogu imati sposobnost da pojačaju slabe signale, čak i pojedinačne fotone, na takav način da mogu pokrenuti makroskopske događaje), Šredinger (u svojoj značajnoj knjizi 'Šta je život?', diskutovao o termodinamici živih sistema, prirodi nasleđivanja i strukturi gena kao 'aperiodičnog kristala', istakao da organizmi ostaju uređeni nadoknađivanjem 'negativne entropije' iz okoline), Prigožin (uveo neravnotežnu termodinamiku za objašnjenje životnih procesa, pojam 'disipativnih struktura' kao nove klase reda 'daleko od termalne ravnoteže', koji potiče od iznenadnog kolektivnog ponašanja velikog broja čestica, trigerovanog malim fluktuacijama koje u termalnoj ravnoteži nemaju takav efekat), Sinc (predložio 'oscilatorni model organizma' u okviru modela polja, prema kome je živi organizam sa njegovim bezbrojnim ritmičkim procesima visoko kompleksan rezonantni sistem oscilujućih polja nelinearno uparenih svojim faznim odnosima), Frelih (istakao da niskotemperaturni fenomeni u superfluidima pokazuju makroskopsku kvantizaciju mnogo suptilnije prirode, i da na osnovu ovih zapažanja treba pretpostaviti u i biološkim sistemima postojanje 'nove vrste reda baziranog na konceptu međufaznih odnosa', sa organizovanim kolektivnim ponašanjem), Ajnštajn-Podoljski-Rozen (predložili teorijski danas poznate EPR-korelacije koje predstavljaju matematički precizno definisane holističke (nelokalne) karakterisitike kvantne mehanike, koje su potom i eksperimentalno potvrđene), Primas (postulirao da saglasno EPR-korelacijama i principu komplementarnosti, kvantna mehanika pruža prvu konzistentnu holističku teoriju, u kojoj nikada nije moguće opisati celinu opisom njenih delova i korelacija među njima; prema njemu, pored sveta objekata i polja, postoji još nekoliko fundamentalnih nivoa realnosti poput Šredingerove talasne funkcije kvantne teorije koja opisuje skriveni domen mogućnosti, neopservabilnog, nemanifestnog, nad-fizičkog sveta nelokalnih korelacija i trenutnih veza (v. Dod. 6.8), pre nego vidljivih fenomena – i samo u aktu merenja ove beskonačne mogućnosti, opisane Šredingerovom jednačinom kao superpozicija svih mogućih kvantnih stanja, kolapsiraju u jednu jedinu stvarnost; povezan sa konceptom 'verovatnoće' jeste koncept 'spletenosti' (v. Dod. 6.6) koji opisuje karakteristike međusobnih veza kvantnog sistema i njegovog kvantnog okruženja, tako da su u odsustvu bilo kakve interakcije, poput merenja, ova dva kvantna podsistema u spletenom stanju u kojem se ni za kvantni

sistem ni za njegovo kvantno okruženje ne može reći da su u 'čistom stanju' (ne može se jedan kvantni podsistem potpuno opisati bez pozivanja na drugi), tako da se ovi spleteni domeni mogu smatrati fundamentalnim dimenzijama realnosti, domenima dinamičke povezanosti, koji je ne samo baza fizičkog sveta i materije, već je, izgleda, povezan sa svešću, koju neki vide kao fundamentalno polje koje je osnova te realnosti).

Fenomenologija kvantne medicine. Savremena istraživanja psihosomatskih bolesti ukazuju na neophodnost primene *holističkih metoda*, orijentisanih na *lečenje čoveka kao celine* a ne bolesti kao simptoma poremećaja te celine, implicirajući njihovo *makroskopsko kvantno poreklo* [3,4]. U fokusu ovih kvantno-holističkih metoda jesu telesni *akupunkturni sistem* i *svest* – koji u Fejnmanovoj propagatorskoj verziji Šredingerove jednačine imaju *kvantno-informacionu strukturu kvantno-holografske Hopfildove asocijativne neuronske mreže* [5] (v. Gl. 2) – sa iznenađujuće značajnim psihosomatsko-kognitivnim implikacijama (o čemu će detaljnije biti reči u narednom pododeljku).

Akupunkturni sistem je kineski koncept energetske-informacionih kanala/meridijana i tačaka, odgovoran za psihosomatsko zdravlje i bolest čoveka (v. Gl. 5). Na kvantnu elektromagnetno (EM)/jonsku osnovu akupunkturnog sistema ('bespragovnih' električnih 'gap junction' (GJ) sinapsi [6]) ukazuju *rezonantni prozori* u frekvenciji i intenzitetu u interakcijama tkiva sa ekstremno slabim 'bespragovnim' EM poljima (nedetektabilnim nervnim sistemom 'pragovnih' elektrohemijskih sinapsi) [3,4], kao i *kvantno-koherentne karakteristike* (visoko rezonantni mikrotalasni senzorni odgovor obolelog organizma, biološki efikasno netermalno mikrotalasno zračenje ekstremno niskog intenziteta i energije, i zanemarljivi mikrotalasni energetske gubici duž akupunkturnih meridijana) i uspesi rusko-ukrajinske škole mikrotalasne (MT) rezonantne terapije [7,8] – koja se danas vezuje za pojavu *kvantne medicine*.

Mikrotalasnu rezonantnu terapiju (MRT) akupunkturnog sistema, Sitko i saradnici zvanično su predstavili 1989. godine na međunarodnom simpozijumu u Kijevu, gde je ekspertska komisija na čelu sa uglednim britanskim teorijskim fizičarem Frelihom proglasila MRT perspektivnim pristupom u regulaciji živih sistema, a MRT kliničke rezultate visoko efikasnim. MRT se pojavljuje i pod drugim sinonimima: KTT (kratko talasna terapija), MMT (milimetarsko talasna terapija), ITT (informaciono talasna terapija). Metoda je poreklom sa teritorije bivšeg Sovjetskog Saveza,

a prva istraživanja 1960-ih godina, koja su rezultirala i konstruisanjem prve generacije MRT generatora, nisu bila vezana za njihovu medicinsku primenu već za vojnu industriju i satelitske telekomunikacije. Kasnije su usledila istraživanja delovanja ovih talasa na biološke sisteme (Zaljubovskaja u Harkovu i Devjatkovljeva grupa u Moskvi [7], uz suštinsko otkriće Sitkove grupe u Kijevu o neophodnosti i reproduktivnosti MRT primene na *akupunkturnim tačkama* [8]), što je sukcesivno dovelo do razvoja druge generacije uskopojasnih i treće generacije širokopojasnih MRT generatora. Uskopojasni MRT generatori sa promenljivim frekventnim opsegom manje su pogodni u praksi, zbog znatno dužeg traženja rezonantne frekvencije, koja zavisi od individualnih karakteristika organizma i subjektivnog stanja pacijenta, što može rezultirati u terapijskim greškama i predoziranjima. S druge strane, širokopojasni MRT generatori omogućavaju istovremenu eksitaciju svih mogućih rezonantnih MT frekvencija, tako da organizam kontinualno rezonantno reaguje na trenutno odgovarajuću (i promenljivu tokom terapije) frekvenciju.

Delovanjem mikrotalasnih generatora frekvencije 52-78 GHz na odgovarajuće akupunkturne tačke, postignuti su značajni klinički rezultati u *prevenciji i terapiji stresa*, kao i mnogih *psihosomatskih oboljenja* (kardiovaskularnih, respiratornih, gastro-intestinalnih, nefro-uroloških, endokrinih, ginekološko-akušerskih, neuroloških, psihijatrijskih, ORL, oftalmoloških, stomatoloških, traumatološko-ortopedskih, dermatoloških, pedijatrijskih, bolesti zavisnosti ...) – sa srednjom efikasnošću od preko 80% kod hroničnih i do 100% kod akutnih bolesti, proverenom na populaciji od više miliona pacijenata različitih patologija u više hiljada MRT kabineta u Ukrajini i Rusiji. S druge strane, MRT je relativno *retko kontraindikovana* (akutni bol u abdomenu koji zahteva operaciju, trudnoća, menstrualni period). Broj preporučenih MRT polusatnih seansi u jednom ciklusu je 10, sa pauzom od mesec dana u slučaju da je potrebno ponavljanje terapijskog ciklusa. Profilaktički MRT ciklusi savetuju se na svakih 6 meseci.

MRT je praktična realizacija *teorije samoorganizacije* živih sistema nobelovca Prigožina [9]. Sitko i saradnici (stimulisani prethodnim istraživanjima Freliha) pretpostavili su početkom 1980-ih godina da je akupunkturni sistem makroskopska kvantna dinamička struktura [8], koja se uprošćeno može shvatiti [10] kao rezultat diferenciranja molekularnih subjedinica ćelijskih membrana i proteina, mikrotubula i dr. na mestima

maksimuma trodimenzionih stojećih talasa, formiranih usled refleksije koherentnih MT Frelihovih eksitacija [11]. Ovome idu u prilog i novija fiziološka istraživanja koja ukazuju da bi diferenciranje interćelijskih jonskih GJ-kanala (posredstvom kojih se odvija evolutivno stariji tip interćelijske komunikacije, uključujući akupunkturnu [6], čija se provodnost može modulisati unutarćelijskim pH-faktorom, Ca^{2+} -jonima, neurotransmiterima i sekundarnim 'mesendžerima' – i čak naponom) moglo biti blago osetljivo i na promene EM polja [12].

U tom kontekstu treba tražiti i *objašnjenje efikasnosti* MRT, kao neinvazivne terapijske metode [10]: neki poremećaj u organizmu dovodi do deformacije u strukturi električnog polja organizma u MT dijapazonu, što utiče na izvesnu promenu prostorne strukture akupunkturnog sistema, i sledstveno rezonantne frekvencije njegovih meridijana, što dovodi do poremećaja u morfogenezi i do bolesti; pri terapiji, delovanjem MRT sondom na odgovarajuću akupunkturnu tačku, pobuđeni akupunktorni sistem obolelog relaksira u prethodno zdravo stanje, dostižući normalni rezonantni frekventni odgovor svojih meridijana na širokopojasni MRT izvor – a zatim posredstvom mehanizama akupunkturne regulacije morfogeneze organizam i biohemijski prevladava bolest.

S druge strane, imajući u vidu gore pomenute *kvantno-koherentne karakteristike* MRT kao i da nedavna teorijska istraživanja pokazuju da svaki kvantni sistem ima formalnu *kvantno-informacionu strukturu kvantno-holografske asocijativne neuronske mreže* [5] (v. Gl. 2) – to se *memorijski atraktori akupunkturne mreže* mogu potencijalno tretirati kao *psihosomatski poremećaji* koji predstavljaju EM MT *kvantno-holistički zapis* (koji se otuda samo holistički može i izbrisati, na šta ukazuje izuzetno visoka efikasnost MRT terapije, koja uklanja i samu informaciju o psihosomatskim poremećajima) – što bi moglo predstavljati biofizičku osnovu (akupunkturno *privremeno reprogramabilne!*) *kvantno-holističke lokalne psihosomatike* [13,14] (v. Gl. 5).

Naime, i prema *tibetanskoj tradicionalnoj medicini* [15] akupunkturna procedura mora se *ponavljati* svakih nekoliko meseci – verovatno kao posledica *obnovljenih* pacijentovih mentalnih opterećenja iz njegovog *mentalnog transpersonalnog okruženja*, koji su ostali *ne-reprogramirani* na nivou kvantno-holografske kolektivne svesti, što podržava i tibetanska *puls dijagnostika* bazirana na 20 pulseva, koja omogućava preciznu

dijagnozu psihosomatskih poremećaja ne samo pacijenata već i njihovih članova porodice i neprijatelja.

Dodatnu potvrdu da je akupunkturni sistem zaista povezan sa svešću i psihosomatikom, predstavljaju nove *meridijanske (psihoenergetske) terapije* (sa vrlo brzim uklanjanjem trauma, upornih fobija, alergija i drugih psihosomatskih poremećaja [16-18]), kod kojih bi se simultani efekti *vizualizacije i tapkanja/dodirivanja akupunkturnih tačaka* mogli teorijski interpretirati kao 'rasplinjavanje' *memorijskih atraktora* psihosomatskih poremećaja, kroz vizualizaciju psihosomatskih problema i sukcesivno postavljanje novih graničnih uslova u prostoru energija-stanje akupunkturnog sistema [14,18] – zbog čega bi se *meridijanske (psihoenergetske) terapije* (zajedno sa psihosomatski isceljujućom pozitivno-vizualizirajućom *meditacijom* [19]) mogle takođe svrstati u oblast *kvantne medicine* (v. Gl. 5).

Meridijanske (psiho)terapije nazivaju se i energetske (psiho)terapije [16-18], zbog zajedničkog otkrića mnogih praktičara da se psihološki problemi mogu shvatiti kao manifestacije energetskih poremećaja ili energetskih konfiguracija u čovečjem energetskom telu. U suštini, sistem *energetskih/meridijanskih (psiho)terapija* (EMPT) predstavlja primenu energetske paradigme na uklanjanje emocionalnih aberacija, bolesti i drugih duševnih poremećaja. Predstavnici ovih terapija veruju da su uzroci ovih aberacija poremećaji u čovekovom energetskom polju (ili auri), koje se fundamentalno manifestuje u vidu energetske strukture. Ta struktura se ispoljava neurološki, biohemijski, kognitivno i bihevioralno. Uvođenje energetske paradigme u polja psihoterapije i spiritualne tehnologije, predstavlja kvantni skok u razumevanju ovih važnih oblasti, pošto omogućava njihovo sagledavanje sa potpuno drugačije tačke gledišta. Psihološki problemi se rešavaju znatno brže ako im pristupamo kao poremećajima u energetskom polju, nego ako tražimo njihove istorijske uzroke – kako je to ranije, počevši od Frojdove psihoanalize, bilo uobičajeno. Promena strukture energetskog polja koja leži u osnovi problema, dovoljna je da pokrene iscelenje ili pomak u spiritualnoj svesti.

Pomenimo nekoliko glavnih sistema EMPT. *Terapiju misaonog polja* (*Thought Field Therapy*, TFT) otkrio je klinički psiholog Rodžer Kalahan, koji je započeo ovu energetsku revoluciju u psihologiji i psihoterapiji; TFT obuhvata energetske procedure za određivanje disbalansa meridijana, kombinovane sa tapkanjem po specifičnim akupunkturnim

tačkama prema propisanom redosledu (algoritmu), da bi se tretirao niz psiholoških problema. *Tehniku emocionalnog oslobođenja (Emotional Freedom Technique, EFT)* razvio je Geri Krejg, jedan od prvih učenika Rodžera Kalahana; on ju je razvio na bazi TFT, ali prema tvrdnji mnogih praktičara, ona je jednostavnija i efikasnija od TFT, pošto koristi samo jedan algoritam za sve poremećaje. *Tapas akupresurnu tehniku (Tapas Acupressure Technique, TAT)* otkrila je Tapasvini Fleming, koja je plodotvorno povezala svoja znanja iz akupresure sa meridijanskim sistemima; kratko, TAT je 'uradi-sam' terapeutska tehnika, bazirana na *tradicionalnoj kineskoj medicini*, koja je ekstremno efikasna za sve vrste alergija, osetljivosti na različite vrste hrane i negativne uticaje okoline. *Desenzitizacija pokretima očiju i reprocisovanje (Eye Movement Desensitization and Reprocessing, EMDR)* radi na bazi smanjenja osetljivosti kroz pokrete očiju i reprocisiranje traumatskih doživljaja; to je jednostavan i efikasan metod za isceljivanje trauma i anksioznih poremećaja.

Pomenimo i nedavno razvijene procese Živorada Mihajlovića Slavinskog [17]: *Bazični PEAT, Dubinski PEAT, DP4 metod i Metod kažiprsta*, kojima je zajedničko da ne koriste asocijativni lanac izranjajućih sadržaja – već 'zamrznutu' sliku najdramatičnijeg i najjačeg momenta nepoželjnog iskustva ili problema.

Bazični PEAT uz uživanje klijenta u 'zamrznutu' sliku, zahteva naizmenično blago postavljanje dva prsta na tri akupunkturne tačke oko oba oka, posle čega neprijatno iskustvo nestaje, najčešće u jednoj seansi. On se pokazao efikasnim ne samo u uklanjanju aktuelnih problema, već takođe u uklanjanju teških, hroničnih problema.

Dubinski PEAT je usavršena metoda, sa sledećim komparativnim prednostima: u većini EMPT subjekat tapka određene tačke na svom licu, telu ili prstima (otuda, popularni naziv Tapping Therapies), dok u PEATu on blago stavlja dva prsta na tačke (bez pritiska ili trljanja), duboko udiše, izdiše, i uklanja ih nekoliko sekundi kasnije; u Dubinskom PEATu klijent se fokusira na potisnute nesvesne sadržaje koji izlaze na površinu svesti, i u primeni se koriste samo tri tačke; nasuprot drugim EMPT, na početku Dubinskog PEATa ne obraća se pažnja na jačinu neželjenih stanja, jer nije cilj da se umanj problem, već da se razreši na najdubljem nivou, kao njegovom korenu; PEAT procesor ne završava seansu dok ne razreši problem, i u proseku ona traje od 20 do 45 minuta; osnovna i najveća vrednost Dubinskog PEATa

je da se ne obraća previše pažnja na problem sa kojim se radi, već na sadržaje svesti, koji vrlo brzo izranjaju na svesni nivo; većina ovih su neželjena psihološka stanja, negativne misli i ograničena verovanja, neprijatne fizičke senzacije i pogrešno donete odluke; Dubinski PEAT ide do najdubljeg nivoa problema, njegove suštine i korena, tako da se mogu naći i neutralisati/integrirati klijentovi Praisovski Polariteti (Prvenci, eng. Primes), tako razrešavajući mnoge probleme koji su se prethodno pojavljivali u lancu sadržaja; PEAT je terapijski metod, i u isto vreme i sistem Spiritualnog razvoja, mada je takva podela veštačka, jer Spiritualni razvoj ima terapijske efekte i čišćenje (razrešenje) klijentovih problema čini Biće slobodnijim; kao isceliteljski metod Dubinski PEAT je transpersonalni EMPT, koji uklanja brzo, lako i elegantno čitav lanac trauma sa emocionalnim abreakcijama, oslobađanjem energetskih struja u auri Bića, osveščavajući i neutrališući polaritete iz duboke prošlosti: probleme, destruktivne fantazije, prinude i opsesije, blokade, entitete, implante itd.

DP4 metod je četvrti nivo Dubinskog PEATa, koji uz uživanje u 'zamrznutoj' slici, zahteva naizmenično korišćenje samo po jedne 'uvidne' akupunkturalne tačke u unutrašnjem uglu obe očne orbite: dodirivanjem desne tačke, povezane sa racionalnom i logičkom levom hemisferom, traži se od klijenta da oseti sebe 'ovde i sada', i da saopšti četiri elementa koje doživljava u tom trenutku (psihičku sliku, misao, emociju, telesnu senzaciju), a potom dodirivanjem leve tačke, povezane sa holističkom i emocionalnom desnom hemisferom, traži se od klijenta da oseti problematičnu situaciju 'ovde i sada', i da saopšti njena četiri elementa; klijent treba u mislima da se kreće naizmenično između dve situacije (dva polariteta) i dve tačke na licu, i vrlo brzo će ti polariteti biti prazni. Ako je problem koji je čišćen povezan sa nekim bićem ili grupom, neophodno je uraditi cirkularni proces, tj. sa tih drugih tačaka gledišta. Ukoliko se ovim metodom radi o kreiranju nekog novog željenog stanja, osećanja ili identiteta, klijent stavlja prste desne ruke na desnu tačku i oseća sebe 'ovde i sada', a prsti leve ruke idu na levu tačku i klijent oseća sebe u fotosu željene situacije.

Metod kažiprsta je najnoviji metod, efikasan za uklanjanje i veoma teških trauma. On koristi centripetalnu rotaciju 3-4 puta oko telesne ose u smeru suprotnom kazaljci na satu, uz prethodni zahtev klijentu da zatvorenih očiju oseti 'zamrznutoj' problematičnu situaciju 'ovde i sada', da saopšti njena četiri elementa, uz postavljanje vrha kažiprsta u centar

te traumatske slike i zamišljanje da je tokom okretanja slika 'zalepljena' na vrhu prsta. Metoda je koliko jednostavna, toliko i efikasna. Ako u toj traumi učestvuje i druga osoba ili osobe, a trauma na kraju procesa ne nestane u potpunosti, neophodno je uraditi cirkularni proces, tj. sa svih relevantnih tačaka gledišta.

Kvantno-holografska informatika: psihosomatsko-kognitivne implikacije.

U cilju stavljanja psihosomatsko-kognitivnih aspekata integrativne biofizike i kvantne medicine u kontekst *kvantno-holografske informatike* [5] (v. Gl. 2), u knjizi je najpre prikazana fizika interakcije ferment-supstrat, odnosno *kvantni modeli molekularnog prepoznavanja* [3,20-22] (v. Gl. 3), gde se već uočava neophodnost kvantno-holističkog pristupa.

Potom su prikazani biokibernetički *modeli moždanih hijerarhijskih neuronskih mreža* [3,5] (v. Gl. 4). Uočljivo je da ovi modeli moždanih hijerarhijskih neuronskih mreža (*samoorganizujuće mapirajuće* neuronske mreže, *asocijativne* ili *atraktorske* neuronske mreže, i klasične i neurokvantne *sinergetske* neuronske mreže), pokazuju ohrabrujući napredak u pogledu modeliranja kognitivnih funkcija – što i nije iznenađenje imajući u vidu da se procesiranje informacija na nivou centralnog nervnog sistema odigrava posredstvom hijerarhijski organizovanih i povezanih neuronskih mreža; osim toga, tokom procesa učenja značajnu ulogu u globalnoj distribuciji (po celoj moždanoj kori) hijerarhijski obrađivanih informacija igraju i moždani talasi. Izgleda da se ova hijerarhija bioloških neuronskih mreža spušta sve do subćelijskog *citoskeletalnog* mezoskopskog nivoa, za koji neki istraživači veruju da predstavlja interfejs između *neuralnog* i *kvantnog* nivoa [23].

Ipak, za modeliranje većine kognitivnih i posebno psihosomatskih funkcija neophodne su i suptilne biofizičke *kvantno-holografske MT Hopfildove telesne akupunkturne neuronske mreže* (modulisane UNF EM poljima moždanih talasa) kombinovane sa *kvantnom teorijom dekoherencije* [3,14] (v. Gl. 5). S jedne strane, one demonstriraju postojanje dva kognitivna modusa spoznaje (direktan religijsko-kreativni, karakterističan za vantelesna kvantno-koherentna prelazna i izmenjena stanja individualne svesti, i indirektan čulno/racionalno posredovani, karakterističan za telesna klasično-redukovana normalna stanja individualne svesti), zajedno sa uslovima transformacije jednog modusa u drugi. S druge strane, one predstavljaju prirodan okvir za objašnjenje *psihosomatskih bolesti* vezanih za somatizaciju novogenerisanih memorijskih atraktorskih stanja otvorenog

makroskopskog kvantnog akupunktornog sistema (nastalih kao rezultat interakcije sa okruženjem i kvantno-holografski projektovanih na niži hijerarhijski ćelijski novo, tako utičući na izmenjenu ekspresiju genoma), ali i za objašnjenje savremenih *meridijanskih (psihoenergetskih) terapija* za brzo uklanjanje brojnih poremećaja (trauma, fobija, alergija, post-traumatskog stresa...), sa značajnim psihosomatskim i transpersonalnim implikacijama.

Treba posebno istaći da bi *kvantna dekoherencija* mogla igrati *fundamentalnu ulogu u biološkim kvantno-holografskim neuronskim mrežama* [3,14,21], kroz adaptaciju oblika hiperpovrši energija-stanje akupunktornog sistema/svesti (za razliku od nisko-temperaturskih veštačkih kubitnih kvantnih računara gde se dekoherencija mora po svaku cenu *izbegavati* do krajnjeg akta očitavanja kvantnog računanja!) – što nagoveštava da je Priroda izabrala elegantno *sobno-temperatursko rešenje za biološko kvantno-holografsko procesiranje informacija*, fluktuirajuće između kvantno-koherentnog stanja i klasično-redukovanog stanja akupunktornog sistema/svesti, kroz nestacionarne interakcije sa vantelesnim daljim okruženjem i kroz dekoherenciju telesnim bližim okruženjem (v. Gl. 5).

To bi se moglo odnositi i na *niži hijerarhijski kvantno-holografski makroskopski otvoreni kvantni ćelijski enzimsko-genomski nivo* [3,21], koji bi mogao funkcionisati na nivou neprekidnog kvantno-konformacionog kvantno-holografski sličnog molekularnog prepoznavanja – pa bi tako *kvantna neuronska holografija* kombinovana sa *kvantnom dekoherencijom* mogla biti veoma značajan element povratno-spregnute *bioinformatike*, od nivoa ćelije do nivoa organizma (v. Gl. 3).

U istom kontekstu razmotrene su naučne osnove *kvantno-holografске paradigme*, implicirajući da je kompletna psihosomatika *kvantni hologram*, na nivou *i individualne i kolektivne svesti*, i da kvantno-holografski hijerarhijski delovi nose informaciju o celini, omogućavajući kvantno-holografsku fraktalnu spregu različitih hijerarhijskih nivoa [3,14] (v. Gl. 5): akupunktorno-bazirane kvantno-informacione (ne)intencionalne kontrole ontogeneze i morfogeneze; kvantno-holografskog jezičkog uticaja na ekspresiju genoma sa implikacijama o velikom psihosomatskom značaju misaono-emocionalnih sadržaja; i fraktalno-informacionu spregu različitih hijerarhijskih nivoa u Prirodi sa fundamentalnim holističkim implikacijama o poreklu čudesnih dubokih kreativnosti i determinisanosti Istorije kroz sprežanje sa postojećim evoluirajućim stanjem kolektivne svesti. Ovo

nagoveštava i pojavu *velike sinteze* dva modusa spoznaje, racionalno-naučnog (klasično-redukovanog, u normalnim stanjima svesti) i kreativno-religijskog (kvantno-koherentnog, u izmenjenim i prelaznim stanjima svesti) u okvirima nove *kvantno-holografske holističke paradigme* – gde uloga pojedinca postaje nezamenljiva zbog uticaja i brige za kolektivno mentalno okruženje, što je svakako fundamentalno pitanje i mentalne higijene i građanske pristojnosti, odnosno i duhovnog i građanskog morala.

Na istoj liniji, tako bi se moglo reći da postoje *tri linije fronta psihosomatske medicine* [3,14]: (a) prva je *duhovnost*, koja kroz molitvu za druge trajno uklanja uzajamne memorijske atraktore na nivou kolektivne svesti; (b) druga je *tradicionalna istočnjačka (kvantno) holistička medicina i dubinska psihoterapija*, koja privremeno uklanja memorijske atraktore na nivou akupunktornog sistema/individualne svesti i sprečava ili ublažava njihovu somatizaciju, kao posledicu nemara na prvom nivou; (c) treća je *savremena zapadnjačka simptomatska medicina*, koja kroz imunologiju, farmakologiju, preventivnu dijagnostiku i hirurgiju sprečava ili ublažava somatizovane posledice nemara na prva dva nivoa. Posebno treba istaći, da *nužne* aktivnosti na drugom i trećem nivou, uz *zanemarivanje* prvog, imaju za posledicu *dalje prenošenje* memorijskih atraktora na nivou *individualne i kolektivne svesti* u ovoj i narednim generacijama, samo *nagomilavajući* kvantno-holografska opterećenja koja *potom prouzrokuju* ne samo bolesti, već i međuljudske sukobe, ratove i druga stradanja.

1.1 Literatura

1. V. Stambolović (ed.), *Alternativni pristupi unapređenju zdravlja* (ALCD, Beograd, 2003).
2. M. Bischof, Introduction to integrative biophysics, in: F- A. Popp, L. V. Belousov (eds.), *Integrative Biophysics* (Kluwer, Dordrecht, 2003).
3. D. Raković, *Osnovi biofizike*, 3. izd. (IASC & IEFPG, Beograd, 2008), i tamošnje ref.
4. Grupa autora, *Anti-stres holistički priručnik: sa osnovama akupunkture, mikrotalasne rezonantne terapije, relaksacione masaže, aerojonoterapije, autogenog treninga i svesti* (IASC, Beograd, 1999).
5. M. Peruš, Multi-level synergetic computation in brain, *Nonlinear Phenomena in Complex Systems* 4 (2001) 157-193.
6. S. E. Li, V. F. Mashansky, A .S. Mirkin, Niskochastotnie volnovie processi v biosistemah, v: K. V. Frolov (ed.), *Vibracionnaya biomehanika. Ispolzovanie vibracii v biologii i medicine*, Chast I: *Teoreticheskie osnovi vibracionnoy biomehaniki* (Nauka, Moskva, 1989), Gl. 3; D. Đorđević, *Elektrofiziološka istraživanja mehanizama refleksoterapije*, Magistarska teza (Medicinski fakultet, Beograd, 1995), Gl. 1.2.
7. N. P. Zalyubovskaya, *An Estimation of Effects of Millimetre and Submillimetre Microwaves upon Various Biological Objects*, M.S. Thesis in Biological Sciences (Kharkov State University, 1970), in Russian; N. D. Devyatkov, Influence of the millimetre wavelength range electromagnetic radiation upon biological objects, *Soviet Physics - Uspekhi* 110 (1973) 452-469; N. D. Devyatkov, O. Betskii (eds.), *Biological Aspects of Low Intensity Millimetre Waves* (Seven Plus, Moscow, 1994).
8. Ye. A. Andreyev, M. U. Bely, S. P. Sit'ko, *Manifestation of characteristic eigenfrequencies of human organism*, Application for the Discovery to the Committee of Inventions and Discovery at the Council of Ministers of the USSR, No. 32-OT-10609, 22 May 1982, in Russian; S. P. Sit'ko, Ye. A. Andreyev, I. S. Dobronravova, The whole as a result of self-organization, *J. Biol. Phys.* 16 (1988) 71-73; S. P. Sit'ko, V. V. Gizhko, Towards a quantum physics of the living state, *J. Biol. Phys.* 18 (1991) 1-10; S. P. Sit'ko, L. N. Mkrtchian, *Introduction to Quantum Medicine* (Pattern, Kiev, 1994).

9. I. Prigogine, *Introduction to Thermodynamics of Irreversible Processes* (Wiley, New York, 1967).
10. Z. Jovanović-Ignjatić, D. Raković, A review of current research in microwave resonance therapy: Novel opportunities in medical treatment, *Acup. & Electro-Therap. Res., The Int. J.* 24 (1999) 105-125; D. Raković, Z. Jovanović-Ignjatić, D. Radenović, M. Tomašević, E. Jovanov, V. Radivojević, Ž. Martinović, P. Šuković, M. Car, L. Škarić, An overview of microwave resonance therapy and EEG correlates of microwave resonance relaxation and other consciousness altering techniques, *Electro- and Magnetobiology* 19 (2000) 193-220.
11. H. Fröhlich, Long-range coherence and energy storage in biological system, *Int. J. Quantum Chem.* 2 (1968) 641; H. Fröhlich, Theoretical physics and biology, in H. Fröhlich, ed. *Biological Coherence and Response to External Stimuli* (Springer, New York, 1991).
12. E. R. Kandel, S. A. Siegelbaum, J. H. Schwartz, Synaptic transmission, in: E. R. Kandel, J. H. Schwartz, T. M. Jessell (eds.), *Principles of Neural Science* (Elsevier, New York, 1991), Ch. 9; M. V. L. Bennett, L. C. Barrio, T. A. Bargiello, D. C. Spray, E. Hertzberg, J. C. Ssez, Gap junctions: New tools, new answers, new questions, *Neuron* 6 (1991) 305-320.
13. D. Raković, Moždani talasi, neuronske mreže, i jonske strukture: biofizički model izmenjenih stanja svesti, u: D. Raković, Dj. Koruga (eds.), *Svest: naučni izazov 21. veka* (ECPD & Čigoja, Beograd, 1996); D. Raković, Prospects for conscious brain-like computers: Biophysical arguments, *Informatika (Special Issue on Consciousness as Informational Phenomenalism)* 21 (1997) 507-516; D. Raković, Transitional states of consciousness as a biophysical basis of trans-personal transcendental phenomena, *Int. J. Appl. Sci. & Computat.* 7 (2000) 174-187.
14. D. Raković, Biofizičke osnove i granice (kvantno)holističke psiho-somatike, u: V. Jerotić, Dj. Koruga, D. Raković (eds.), *Nauka - religija - društvo* (Bogoslovski fakultet SPC & Ministarstvo vera Republike Srbije, Beograd, 2002); D. Raković, Hopfield-like quantum associative neural networks and (quantum)holistic psychosomatic implications, in: B. Reljin, S. Stanković (eds.), *Proc. NEUREL-2002* (IEEE Yugoslavia Section, Belgrade, 2002); D. Raković, M. Dugić, Quantum and classical neural networks for modeling two modes of consciousness: Cognitive implications, in B. Reljin, S. Stanković (eds.), *Proc.*

- NEUREL-2004 (IEEE Yugoslavia Section, Belgrade, 2004); D. Raković, M. Dugić, M. M. Ćirković, Macroscopic quantum effects in biophysics and consciousness, *NeuroQuantology* (www.NeuroQuantology.com) 2(4) (2004) 237-262; D. Raković, Kvantne i klasične neuronske mreže i integrativna medicina: psihosomatsko/kognitivne i religijsko/društvene implikacije, *Integrativna medicina '06*, Beograd, 5-7 maj 2006, Plenarno predavanje (Preprint); D. Raković, Tesla and quantum-coherent states of consciousness: Case study for understanding quantum-holographic nature of creativity, u: D. Mirjanić (ed.), *Ideje Nikole Tesle* (ANU RS, Banja Luka, 2006); D. Raković, Tesla i kvantno-koherentna stanja svesti: 'Case study' za razumevanje prirode kreativnosti, u: M. Benišek, Đ. Koruga, S. Pokrajac (eds.), *Tesla: vizije, delo, život* (Mašinski fakultet, Beograd, 2007); D. Raković, A. Vasić, Classical-neural and quantum-holographic informatics: Psychosomatic-cognitive implications, in: B. Reljin, S. Stanković (eds.), *Proc. NEUREL-2008* (IEEE Serbia & Montenegro Section, Belgrade, 2008); A. Vasić, *Integrativna biofizika, kvantna medicina i kvantno-holografška informatika: psihosomatsko-kognitivne implikacije* (ETF, Beograd, 2008), nepublikovano.
15. S. Petrović, *Tibetanska medicina* (Narodna knjiga – Alfa, Beograd, 2000). O savremenim globalnim holističkim iskustvima sličnog tipa, v: S. N. Lazarev, *Dijagnostika karme (knjiga prva). Sistem samoregulacije polja* (DI Konstanta, Beograd, 1995), prema kojoj karmu treba pre tumačiti kao psihosomatska opterećenja koja se prenose transpersonalno između bližnjih i neprijatelja, slično hrišćanskom konceptu greha.
 16. R. J. Callahan, J. Callahan, *Thought Field Therapy and Trauma: Treatment and Theory* (Indian Wells, CA, 1996); R. J. Callahan, The impact of thought field therapy on heart rate variability (HRV), *J. Clin. Psychol.*, Oct. 2001, www.interscience.Wiley.com.
 17. Ž. Mihajlović Slavinski, *PEAT i neutralizacija praiskonskih polariteta* (Beograd, 2000); Ž. Mihajlović Slavinski, *Povratak jednosti* (Beograd, 2005); Ž. Mihajlović Slavinski, *Nevidljivi uticaji* (Beograd, 2008).
 18. D. Raković, Ž. Mihajlović Slavinski, Meridijanske (psiho)terapije i kvantno-holografška informatika: psiho-somatske implikacije, u: S. Jovičić, M. Sovilj (eds.), *Govor i jezik: interdisciplinarna istraživanja srpskog jezika, II* (IEFPG, Beograd, 2008).

19. D. Chopra, *Quantum Healing: Exploring the Frontiers of Mind/Body Medicine* (Bantam, New York, 1989); M. Talbot, *The Holographic Universe* (Harper Collins, New York, 1991), postoji i naš prevod (Artist, Beograd, 2006); and refs therein.
20. L. A. Gribov, *Ot teorii spektrov k teorii himicheskikh prevraschenii* (URSS, Moskva, 2001).
21. D. Raković, M. Dugić, M. Plavšić, The polymer conformational transitions: A quantum decoherence approach, *Mater. Sci. Forum* 453-454 (2004) 521-528; D. Raković, M. Dugić, M. Plavšić, Biopolymer chain folding and biomolecular recognition: A quantum decoherence theory approach, *Mater. Sci. Forum* 494 (2005) 513-518; D. Raković, M. Dugić, M. Plavšić, G. Keković, I. Ćosić, D. Davidović, Quantum decoherence and quantum-holographic information processes: From biomolecules to biosystems, *Mater. Sci. Forum* 518 (2006) 485-490; D. Raković, Scientific bases of quantum-holographic paradigm, in: I. Kononeko (ed.), *Proc. Int. Conf. Measuring Energy Fields* (Kamnik, Slovenia, 2007), Invited lecture.
22. I. Cosic, *The Resonant Recognition Model of Macromolecular Bioactivity: Theory and Applications* (Birkhauser Verlag, Basel, 1997); V. Veljkovic, *A Theoretical Approach to Preselection of Carcenogens and Chemical Carcenogenesis* (Gordon & Breach, New York, 1980); I. Cosic, Macromolecular bioactivity: Is it resonant interaction between macromolecules? – Theory and applications, *IEEE Trans. Biomed. Eng.* 41(12) (1994) 1101-1114; E. Pirogova, M. Akay, I. Cosic, Investigation of the structural and functional relationships of oncogene proteins, *Proc. IEEE* 90(12) (2002) 1859-1867.
23. R. Penrose, *Shadows of the Mind: A Search for the Missing Science of Consciousness* (Oxford Univ. Press, Oxford, England, 1994); S. R. Hameroff, Quantum coherence in microtubules: A neural basis for emergent consciousness? *J. Consciousn. Stud.*, 1 (1994) 91-118; Đ. Koruga, Informaciona fizika: u potrazi za naučnim osnovama svesti, u: D. Raković, Đ. Koruga (eds.), *Svest: naučni izazov 21. veka* (ECPD & Čigoja, Beograd, 1996).

2. KVANTNA NEURALNA INFORMATIKA: HOPFILDOWE NEURONSKE MREŽE I KVANTNA HOLOGRAFIJA

Hopfildove klasične neuronske mreže [1] intenzivno su proučavane i modelirane i za potrebe *kognitivnih neuronauka* [2] (v. Gl. 4). Međutim, Peruš je pokazao [3] da je Hopfildov model klasične neuronske mreže analogan Fejnmanovoj propagatorskoj verziji kvantne teorije, i da se može uspostaviti formalni informacijski paralelizam između klasičnih i kvantno-holografskih Hopfildovih neuronskih mreža, što će biti elaborirano u ovom poglavlju.

Dinamika u modelu *Hopfildove klasične neuronske mreže* rezultat je minimizacije ‘cost funkcije’ srazmerne slobodnoj energiji sistema:¹

$$E_K = -\frac{1}{2} \sum_{l=1}^N \sum_{j=1}^N J_{lj} q_l q_j - \frac{1}{2} \sum_{l=1}^N T_l q_l . \quad (2.1)$$

Proces gradijentnog opadanja ove energetske funkcije rezultat je mrežne interakcije *sistema neurona* opisanih vektorom stanja \mathbf{q} (sa elementima q_l) i sistema interneuronskih *sinaptičkih veza* opisanih *memorijskom matricom* \mathbf{J} (sa elementima J_{lj}), što se u prostoru energija-stanje neuronske mreže manifestuje pojavom P minimuma (memorijskih atraktora neuronske mreže) na energetskej hiperpovršini (v. Sl. 4.8 u Gl. 4).

Tako, u modelu *Hopfildove klasične neuronske mreže*, Hebova dinamička jednačina za *neuronske aktivnosti*

$$q_l(t_2 = t_1 + \delta t) = \sum_{j=1}^N J_{lj} q_j(t_1) \quad \text{ili} \quad \mathbf{q}_{out}(t_2) = \mathbf{J} \mathbf{q}_{in}(t_1) \quad (2.2)$$

i dinamička jednačina za *sinaptičke veze* (težine)

$$J_{lj} = \sum_{i=1}^P q_l^{k_i} q_j^{k_i} \quad \text{ili} \quad \mathbf{J} = \sum_{i=1}^P \mathbf{q}^{k_i} \mathbf{q}^{k_i T} \quad (2.3)$$

čine povezani *klasični paralelno-distribuirani informacijski procesirajući sistem*. Ovo je jedan od najjednostavnijih algoritama korišćenih za teorijsko modeliranje moždanih funkcija.

¹ O strukturi Hopfildovih neuronskih mreža, njihovom obučavanju i primeni za teorijsko modeliranje moždanih funkcija v. Gl. 4.

Jednačina (2.1) je *globalni* (varijacioni) opis, dok je sistem jednačina (2.2-3) *lokalni* (interakcioni) opis učenja ulaznih vektora stanja q^{k_i} , u Hopfildovoj klasičnoj neuronskoj mreži K . Odgovarajuće neuronske aktivnosti mogu se uneti u sistem *neuronskih stanja* q iterativno, ili se mogu istovremeno uvesti od samog početka u *Hebovu memorijsku matricu* J koja sadrži sve sinaptičke težine J_{lj} .

Jednačine (2.2-3) mogu se prepisati u *kontinualnoj formi*, inkorporiranjem prostorno-vremenskog opisa neuronskih i sinaptičkih aktivnosti:

$$q_{out}(r_2, t_2) = \iint J(r_2, t_2, r_1, t_1) q_{in}(r_1, t_1) dr_1 dt_1 \quad (2.4)$$

$$J(r_2, t_2, r_1, t_1) = \sum_{i=1}^P q^{k_i}(r_2, t_2) q^{k_i T}(r_1, t_1) \quad \text{ili}$$

$$J(r_2, r_1) = \sum_{i=1}^P q^{k_i}(r_2) q^{k_i T}(r_1) \quad (2.5)$$

Memorijsko asocijativno prepoznavanje u Hopfildovoj klasičnoj neuronskoj mreži vrši se ulazno-izlaznom transformacijom $q_{out} = Jq_{in}$, ili u razvijenoj formi

$$q_{out}(r_2, t_2 = t_1 + \delta t) = \int J(r_2, r_1) q_{in}(r_1, t_1) dr_1 =$$

$$\int \left[\sum_{i=1}^P q^{k_i}(r_2) q^{k_i T}(r_1) \right] q_{in}(r_1, t_1) dr_1 \quad (2.6)$$

Iz izraza (2.6) vidi se da ako je ulazni vektor q_{in} najbliži nekom prethodno memorisanom (naučenom) vektoru stanja, recimo q^{k_1} (i istovremeno skoro ortonormalan na ostale memorisane vektore stanja q^{k_i} , $i \neq 1$), tada izlazni vektor q_{out} konvergira ka memorijskom atraktoru vektora stanja q^{k_1} , odnosno Hopfildova klasična neuronska mreža K asocijativno prepoznaje vektor q^{k_1} .

Haken je pokazao [4] da uvođenje biološki plauzibilnijih *neuronskih oscilatornih aktivnosti* daje bogatiju dinamiku neuronske mreže, pri čemu Hopfildove klasične neuronske varijable umesto realnih postaju

kompleksne veličine (slično kvantnim veličinama, mada je za razliku od klasičnih kompleksnost kvantnih veličina suštinska). Korak dalje učinjen je sa *kvantnom generalizacijom* Hopfildove neuronske mreže, Saterlendovom *holografskom neuronskom mrežom* [5] i njoj ekvivalentnim Perušovim modelom *Hopfildove kvantne neuronske mreže* [3].

U nastavku razmotrićemo *Perušov model*, baziran na direktnoj *matematičkoj korespondenciji* između *klasičnih neuronskih* (levo) i *kvantnih varijabli* (desno) i odgovarajućih Hopfildovih klasičnih i kvantnih jednačina, respektivno:

$$\mathbf{q} \Leftrightarrow \Psi, \quad q^{k_i} \Leftrightarrow \Psi^{k_i}, \quad \mathbf{J} \Leftrightarrow G$$

$$(2.4) \Leftrightarrow (2.7), (2.5) \Leftrightarrow (2.8), (2.6) \Leftrightarrow (2.9)$$

Navedeni parovi jednačina su *matematički ekvivalentni*, ukazujući da je *kolektivna dinamika neuronskih i kvantnih sistema slična*, uprkos različitoj prirodi skupa neurona (\mathbf{q}) i njihovih memorijskih sinaptičkih veza (\mathbf{J}) u neuronskoj mreži K , sa jedne strane, i talasnih funkcija (Ψ) i njihovih propagatorskih veza (G) u kvantnom sistemu S , sa druge strane.

Tako, u Perušovom modelu *Hopfildove kvantne neuronske mreže*, dinamička jednačina za *talasnu funkciju stanja kvantnog sistema S*

$$\Psi_{out}(\mathbf{r}_2, t_2) = \iint G(\mathbf{r}_2, t_2, \mathbf{r}_1, t_1) \Psi_{in}(\mathbf{r}_1, t_1) d\mathbf{r}_1 dt_1 \quad \text{ili}$$

$$\Psi_{out}(t_2) = G \Psi_{in}(t_1) \quad (2.7)$$

i dinamička jednačina za *propagator kvantnog sistema S* (v. Dod. 6.3)

$$G(\mathbf{r}_2, t_2, \mathbf{r}_1, t_1) = \sum_{i=1}^P \Psi^{k_i}(\mathbf{r}_2, t_2) \Psi^{k_i*}(\mathbf{r}_1, t_1) \quad \text{ili}$$

$$G(\mathbf{r}_2, \mathbf{r}_1) = \sum_{i=1}^P \Psi^{k_i}(\mathbf{r}_2) \Psi^{k_i*}(\mathbf{r}_1) \quad (2.8)$$

čine povezani *kvantni paralelno-distribuirani informacioni procesirajući sistem*, gde su Ψ^{k_i} *svojstvene talasne funkcije stanja kvantnog sistema S*. Tako Ψ^{k_i} čini *kvantno memorijsko stanje*, dok G čini *kvantnu memoriju* ovako informaciono interpretiranog *kvantnog sistema S*! [Ovako definisan propagator G povezan je sa kvantnomehaničkom Grinovom propagatorskom funkcijom \bar{G} , izrazom $G = -i\bar{G}$]

Memorijsko asocijativno prepoznavanje u Hopfildovoj kvantnoj neuronskoj mreži S vrši se ulazno-izlaznom transformacijom $\Psi_{out} = G \Psi_{in}$, ili u razvijenoj formi

$$\begin{aligned} \Psi_{out}(\mathbf{r}_2, t_2 = t_1 + \delta t) &= \int G(\mathbf{r}_2, \mathbf{r}_1) \Psi_{in}(\mathbf{r}_1, t_1) d\mathbf{r}_1 \\ &= \int \left[\sum_{i=1}^P \Psi^{k_i}(\mathbf{r}_2) \Psi^{k_i}(\mathbf{r}_1)^* \right] \Psi_{in}(\mathbf{r}_1, t_1) d\mathbf{r}_1 \end{aligned} \quad (2.9)$$

odnosno u drugom obliku (u kome se prepoznaje *kvantni princip superpozicije*, odnosno razvoj talasne funkcije Ψ_{out} po svojstvenim talasnim funkcijama Ψ^{k_i})

$$\begin{aligned} \Psi_{out}(\mathbf{r}, t) &= \sum_{i=1}^P c_{k_i}(t) \Psi^{k_i}(\mathbf{r}) = \\ &= \sum_{i=1}^P \int \left[\Psi^{k_i}(\mathbf{r})^* \Psi_{in}(\mathbf{r}, t) d\mathbf{r} \right] \Psi^{k_i}(\mathbf{r}) \end{aligned} \quad (2.9')$$

Iz izraza (2.9) i (2.9') vidi se da ako je ulazna talasna funkcija Ψ_{in} najbližnja nekoj prethodno memorisanoj (naučenoj) svojstvenoj talasnoj funkciji, recimo Ψ^{k_1} (i istovremeno skoro ortonormalna na ostale memorisane svojstvene talasne funkcije Ψ^{k_i} , $i \neq 1$), tada izlazna talasna funkcija Ψ_{out} konvergira ka memorijskom atraktoru svojstvene talasne funkcije Ψ^{k_1} , odnosno Hopfildova kvantna neuronska mreža S *asocijativno prepoznaje* svojstvenu talasnu funkciju Ψ^{k_1} .²

Ili prevedeno na ortodoksni jezik kvantne fizike, u gornjem primeru propagator G predstavlja *projektor* na svojstveni potprostor/stanje Ψ^{k_1} , odnosno vrši *redukciju* (kolaps) talasne funkcije kvantnog sistema Ψ_{in}

² Tako propagator (kvantno-holografška memorija kvantnog sistema) omogućava na izlazu Hopfildove kvantno-holografške neuronske mreže sukcesivnu rekonstrukciju talasnih funkcija memorijskih stanja (kompletnih, odnosno i amplitude i faze!) pri prepoznavanju talasnih funkcija stanja pokazanih na njenom ulazu (što je u osnovi svake holografije!), pri čemu je sve pojednostavljenije u odnosu na standardnu lasersku holografiju (koja zahteva koherentni referentni i predmetni laserski snop)!

u svojstveno stanje Ψ^{k_i} . Naravno, *kolaps talasne funkcije* (v. Dod. 6.6) stanja *kvantnog procesora S* (ne samo ovde razmotrene asocijativne kvantne memorije) jeste konačna faza i u očitavanju rezultata *kvantnih kubitnih računara* (v. Dod. 6.8) – kao i *kvantne dekoherencije* (v. Dod. 6.7) u *svesti*, verovatno kroz moždani fronto-limbički proces *selekcije i pojačanja* jedne od mnoštva (paralelno obrađivanih subliminarnih UNF nižefrekventnih) nesvesnih informacija do (UNF višefrekventne) svesne misli u *normalnim stanjima svesti*.

Hopfieldove kvantne neuronske mreže imaju prednost u odnosu na klasične zbog kvantnih faznih razlika koje poboljšavaju klasično Hebovo amplitudno kodiranje. Naime, zamenom svojstvenih talasnih funkcija Ψ^{k_i} u formi moduliranih ravanskih talasa ili vejevleta,

$$\Psi^{k_i}(\mathbf{r}, t) = A_{k_i}(\mathbf{r}, t) e^{\frac{i}{\hbar} \alpha_{k_i}(\mathbf{r}, t)} \quad (2.10)$$

propagator kvantnog sistema S (2.8) dobija oblik

$$G(\mathbf{r}_2, t_2, \mathbf{r}_1, t_1) = \sum_{i=1}^P A_{k_i}(\mathbf{r}_2, t_2) A_{k_i}(\mathbf{r}_1, t_1) e^{\frac{i}{\hbar} (\alpha_{k_i}(\mathbf{r}_2, t_2) - \alpha_{k_i}(\mathbf{r}_1, t_1))} \quad (2.11)$$

koji opisuje *dvojako memorijsko kodiranje kvantnog sistema S*: kroz amplitudne korelacije, slično *Hebovom pravilu* kod klasičnih asocijativnih neuronskih mreža,

$$\sum_{i=1}^P A_{k_i}(\mathbf{r}_2, t_2) A_{k_i}(\mathbf{r}_1, t_1) \quad (2.11')$$

i kroz fazne razlike, slično *holografiji*,

$$\delta \alpha_{k_i} = \alpha_{k_i}(\mathbf{r}_2, t_2) - \alpha_{k_i}(\mathbf{r}_1, t_1) \quad (2.11'')$$

U ovom poglavlju navedena *podudarnost informaciono-fizičkih zakona neuronske i kvantne fizike* je izgleda samo jedna od ilustracija *duboke međupovezanosti zakona prirode* na različitim nivoima. Nedavno je pokazano i da su fizički zakoni koji opisuju proste časovnike, proste kompjutere, crne rupe, prostorno-vremensku penu, i holografski princip – međupovezani [6]!

Treba istaći da bi model kvantne neuronske holografije u kombinaciji sa kvantnom dekoherencijom mogao biti *generalno primenjen* na bilo koji

kvantni sistem i njegova stacionarna stanja i eksitacije, od *makromolekula i njegovih konformacija* (v. Gl. 3), do *viših moždanih funkcija i procesualnih osnova svesti* (v. Gl. 4) i *dva modusa svesti* (v. Gl. 5), i da bi mogao poslužiti kao bioinformaciona osnova *kvantne medicine* preko *akupunkturnog sistema i njegovih psihosomatskih stanja* (v. Gl. 5).

Naime, kako je opisano u Dod. 6.7, interakcija kvantnog sistema S sa bližim okruženjem dovodi za vreme dekoherencije τ_D do prelaza iz

kvantno-koherentne superpozicije stanja $|\phi(t)\rangle_S = \sum_i c_{k_i}(t) |\phi^{(k_i)}\rangle_S$ u

klasično-redukovano stohastičko stanje opisano operatorom gustine

$$\hat{\rho}_S(t) = \sum_i |c_{k_i}(t)|^2 |\phi^{(k_i)}\rangle_{S,S} \langle \phi^{(k_i)}| \quad (\text{sa verovatnoćama } |c_{k_i}(t)|^2$$

realizacije jednog od klasično-redukovanih stanja $|\phi^{(k_i)}\rangle_S$ u procesu

sličnom kvantnom merenju nad početnim kvantno-koherentnim stanjem $|\phi(t)\rangle_S$). Međutim, u slučaju *nestacionarnih* kratkotrajnih

spoljašnjih pobuđenja iz daljeg okruženja, mogući su i obrnuti prelazi iz stohastičkog stanja $\hat{\rho}_S(t)$ u neku novu kvantno-koherentnu

superpoziciju $|\phi'(t)\rangle_S = \sum_i c'_{k_i}(t) |\phi^{(k_i)}\rangle_S$ (pošto se sistem više

kratkotrajno ne nalazi ni u jednom od klasično-redukovanih stanja $|\phi^{(k_i)}\rangle_S$, već u *nestacionarnom* stanju koje može biti opisano nekom

novom njihovom superpozicijom) – koje potom u procesu dekoherencije indukovanim bližim okruženjem može preći u novo klasično-redukovano

stohastičko stanje $\hat{\rho}'_S(t) = \sum_i |c'_{k_i}(t)|^2 |\phi^{(k_i)}\rangle_{S,S} \langle \phi^{(k_i)}|$ [7,8].

Ovi procesi se pod *nestacionarnim* uticajem okruženja mogu dinamički neprekidno smenjivati dovodeći do intermedijarne adaptacije kvantno-koherentnih i klasično-redukovanih stanja *otvorenog* kvantnog sistema S . S jedne strane, vremenska evolucija (tokom intervala neperturbovanog bližim okruženjem) *kvantno-koherentnog stanja* $|\phi(t)\rangle_S$ može se u Fejnmanovoj reprezentaciji opisati kvantno-holografskom Hopfildovom neuronskom mrežom, preko dinamičke jednačine (2.11) za *kvantno-*

holografsku memoriju/propagator kvantnog sistema (koja opisuje dvojako prostorno-vremensko memorijsko kodiranje kvantnog sistema, kroz amplitudne korelacije slično Hebovom pravilu kod klasičnih asocijativnih neuronskih mreža i kroz fazne razlike slično holografiji). S druge strane, vremenska evolucija *klasično-redukovanog stohastičkog stanja* $\hat{\rho}_S(t)$ (kao posledica *nestacionarne interakcije otvorenog kvantnog sistema S sa okruženjem E*, koje prevodi sistem S iz jednog stacionarnog klasično-redukovanog stanja u nestacionarno kvantno-koherentno stanje i potom u drugo stacionarno klasično-redukovano stanje) može se opisati klasičnom Hopfieldovom neuronskom mrežom, predstavljenim promenama oblika potencijalne hiperpovrši u prostoru energija-stanje $E_S(\phi)$ otvorenog kvantnog sistema S, šematski prikazanim na Sl. 3.3 u Gl. 3.

Iako prelazi pod uticajem okruženja iz ‘mešanog stanja’ $\hat{\rho}_S(t)$ u ‘čisto stanje’ $|\phi'(t)\rangle_S$, sa stanovišta fon Nojmanove entropije, $S = -kTr(\hat{\rho}_S \ln \hat{\rho}_S)$, izgledaju kao prelazi sa smanjenjem entropije (v. Dod. 6.5), ipak treba istaći da su $\hat{\rho}_S(t)$ tzv. ‘redukovana mešana stanja’ otvorenog kvantnog (pod)sistema S po stepenima slobode njegovog kvantnog okruženja E, odnosno tzv. ‘mešavine druge vrste’, pa je u strogom smislu opis stanja (pod)sistema S ‘redukovanim statističkim operatorom’ $\hat{\rho}_S(t)$ više matematička pogodnost nego fizički opis (jer se u okviru kvantne teorije dekoherencije strogo može definisati samo stanje ukupnog zatvorenog kvantnog sistema S + E, na koje se može egzaktno primeniti Šredingerova jednačina, v. Dod. 6.7!) [8.9]. S druge strane, eksitiranje bioloških sistema daleko od ravnoteže čak može saglasno Prigožinovoju teoremi dovesti i do *smanjenja entropije* u otvorenim neravnotežnim sistemima [10]!

2.1 Literatura

1. J. J. Hopfield, Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 79 (1982) 2554-2558.
2. D. Amit, *Modeling Brain Functions: The World of Attractor Neural Nets* (Cambridge Univ. Press, Cambridge, MA, 1989).
3. M. Peruš, Neuro-quantum parallelism in mind-brain and computers, *Informatica*, 20 (1996) 173-183; M. Peruš, Multi-level synergetic computation in brain, *Nonlinear Phenomena in Complex Systems*, 4 (2001) 157-193.
4. H. Haken, *Synergetic Computers and Cognition, A top-Down Approach to Neural Nets* (Springer, Berlin, 1991).
5. J. G. Sutherland, Holographic model of memory, learning and expression, *Int. J. Neural. Sys.*, 1 (1990) 256-267.
6. Y. J. Ng, From computation to black holes and space-time foam, *Phys. Rev. Lett.* 86 (2001) 2946-2949.
7. D. Raković, M. Dugić, M. Plavšić, Biopolymer chain folding and biomolecular recognition: A quantum decoherence theory approach, *Mater. Sci. Forum*, 494 (2005) 513-518; D. Raković, M. Dugić, M. Plavšić, G. Keković, I. Cosic, D. Davidović, Quantum decoherence and quantum-holographic information processes: From biomolecules to biosystems, *Mater. Sci. Forum*, 518 (2006) 485-490.
8. D. Raković, *Osnovi biofizike*, 3. izd. (IASC & IEFPG, Beograd, 2008), Gl. 5 i Dod. D.1.18-20.
9. M. Dugić, *Dekoherencija u klasičnom limitu kvantne mehanike*, SFIN XVII(2) (Institut za fiziku, Beograd, 2004); M. Dugić, *Osnove kvantne informatike i kvantnog računanja*, E-udžbenik (PMF, Kragujevac), preprint.
10. I. Prigogine, *Introduction to Thermodynamics of Irreversible Processes* (Wiley, New York, 1967); D. Raković, *Osnovi biofizike*, 3. izd. (IASC & IEFPG, Beograd, 2008), Gl. 2.

3. FIZIKA INTERAKCIJE FERMENT-SUPSTRAT: MOLEKULARNO PREPOZNAVANJE

Najvažnija funkcija proteina je fermentativna: fermenti (enzimi) su katalizatori svih biohemijskih reakcija [1,2]! Katalizator učestvuje u reakciji i ubrzava je, ali se pri tome ne troši.

Saglasno Arenijusovom zakonu, konstanta brzine reakcije (k) veoma zavisi od temperature (T):

$$k = Ae^{-\frac{G^\ddagger}{RT}}, \quad (3.1)$$

G^\ddagger - je slobodna energija aktivacije, koja karakteriše energetske barijere, koju mora da savlada sistem radi ostvarenja reakcije. Zavisnost (3.1) potiče od Boltzmanove raspodele po energijama, gde eksponencijalni faktor ukazuje na deo molekula koji ima dovoljnu slobodnu energiju G^\ddagger za ostvarenje reakcije.

Reakcija je moguća samo ako se snižava slobodna energija. To je potrebno, ali nije dovoljno: slobodna energija aktivacije mora biti dovoljno mala, kako bi konstanta brzine reakcije bila neiščezavajuća, odnosno kako bi se ta reakcija odvijala. Katalizator (ferment) služi da snižava aktivacionu barijeru (Sl. 3.1b)!

3.1 Semi-klasični model elektronsko-konformacionih interakcija i molekularnog prepoznavanja

Konformaciona svojstva fermenta su suštinski važna za razumevanje fermentativne katalitičke aktivnosti! Konformaciona labilnost proteina obezbeđuje mogućnost njegove specifične interakcije sa supstratom. Pošto je supstrat (najčešće) niskomolekularan, a ferment (visoko-molekularni) protein, to supstrat neposredno interaguje sa određenim malim delom molekula fermenta – njegovom aktivnim centrom (skup i raspored aminokiselinskih ostataka i kofaktora (kofermenti, vitamini, matalo-organski kompleksi, hormoni ...)).

U fermentno-supstratnom kompleksu (FSK) dolazi do dinamičkog uspostavljanja indukovane strukturne korespondencije fermenta i supstrata, što obezbeđuje optimalnu vrednost slobodne energije interakcije. Posredstvom konformacionih transformacija ostvaruje se strukturna

korespondencija fermenta i supstrata, odnosno *biomolekularno prepoznavanje!* Sama interakcija ferment-supstrat je *slaba hemijska veza* (Van der Valsova, vodonična, hidrofobna, ...), koja se, međutim, tokom postojanja ferment-supstraktnog kompleksa veoma *pojačava* zbog *hidrofobnosti aktivnog dela fermenta*: naime, relativna dielektrična propustljivost ϵ_r aktivnog dela fermenta je znatno manja ($\epsilon_r \sim 3\div 4$) u odnosu na vodeno okruženje ($\epsilon_r \sim 81$), što veoma pojačava kulonovske interakcije ($F \sim q_1q_2/4\pi\epsilon_0\epsilon_r r^2$) supstrata i aktivnog centra fermenta!

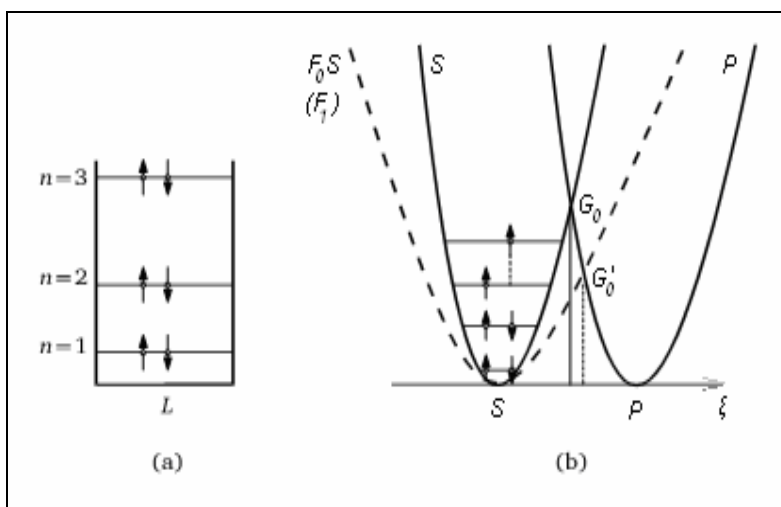
Praktično, *elektrostatičke* interakcije u *hidrofobnoj šupljini* (aktivnom centru) *fermenta* daju glavni doprinos bioenergetici fermentativne katalize, tj. *sniženju energije aktivacije* u ferment-supstratnom kompleksu. Sama energija za konformacione izmene strukture fermenta izdvaja se pri adsorpciji supstrata na fermentu!

Pri interakciji ferment-supstrat i formiranju fermentno-supstratnog kompleksa, pobuđuju se stanja elektronskih ljuski supstrata i atomskih grupa aktivnog centra fermenta. U fermentno-supstratnom kompleksu energija elektronskih eksitacija se pretvara u rad za *premeštanje atomskih jezgara*. Među kretanjima atomskih jezgara *najnižu energiju* zahtevaju *nisko-frekventne deformacione vibracije i rotacije oko jediničnih veza*, tj. *izmena konformacije!* Dakle, za *fermentativnu katalizu* najveći značaj imaju interakcije elektronskih i konformacionih stepeni slobode – *elektronsko-konformacione interakcije (EKI)!*

Za razumevanje *prirode EKI*, možemo se poslužiti uprošćenim modelom interakcije elektrona i atomskih jezgara – *elektroni u pravougaonoj potencijalnoj jami* sa beskonačno visokim *pokretnim zidovima* (v. Sl. 3.1a). Elektroni se raspoređuju u jami: $2n$ elektrona zauzima n nivoa. *Dozvoljene vrednosti* energije elektrona unutar jame lako se izračunavaju primenom de Brojljevog uslova stojećih elektronskih talasa u jami širine L : $n\lambda_e/2 = L$ ($n = 1, 2, \dots$); s druge strane je talasna dužina elektrona λ_e data de Brojljevom relacijom $\lambda_e = h/p_e = h/m_e v_e$. Kombinovanjem poslednja dva izraza dobija se brzina elektrona $v_e = nh/2m_e L$, pa je energija elektrona u jami $E = m_e v_e^2/2 = n^2 h^2/8m_e L^2$, odakle se može izračunati sila pritiska elektrona na zid jame, $f_e = |dE/dL| = n^2 h^2/4m_e L^3$. U ravnoteži, ove sile pritiska su kompenzovane spoljašnjim silama u odnosu na jamu. *Promena ravnoteže* potiče bilo od pobuđenja elektrona u sistemu (raste n), bilo od dodavanja elektrona sistemu (raste broj elektrona, odnosno broj

udara u zid jame). Zbog promene ravnoteže zidovi jame se pomeraju u novi ravnotežni položaj, na povećanom rastojanju $L + \Delta L$. Drugim rečima, rad za premeštanje jezgara ($f_e \Delta L$) vrši se na račun umanjjenja energije elektrona – jer energija elektrona opada sa povećanjem L (v. (3.10)).

Ako se posmatra parabolična jama sa pokretnim zidovima (Sl. 3.1b), lako se vidi da EKI snižavaju aktivacionu barijeru ($G_a \equiv G^\ddagger$). Širenje parabole polaznih reagenata biohemijske reakcije, pod dejstvom dodatne sile pritiska elektrona, dovodi do pomeranja tačke preseka (G_a') sa susednom parabolom produkata biohemijske reakcije, odnosno do smanjenja slobodne energije aktivacije! Ovakvo Voljkenštejnovo semi-klasično razmatranje EKI [2], pokazuje da se energija elektronskog pobuđenja transformiše u rad premeštanja jezgara, tj. konformacionu energiju! To, dalje, zbog sniženja aktivacione slobodne energije ($G_a' < G_a$) dovodi do ubrzanja biohemijske reakcije (Arenijusov zakon, (3.1)).



SLIKA 3.1 Šematski prikaz dva semi-quantna modela elektronsko-konformacionih interakcija, sa elektronima u (a) pravougaonoj potencijanoj jami sa beskonačno visokim pokretnim zidovima, i u (b) paraboličnoj potencijalnoj jami sa pokretnim zidovima.

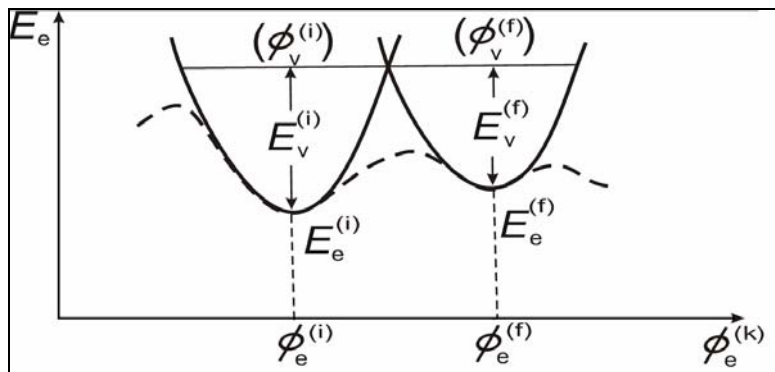
3.2 Kvantni modeli elektronsko-konformacionih interakcija i molekularnog prepoznavanja

Dva *otvorena pitanja* semi-klasično postavljenih problema u molekularnoj biofizici jesu *nerazumno dugo vreme* potrebno za izmenu biomolekularnih konformacija (Levintalov paradoks [3]) i *dugo-dometna usmerenost* selektivnih procesa biomolekularnog prepoznavanja, čija *rešenja* prirodno treba tražiti u *okviru kvantne mehanike* [1].

Na kvantnu prirodu nestacionarnih procesa *biomolekularnog prepoznavanja* ukazuju: (1) *Teorija neradijativnih rezonantnih strukturnih prelaza* [4], kroz intermedijarne kvantno-koherentne superpozicije okruženjem pobuđenih elektronsko-vibracionih stanja reagenata u molekularnim reakcijama; (2) *Model kvantne dekoherencije* [5,6], kroz okruženjem indukovane konformacione prelaze u biomolekularnom prepoznavanju, uz mogućnost razmatranja ovog procesa na nivou cele ćelije kao Hopfildove kvantno-holografske asocijativne neuronske mreže (sa tretiranjem svih biomolekula iste vrste u ćeliji kao *dinamički spregnutih identičnih kvantnih čestica*, implicirajući time dublji *kvantni holizam ćelije*); i (3) *Model rezonantnog prepoznavanja RRM* [7], baziran na otkriću da informacioni biomolekuli i njihovi supstrati imaju isti zajednički RRM-frekventni pik ali skoro suprotne faze – o čemu će biti detaljnije reči u nastavku ovog odeljka.

Teorija neradijativnih rezonantnih strukturnih prelaza (Gribov, 2001 [4]), u okvirima standardnog *kvantno-hemijskog* Hamiltonijana (koji uključuje kinetičke energije i kulonovske interakcije svih elektrona i jezgara biomolekula) i Born-Openhajmerove *adijabatske aproksimacije* (razdvajanja elektronskih i vibracionih stepeni slobode biomolekula), zamenjuje (semi)klasični problem više-elektronske hiperpovrši $E_e(\phi_e^{(k)})$, adijabatski loše definisan pri prelazu između dva susedna lokalna minimuma, bolje definisanim problemom dve (virtuelno presecajuće) izomerne više-elektronske hiperpovrši (hiper-paraboloida) kao potencijalnih hiperpovrši za dva vibraciona (izomerna) problema, v. Sl. 3.2.

Iz razmatranja na Sl. 3.2 može se zaključiti da su *dozvoljeni prelazi* između izomernih stanja (i, f) mogući samo za bliska stanja sa *neiščezavajućim* integralima prekrivanja $S_v^{(i,f)}$ i $S_e^{(i,f)}$, ili u *kaskadnim* rezonantnim prelazima između *bliskih intermedijarnih* participirajućih izomernih stanja, koji se mogu povezati i sa bezdisipativnim polaronsko-solitonskim transportom [1,8].



SLIKA 3.2 (Semi)klasični problem više-elektronske hiperpovrši $E_e(\phi_e^{(k)})$, kao potencijalne energije za adijabatski dekoplovan QID vibracioni i konformacioni sistem (sa lokalnim minimumima kao semi-klasičnim 'pozicijama', tj. više-atomskim izomernim konfiguracijama na više-elektronskoj hiperpovrši (isprekidana linija na slici) – adijabatski loše-definisane pri prelasku između dva bliska lokalna minimuma – zamenjuje se u okviru teorije neradijativnih rezonantnih strukturnih prelaza bolje definisanim problemom dve (virtuelno presecajuće) izomerne više-elektronske hiperpovrši (hiperparaboloida) koji služe kao potencijalne hiperpovrši za dva vibraciona (izomerna) problema (puna linija na slici). Prema ovakvom prilazu, spoljašnjom perturbacijom izomera, na samom preseku ovih hiperpovrši ispunjeni su uslovi za elektronsko-vibracione neradijativne rezonantne prelaze između dva izomera (i, f): u prvoj aproksimaciji matični element dipolnog prelaza iz i-tog u f-ti izomer jednak je $\mu^{(i,f)} \approx \mu_e^{(i,f)} S_v^{(i,f)} + \mu_v^{(i,f)} S_e^{(i,f)}$, i očito je da će prelaz između dva izomera biti dozvoljen kada komponente odgovarajućih dipolnih momenata, $\mu_e^{(i,f)}$ and $\mu_v^{(i,f)}$, i integrala prekrivanja, $S_v^{(i,f)}$ i $S_e^{(i,f)}$, ne iščezavaju (v. Dod. 6.2)! Takođe, tokom ovih rezonantnih prelaza perturbovani biomolekularni sistem je kratkotrajno opisan kvantno-koherentnom superpozicijom $(\phi_e^{(i)} \phi_v^{(i)} \pm \phi_e^{(f)} \phi_v^{(f)})/\sqrt{2}$, pre njene kvantne dekoherencije u finalno elektronsko stanje $\phi_e^{(f)}$ ili u inicijalno elektronsko stanje $\phi_e^{(i)}$ (sa potonjim deeksitacijama u niža vibraciona stanja). Za detalje v. [1].

Takođe, tokom ovih rezonantnih prelaza perturbovani biomolekularni sistem je kratkotrajno opisan *kvantno-koherentnom superpozicijom* $(\phi_e^{(i)} \phi_v^{(i)} \pm \phi_e^{(f)} \phi_v^{(f)})/\sqrt{2}$, pre njene *kvantne dekoherencije* u finalno elektronsko stanje $\phi_e^{(f)}$ ili u inicijalno elektronsko stanje $\phi_e^{(i)}$ (sa potonjim deeksitacijama u niža vibraciona stanja).

Model kvantne dekoherencije (Raković, Dugić *et al*, 2004-6 [5,6]) lepo se uklapa u prethodno opisanu sliku kratkotrajnog opisa *kvantno-koherentnih superpozicija* stanja dva izomera pre kvantne dekoherencije u jedno od dva finalna izomerna stanja. On generalno omogućava istovremeno reprodukovanje i *egzistencije i stabilnosti* (stacionarnih) biomolekularnih protein/supstrat ključ-brava uklapajućih i neuklapajućih konformacija, kao i *kratke vremenske skale* za kvantno-mehaničke procese koji efektivno rezultuju u odgovarajućim (nestacionarno) indukovanim konformacionim ključ-brava uklapajućim *prelazima biomolekularnog prepoznavanja* pod promenljivim spoljašnjim uticajem (kompozicionim/hemijskim, toplotnim, optičkim ...) na ćelijsko komplementarno citoplazmatsko okruženje (v. Dod. 6.7).

Dinamička modifikacija (više-elektronske) hiperpovrši energija-stanje, $E_e(\phi_e)$, *ćelijskog kvantno-ansambalskog* enzimskog biomolekularnog makroskopskog otvorenog kvantnog sistema (preko promene operatora gustine stanja $\hat{\rho}_e(t)$), prirodna je posledica elektronsko-konformacionih spregnutih procesa – što ukazuje na potencijalnu mogućnost razmatranja ćelijskog biomolekularnog prepoznavanja kao *Hopfildove kvantno-holografske asocijativne neuronske mreže* (v. Gl. 2). Ovakav pristup podrazumeva *standardni ćelijski lokalni tretman kvantnog ansambla ne-interagujućih dinamički ne-spregnutih N različitih* biomolekularnih enzima iste vrste (i njihovih korespondentnih biomolekularnih klasa supstrata) [1,5].

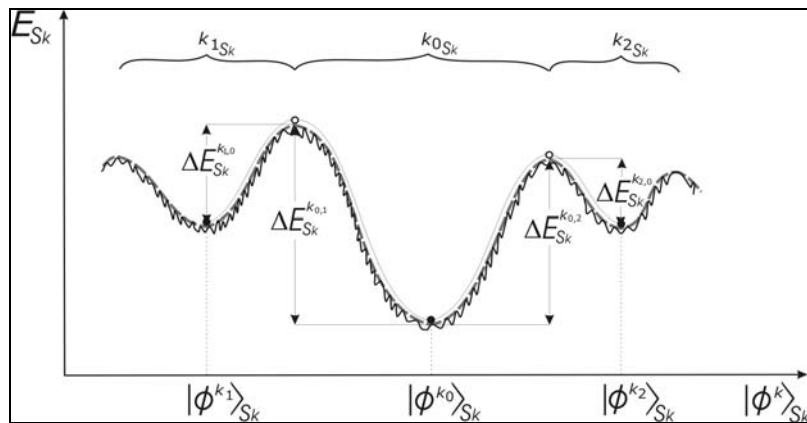
Međutim, postoji i alternativna mogućnost *holističkog ćelijskog ne-lokalnog tretmana kvantnog sistema ne-interagujućih dinamički spregnutih N ne-različitih* kvantnih biomolekularnih enzima iste vrste (i njihovih korespondentnih biomolekularnih klasa supstrata) [1,6]. Tada se dinamička modifikacija više-elektronske hiperpovrši energija-stanje ćelijskog biomolekularnog enzimskog makroskopskog otvorenog kvantnog sistema (i analogno njihovih korespondentnih biomolekularnih klasa supstrata), može najbolje predstaviti u formalizmu *druge kvantizacije* (v.

Dod. 6.3), koji tretira sve biomolekule iste atomske konfiguracije kao identične kvantne čestice koje zauzimaju različita izomerno-konformaciona stanja, i koji posmatra takvo ćelijsko N -čestično enzimsko kvantno stanje u kvantno-mehaničkom okupacionom bazu koji opisuje broj enzima koji zauzimaju redom sva stanja kompletnog bazisnog skupa jednočestičnih izomerno-konformacionih enzimskih stanja.

U formalizmu druge kvantizacije posmatra se ćelijsko N -čestično enzimsko kvantno stanje u kvantno-mehaničkom okupacionom bazu, koji opisuje broj enzima koji zauzima svako od mogućih stanja (najčešće više njih što je karakteristika svih bozona, odnosno enzima celobrojnog spina sa parnim brojem kovalentno vezanih elektrona!), u kompletnom skupu jednočestičnih izomerno-konformacionih enzimskih stanja: $|n_0 n_1 n_2 \dots\rangle_e$, uz uslove $N = n_0 + n_1 + n_2 + \dots$ i $E_{S_e} = n_0 E_e^{(0)} + n_1 E_e^{(1)} + n_2 E_e^{(2)} + \dots$, gde je E_{S_e} višeelektronska energija ukupnog ćelijskog N -čestičnog-enzimskog kvantnog stanja, dok su $E_e^{(0)}$, $E_e^{(1)}$, $E_e^{(2)}$... višeelektronske energije odgovarajućih jednočestičnih-enzimskih kvantnih izomerno-konformacionih stanja 0, 1, 2, ... Energetska hiperpovrš takvog N -čestičnog izomerno-konformacionog kvantnog stanja ima šematski prikaz kao na Sl. 3.3, gde je unutrašnja površina svakog minimuma srazmerna parcijalnoj energiji ($n_i E_e^{(i)}$) i -tog jednočestičnog-biomolekularnog izomerno-konformacionog stanja kojeg zauzimaju n_i enzima iste konformacije ($i = 0, 1, 2, \dots$), tako da je ukupna energija (E_{S_e}) posmatranog ćelijskog N -čestičnog-enzimskog kvantnog stanja srazmerna sumi unutrašnjih površina svih minimuma na posmatranoj potencijalnoj hiperpovrš. Treba dodati da uključivanje u razmatranje i vibracionih stepeni slobode (fonona) svakog od izomerno-konformacionih stanja, zahteva njihovo posmatranje u kvantno-mehaničkom bazu koji opisuje broj fonona koji zauzima svako stanje u kompletnom skupu jednočestičnih fononskih stanja svih enzimskih izomera/konformacija: $|n_1^{(0)} n_2^{(0)} \dots n_{3N_i-6}^{(0)} n_1^{(1)} n_2^{(1)} \dots n_{3N_i-6}^{(1)} n_1^{(2)} n_2^{(2)} \dots n_{3N_i-6}^{(2)} \dots\rangle_v$, gde svaki enzim sastavljen od N_i atoma ima u opštem slučaju $3N_i-6$ vibracionih

stepeni slobode (tipova fonona), od kojih svako fononsko stanje može zauzimati neograničen broj fonona (što je karakteristika svih bozona, odnosno čestica celobrojnog spina). Istaknimo da energetska hiperpovrš takvog multi-dimenzionog fononskog kvantnog stanja ima takođe šematski prikaz kao na Sl. 3.3, sa potencijalno neograničenim brojem fonona u svakom od jednočestičnih fononskih stanja.

Drugi pristup daje dublju biofizičku osnovu za kvantno-holističku sliku ćelije, i posebno *fenomenološki opravdanu kvantno-holografsku (fraktalnu) spregu različitih* hijerarhijskih kvantnih nivoa – od biološke ćelije do akupunktornog sistema/svesti i kolektivne svesti (v. Gl. 5). To implicira Hopfildovski kvantno-holografski povratni uticaj EM polja akupunktornog sistema na ćelijske konformacione enzimske promene i ekspresiju genoma (tzv. makroskopski 'downward causation'), a ne samo obrnuto (mikroskopski 'upward causation'), uz uzajamnu kvantno-informacionu kontrolu ontogeneze/embriogeneze i morfogeneze, i to počev od prve deobe oplodene jajne ćelije kojom započinje i diferenciranje akupunktornog sistema – sa značajnim *psihosomatskim i kognitivnim bioinformacionim implikacijama* [1,6].



SLIKA 3.3 Šematska prezentacija memorijskih atraktora u prostoru energija-stanje ($E_{S_k}(\phi^k)$) kvantno-holografске memorije/propagatora biološkog makroskopskog otvorenog kvantnog sistema S_k (ćelijskog ferment/supstrat biomolekularnog, akupunktornog/svesti, kolektivne svesti [1,6]):

$$\begin{aligned}
G(r_2, t_2; r_1, t_1) &= \sum_{i=1}^P \phi^{k_i}(r_2, t_2) \phi^{k_i*}(r_1, t_1) \\
&= \sum_{i=1}^P A_{k_i}(r_2, t_2) A_{k_i}^*(r_1, t_1) e^{\frac{i}{\hbar}(\alpha_{k_i}(r_2, t_2) - \alpha_{k_i}(r_1, t_1))}
\end{aligned}$$

Treba istaći da kvantna dekoherencija verovatno igra fundamentalnu ulogu u biološkim kvantno-holografskim neuronskim mrežama, kroz prikazanu adaptaciju oblika prikazane energetske hiperpovrši (za razliku od nisko-temperaturskih veštačkih kvantnih kubitnih računara gde se mora po svaku cenu izbegavati do krajnjeg akta očitavanja kvantnog računanja, kako je to opisano u Dod. 6.8) – što nagoveštava da je Priroda izabrala elegantno sobno-temperatursko rešenje za biološko kvantno-holografsko procesiranje informacija, stalno fluktuirajuće

između kvantno-koherentnog stanja $|\phi^k(t)\rangle_{S_k} = \sum_i c_{k_i}(t) |\phi^{k_i}\rangle_{S_k}$ i klasično-

redukovano stanja $\bar{\rho}_{S_k}^k(t) = \sum_i |c_{k_i}(t)|^2 |\phi^{k_i}\rangle_{S_k} \langle \phi^{k_i}|$ biološkog makroskopskog

otvorenog kvantnog sistema S_k , kroz nestacionarne interakcije sa vantelesnim daljim okruženjem i kroz dekoherenciju telesnim bližim okruženjem (v. Gl. 2 i Dod. 6.7). Ovo bi se moglo odnositi na niži hijerarhijski kvantno-holografski makroskopski otvoreni kvantni ćelijski enzimsko-genomski nivo, koji funkcioniše na nivou neprekidnog kvantno-konformacionog kvantno-holografski sličnog molekularnog prepoznavanja, ali i na viši hijerarhijski nivo kvantno-holografskog makroskopskog otvorenog kvantnog akupunktornog sistema/svesti (v. Gl. 5) – pa bi tako kvantna neuronska holografija kombinovana sa kvantnom dekoherencijom mogla biti veoma značajan element povratno-spregnute bioinformatike, od nivoa ćelije do nivoa organizma; gornji prikaz bi se mogao generalizovati i na najviši hijerarhijski nivo kvantno-holografške kolektivne svesti (v. Gl. 5), sa religijsko/društvenim implikacijama o neophodnosti transpersonalnog spiritualnog kvantno-holografskog brisanja svih nepoželjnih bočnih memorijskih atraktora (koji bi inače vremenom doveli do razvoja psihosomatskih bolesti ili međuljudskih sukoba u ovoj i/ili narednim generacijama kojima se transpersonalno i nesvesno prenose ova memorijska opterećenja na nivou kolektivne svesti).

Tako bi na ćelijskom nivou za svaki skup identičnih biomolekula mogla postojati dva (interagujuća) makroskopska kvantna sistema – jedan sa modifikujućom više-elektronskom hiperpovrši $E_e(\phi_e)$ i drugi sa modifikujućom EM multi-fononskom hiperpovrši $E_v(\phi_v)$ (pri čemu drugi

uključuje i nisko-energetske dugo-dometne koherentne mikrotalasne Frelihove eksitacije [9] – stvorene kao rezultat interakcije elektronskog i fononskog podsistema, koje su posebno značajne za *mikrotalasnu rezonantnu terapiju* (MRT) dinamičke modifikacije EM multi-fononskog (i povezanog više-elektronskog) *akupunkturnog* makroskopskog kvantnog sistema, v. Dod. 6.7).

Model rezonantnog prepoznavanja (Ćosić, 1997; Veljković, 1980 [7]) potvrđen je na više od 1000 proteina iz više od 30 funkcionalnih grupa – sa brojnim potencijalnim praktičnim primenama u molekularnoj biologiji, medicini, biotehnologiji, poljoprivredi i nanotehnologiji. Model je baziran na otkriću da postoji značajna korelacija između spektara numeričke reprezentacije linearnih sekvenci konstitutivnih elemenata (aminokiselina, nukleotida) i njihove biološke aktivnosti ili interakcije u odgovarajućim biomolekulima (proteini, DNK). Ovaj RRM-model interpretira takvu linearnu informaciju korišćenjem elemenata digitalne analize signala i fizike čvrstog stanja, pridruživanjem vrednosti elektron-jon interakcionog potencijala svakom konstitutivnom elementu primarne sekvence opisujući tako srednja energetska stanja njihovih valentnih elektrona, sa potonjim korišćenjem metoda analize signala u brznoj Furije-transformaciji ove numeričke serije u jedno-elektronski domen RRM-talasni broj/frekvencija i određivanjem zajedničkih frekventnih komponenti kao frekventnih pikova u višestrukoj kros-spektralnoj funkciji za grupu primarnih sekvenci. Prisustvo pika sa značajnim odnosom signal-šum u višestrukoj kros-spektralnoj funkciji grupe sekvenci sa istom biološkom funkcijom znači da sve analizirane sekvence unutar grupe imaju isti zajednički jedno-elektronski pik RRM-talasni broj/frekvencija, sa sledećim opštim zaključcima: (1) takav pik postoji samo za grupu biomolekula iste funkcije; (2) ne postoji značajan pik za biološki nevezane biomolekule; (3) pik frekvencije su različite za različite biološke funkcije; (4) proteini i njihovi biomolekularni supstrati imaju isti zajednički frekventni pik ali skoro suprotne faze – omogućujući i nove teorijske mogućnosti za proteinski *de novo* dizajn željenih funkcija!

U kontekstu RRM-modela, ista karakteristična jedno-elektronska RRM frekvencija, i skoro suprotna faza, po svoj prilici karakteriše ne samo biomolekularnu enzimsku i supstratnu zajedničku funkciju, već takođe njihovo *makroskopsko kvantno biomolekularno prepoznavanje/interakciju* na nivou biološke ćelije – verovatno kroz eksterno *aktiviranu*

(kompoziciono/hemijski, kroz usrednjeno zblizavanje biomolekula enzima i supstrata neophodno za neiščezavanje integrala prekrivanja odgovarajućih elektronskih i vibracionih talasnih funkcija, ili toplotno/optički, kroz dovodjenje vibracione energije neophodne da se ostvare uslovi za elektronsko-vibracione neradiativne rezonantne prelaze između dva izomera (i, f), v. Sl. 3.2) enzim-supstrat RRM kvantno-rezonantnu izomer-izomer interakciju praćenu sa $\phi_e^{(i)}$ -anihilacijom i $\phi_e^{(f)}$ -kreacijom konformonskih kvanata u dvo-konformacionim prelazima $\phi_e^{(i)} \rightarrow \phi_e^{(f)}$ (dovodeći na makroskopskom kvantnom nivou ćelije do (energetski-favorizujućeg) energetskog produbljenja finalnog stanja $\phi_e^{(f)}$ i energetskog-uplićavanja inicijalnog stanja $\phi_e^{(i)}$, tj. do *dinamičke modifikacije više-elektronske hiperpovrši $E_e(\phi_e)$ ćelijskog enzimskog makroskopskog kvantnog sistema* (v. Sl. 3.3 i Dod. 6.7 [1,6]). O kvantnim osnovama RRM modela v. Dod. 6.4 [10].

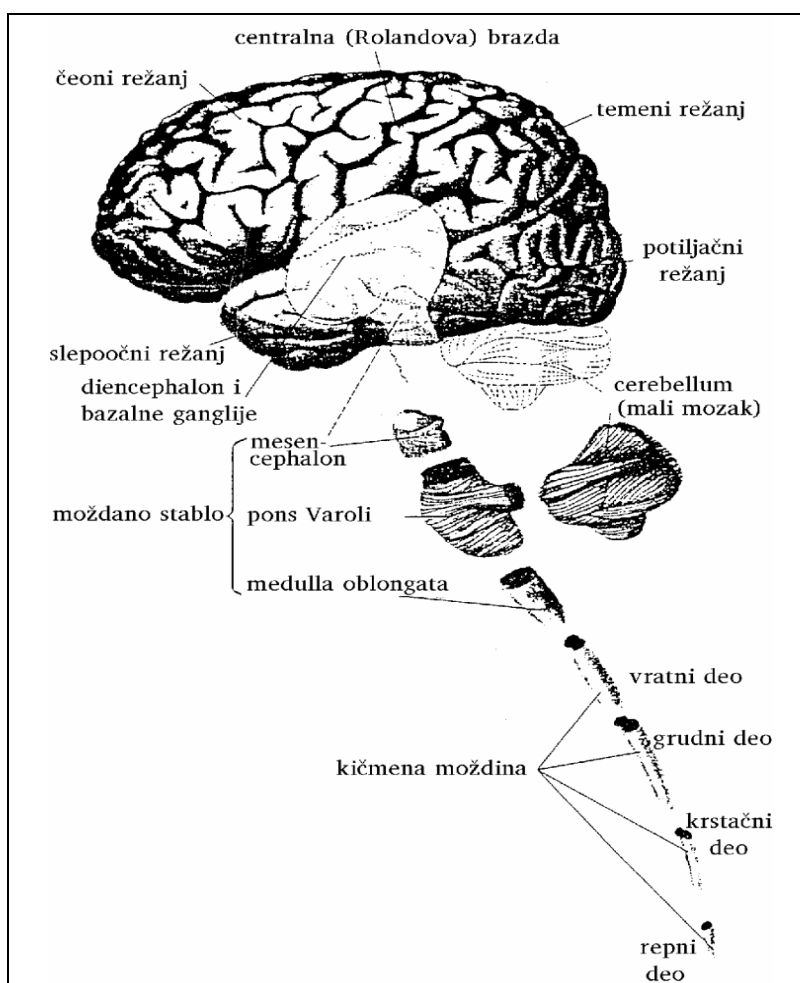
3.3 Literatura

1. D. Raković, *Osnovi biofizike*, 3. izd. (IASC & IEFPG, Beograd, 2008), Gl. 1.
2. M. V. Vol'kenshtein, *Biofizika, Tom I Molekularnaya biofizika* (Nauka, Moskva, 1975); M. V. Vol'kenshtein, *Biofizika* (Nauka, Moskva, 1981), Gl. 1-8.
3. C. Levinthal, Are there pathways for protein folding?, *J. Chim. Phys.*, 65 (1968) 44-45.
4. L. A. Gribov, *Ot teorii spektrov k teorii himicheskikh prevraschenii* (URSS, Moskva, 2001).
5. D. Raković, M. Dugić, M. Plavšić, The polymer conformational transitions: A quantum decoherence approach, *Mater. Sci. Forum* 453-454 (2004) 521-528; M. Dugić, D. Raković, M. Plavšić, The polymer conformational stability and transitions: A quantum decoherence theory approach, in: A. Spasić, J-P. Hsu (eds.), *Finely Dispersed Particles: Micro-, Nano-, and Atto-Engineering*, (CRC Press, New York, 2005), Ch. 9; D. Raković, M. Dugić, M. Plavšić, Biopolymer chain folding and biomolecular recognition: A quantum decoherence theory approach, *Mater. Sci. Forum* 494 (2005) 513-518; D. Raković, M. Dugić, M. Plavšić, G. Keković, I. Ćosić, D. Davidović, Quantum decoherence and quantum-holographic information processes: From biomolecules to biosystems, *Mater. Sci. Forum* 518 (2006) 485-490; D. Raković, D. Djordjević, Ionic channels, in: M. Akay (ed-in-chief), *Wiley Encyclopedia of Biomedical Engineering* (John Wiley & Sons, New York, 2006).
6. D. Raković, Scientific bases of quantum-holographic paradigm, in: I. Kononeko (ed.), *Proc. Int. Conf. Measuring Energy Fields* (Kamnik, Slovenia, 2007), Invited lecture; D. Raković, A. Vasić, Classical-neural and quantum-holographic informatics: Psychosomatic-cognitive implications, in: B. Reljin, S. Stanković (eds.), *Proc. NEUREL-2008* (IEEE Serbia & Montenegro Section, Belgrade, 2008); A. Vasić, *Integrativna biofizika, kvantna medicina i kvantno-holografška informatika: psihosomatsko-kognitivne implikacije* (ETF, Beograd, 2008), nepublikovano; D. Raković, Ž. Mihajlović Slavinski, Meridijanske (psiho)terapije i kvantno-holografška informatika: psihosomatske implikacije, u: S. Jovičić, M. Sovilj (eds.), *Govor i jezik: interdisciplinarna istraživanja*

- srpskog jezika, II* (IEFPG, Beograd, 2008); D. Raković, Ž. Mihajlović Slavinski, Phenomenology of meridian (psycho)therapies and quantum-holographic psychosomatic-cognitive implications, *The 5th World Congress on Psychotherapy*, 12-15 Oct. 2008, Beijing, China, accepted for oral presentation.
7. I. Cosic, *The Resonant Recognition Model of Macromolecular Bioactivity: Theory and Applications* (Birkhauser Verlag, Basel, 1997); V. Veljkovic, *A Theoretical Approach to Preselection of Carcenogens and Chemical Carcenogenesis* (Gordon & Breach, New York, 1980); I. Cosic, Macromolecular bioactivity: Is it resonant interaction between macromolecules? – Theory and applications, *IEEE Trans. Biomed. Eng.* 41(12) (1994) 1101-1114; E. Pirogova, M. Akay, I. Cosic, Investigation of the structural and functional relationships of oncogene proteins, *Proc. IEEE* 90(12) (2002) 1859-1867; I. Veljkovic, M. Slavic, General model of pseudopotentials, *Phys. Rev. Lett.* 29 (1972) 105-108.
 8. G. Keković, D. Raković, D. Davidović, Relevance of polaron/soliton-like transport mechanisms in cascade resonant isomeric transitions of Q1D-molecular chains, *Mater. Sci. Forum* 555 (2007) 119-124.
 9. H. Fröhlich, Long-range coherence and energy storage in biological system, *Int. J. Quantum Chem.* 2 (1968) 641-649; H. Fröhlich, Theoretical physics and biology, in: H. Fröhlich (ed.), *Biological Coherence and Response to External Stimuli* (Springer, New York, 1991).
 10. G. Keković, D. Raković, B. Tošić, D. Davidović, I. Čosić, Quantum-mechanical foundations of Resonance Recognition Model, preprint (2008).

4. MOŽDANE HIJERARHIJSKE NEURONSKE MREŽE

Mozak i kičmena moždina predstavljaju delove *centralnog nervnog sistema* (CNS). Na *mozgu* čoveka razlikuje se nekoliko delova (v. Sl. 4.1) [1].



SLIKA 4.1 Delovi centralnog nervnog sistema

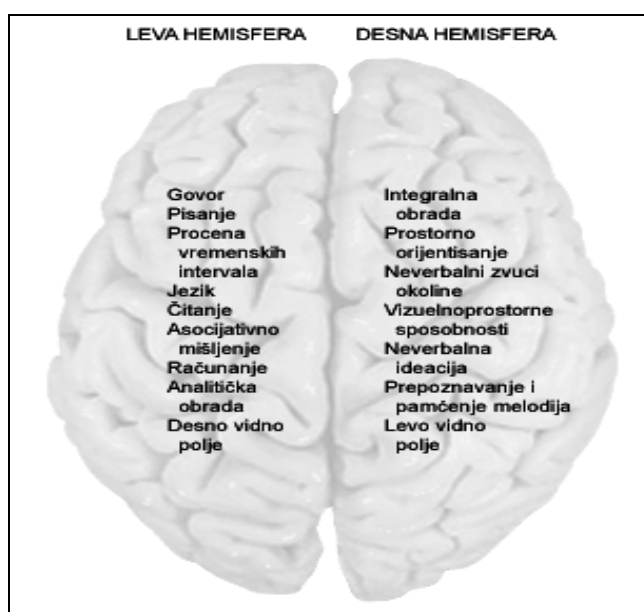
Moždano stablo se nastavlja na kičmenu moždinu, i čine ga *produžena moždina* (*medulla oblongata*, koja predstavlja završni mozak), *Varolijev most* (*pons Varoli*, koji je *derivat zadnjeg mozga*) i *srednji mozak* (*mesencephalon*). Ovo su filogenetski starije strukture. U moždanom stablu se nalaze *centri za regulaciju vitalnih funkcija* (disanja, srčanog rada, krvnog pritiska)!

Mali mozak (*cerebellum*) je *derivat zadnjeg mozga* (kao i Varolijev most), i kod čoveka je filogenetski mlađa struktura. Ima značajnu ulogu u *kontroli složenih mišićnih pokreta*!

Međumozak (*diencephalon*) se nadovezuje na prednji kraj moždanog stabla. Na njemu se mogu razlikovati *hipotalamus* (*hypothalamus*) i *talamus* (*thalamus*). Međumozak, zajedno sa moždanim stablom, sadrži mnogobrojna sitna jedra sive mase međusobno povezana nervnim vlaknima, koja čine tzv. *retikularnu formaciju*. Ova formacija (koja se nekad naziva i *retikularno-talamička formacija*) predstavlja *glavni relejni punkt* u mozgu čoveka, koji sa korom velikog mozga obrazuje povratnu informacionu spregu (tzv. *prošireni retikularno-talamički aktivirajući sistem*, ERTAS (Extended Reticular Thalamic Activating System)), čija uloga se sastoji u *selekciji* i *pojačanju samo jedne informacije* (među mnoštvom senzornih i introspektivnih informacija, koje se trenutno procesiraju unutar hijerarhije moždanih neuronskih mreža), koja tako postaje *svesni sadržaj* (dok *ostale nepojačane informacije* ostaju na nivou *kontekstualnih nesvesnih sadržaja*, prekrivenih pojačanim svesnim sadržajem) – u *normalnom budnom stanju*!

Veliki mozak (*telencephalon*) sastoji se od *bazalnih ganglija* (tzv. *sub-kortikalna jedra*, odgovorna za *započinjanje i regulaciju voljnih pokreta*) i *moždane kore* (tzv. *korteks*, odgovoran za sve *složenije oblike učenja i pamćenja*)! Težina velikog mozga iznosi 2–2,5% telesne težine čoveka, i u njegov sastav ulazi preko 10^{10} *nervnih ćelija*. Uzdužnom brazdom podeljen je na *dve hemisfere* (levu i desnu), koje su pri svom dnu *spojene komisuralnim nervnim vlaknima* (*corpus callosum*). Iako su hemisfere skoro istovetne u pogledu anatomske građe, one se *razlikuju* u pogledu svojih *funkcija*: *desna hemisfera* procesira stimulse *holistički* (kao celinu), a *leva hemisfera* *analitički* (po delovima)! *Dominacija aktivnosti* leve i desne hemisfere *smenjuje se* sa periodičnošću $\sim 1,5\text{--}2$ h (tzv. *ultradijalni ritam*), ali je stepen

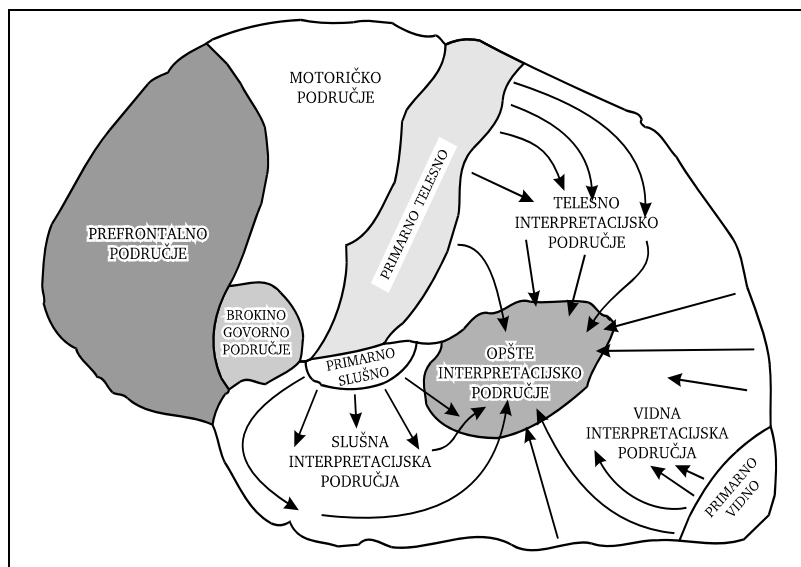
veće specijalizovanosti jedne hemisfere određen većom *specijalizacijom suprotne ruke* (levaci imaju bolje specijalizovane funkcije desne hemisfere, a dešnjaci leve)! Na Sl. 4.2 dat je prikaz specijalizovanih funkcija dve hemisfere. *Percepcija* i *memorisanje* vezani su za *obe hemisfere*; *jezik* i *govor* vezani su za funkcije *dominantne hemisfere*, koja je u 90% slučajeva leva (ima mnogo više dešnjaka nego levaka). Dve *hemisfere funkcionalno interaguju* razmenom informacija preko komisuralnih nervnih vlakana.



SLIKA 4.2 *Komplementarne funkcije moždanih hemisfera: leve analitičke i desne holističke.*

Korteks je debljine 1,5-4,5 mm i predstavlja *sivu masu velikog mozga*, dok se *bela masa* nalazi u *unutrašnjosti*. Površina kore je oko 1600 cm², i ona je brazdama i vijugama izdeljena na *šest režnjeva (lobusa)*: *čeonni (lobus frontalis)*, *temeni (lobus parietalis)*, *potiljačni (lobus occipitalis)*, *slepoočni (lobus temporalis)*, *limbički (lobus limbicus)* i *insularni (lobus insularis)*. Na korteksu se mogu razlikovati *primarna*

senzorna (vidno, slušno, telesno, ...) i motorička područja, *sekundarna* interpretacijska (vidno, slušno, telesno, ...), *tercijarno* opšte interpretacijsko i govorno (Brokino) područje, kao i *prefrontalno* područje (v. Sl. 4.3), od kojih su za *više kognitivne funkcije* posebno značajna tercijarna područja i prefrontalno područje (odgovorno za planiranje i kontrolu ponašanja)!

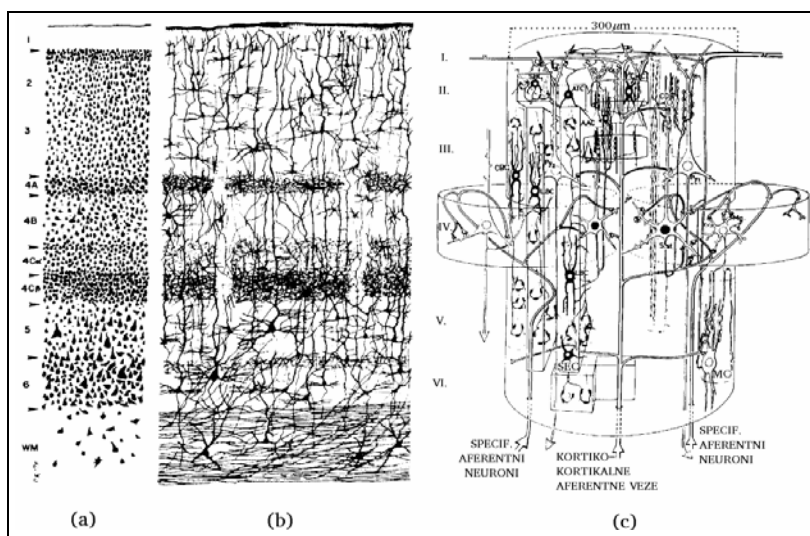


SLIKA 4.3 Funkcionalna organizacija korteksa na područja različitih funkcija i nivoa.

Neuroni korteksa (ima ih $\sim 10^{10}$) veoma su međupovezani (svaki neuron ima $\sim 10^3-10^5$ hemijskih sinapsi). Postoje *eksitatorne* (pobudne) i *inhibitorne* (kočeće) *sinapse*, prema tome da li generišu pobudne postsinaptičke potencijale na membrani izlaznog neurona (olakšavajući mu da dostigne akcioni potencijal, oko +40 mV; dodajmo da je *potencijal mirovanja* polarizovane membrane, oko -80 mV, ostvaren aktivnim i pasivnim membranskim transportom Na^+ jona izvan i K^+ jona unutar nervne ćelije) ili kočeće post-sinaptičke potencijale (otežavajući izlaznom neuronu dostizanje akcionog potencijala). Presinaptički i postsinaptički neuroni hemijskih sinapsi u moždanim neuronskim mrežama

nisu strukturno povezani: *sinaptička pukotina* kod hemijskih sinapsi je čak nešto šira (20-40 nm, pa i više) u odnosu na normalno međučelijsko rastojanje (20 nm). Hemijske sinapse omogućavaju plastičnije ojačavanje ili slabljenje sinapsi, neophodno za memoriju i druge više moždane funkcije. Osim toga, hemijske sinapse mogu znatno pojačati mali presinaptički električni signal (akcioni potencijal) oslobađanjem jedne ili više *sinaptičkih vezikula*, od kojih svaka sadrži hiljade molekula *neurotransmitera* (najčešće *acetilholin*) – koji potom izazivaju konformacione promene postsinaptičkih receptora, otvarajući (ili zatvarajući) hiljade jonskih kanala u postsinaptičkoj ćeliji. Ipak, cena koja se plaća je vremensko kašnjenje postsinaptičkog signala, u odnosu na presinaptički, od nekoliko milisekundi.

Na Sl. 4.4 prikazana je karakteristična *lamelarna* (slojevita) i *kolumnarna* (vertikalna) *struktura korteksa*: postoji *šest slojeva* neokorteksa (stariji paleokorteks ima 3-4 sloja neurona) i 10^5 - 10^6 *kolumnarnih* substrukture (prečnika $\sim 300 \mu\text{m}$).



SLIKA 4.4 Prikaz lamelarne i kolumnarne strukture neokorteksa: (a,b) lamelarne strukture dobijene različitim tehnikama bojenja moždanog tkiva; (c) kolumnarna i minikolumnarna organizacija korteksa: desna polovina prikazuje eksitatorne veze, a leva inhibitorne.

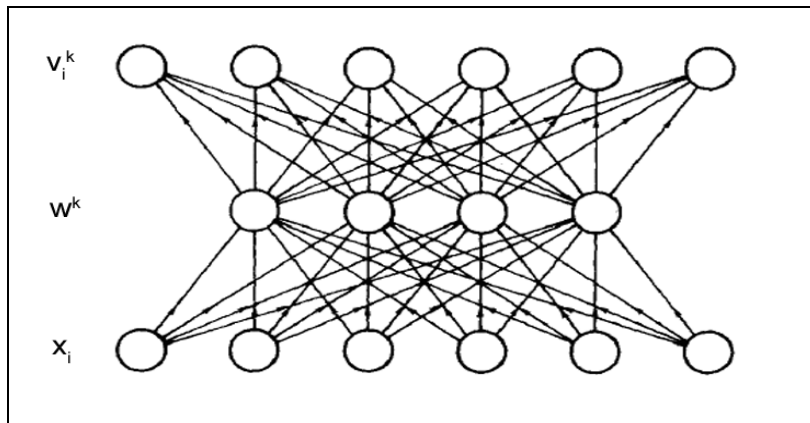
Oko 70% neurona korteksa čine *piramidalne nervne ćelije* (naziv im potiče od piramidalnog oblika tela neurona). Njihovi mnogobrojni kraći nastavci *dendriti*, koji čine *sivu masu* korteksa, dosežu radijalno ~ 300 μm , omogućujući *lateralno povezivanje* neurona u kolumnarne strukture! Svaki piramidalni neuron korteksa pruža po jedan *akson* koji sa ostalim aksonima čini *belu masu* subkorteksa; svaki od ovih aksona ima mnoštvo *terminalnih grana*, koje *povezuju* posmatrani akson sa dendritima *udaljenih neurona korteksa* (u radijusu do 3 mm, čime se međusobno povezuju mnogobrojne kolumnarne strukture) ili dendritima neurona *dubljih subkortikalnih struktura* (ovih poslednjih je samo 5%, u poređenju sa 95% prethodno pomenutih dugodometnih kortiko-kortikalnih interkolumnarnih piramidalnih neuronskih veza)! *Piramidalne ćelije* formiraju *eksitatorne sinapse* sa dendritima udaljenih neurona, dok *nepiramidalni interneuroni* korteksa formiraju *inhibitorne sinapse* sa dendritima bližih neurona.

4.1 Hijerarhijski modeli moždanih neuronskih mreža

Prednost arhitekture hijerarhijskih neuronskih mreža je da *funkcionalno specijalizovani neuroni* svakog sloja procesiraju samo *ograničenu količinu informacija*! Ukupna globalna situacija se onda postepeno rekonstruiše kako se procesirajuća informacija pomera ka izlaznim slojevima hijerarhijske mreže. Ovakav pristup zahteva *daleko manji broj neurona* u hijerarhijskim neuronskim mrežama, nego što bi to bio slučaj u mrežama sa masivnim paralelizmom veza između susednih slojeva! Treba svakako istaći da su hijerarhijske mreže prilagođene za one zadatke gde ulazna informacija ima konzistentno povezane strukture nižeg, srednjeg i višeg nivoa, što je slučaj sa spoljašnjim čulnim dražima (slučajni podaci, međutim, nemaju takvu strukturu). Iz tog razloga su biološke neuronske mreže organizovane kao hijerarhijske mreže!

Hijerarhijski modeli moždanih neuronskih mreža trenutno su *najuspešniji modeli u kognitivnim neuronaukama* [1-3], i mogu se klasifikovati na: *samoorganizujuće mapirajuće* unidirekciono orijentisane višeslojne neuronske mreže [4], *asocijativne* ili *atraktorske* masivno i bidirekciono povezane neuronske mreže [5], i *sinergetske* višeslojne neuronske mreže, klasične [6] i neuro-kvantne [7].

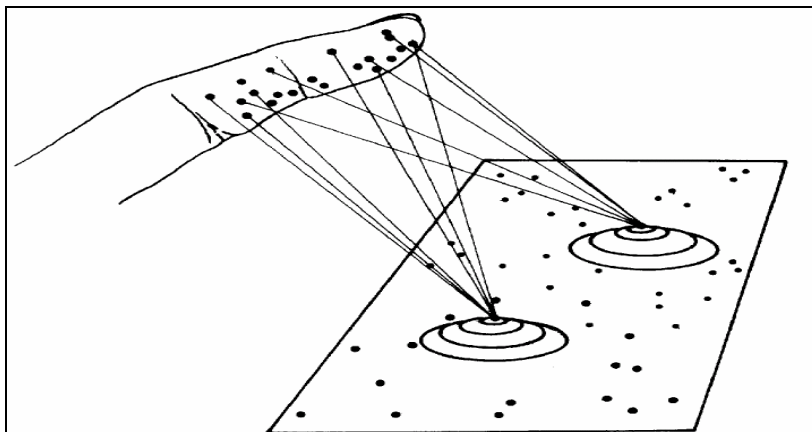
Kohonenove samoorganizujuće mapirajuće mreže [4] jesu *fiziološki opravdani* model neuronskih mreža koje se prilagođavaju *perceptivnim podacima* razvojem moždanih mapa, sa očuvanim relacijama ulaznih podataka. Ovakve neuronske mreže bez povratne sprege mogu izvesti samoorganizujuće mapiranje od senzornih ulaza (niži sloj) ka unutrašnjim reprezentacijama (srednji sloj), i dalje od unutrašnjih reprezentacija do motoričkih izlaza (gornji sloj), v. Sl. 4.5. Najviše su korišćene za modeliranje *percepcije* (korišćenjem senzornih mapa) i *motorike* (korišćenjem motoričkih mapa), ali se primenjuju i za *klasifikaciju oblika* u računarskim naukama i robotici.



SLIKA 4.5 Kohonenova mreža bez povratne sprege sa ulaznim (senzornim), skrivenim (reprezentacionim) i izlaznim (motoričkim) slojem.

U Kohonenovim mrežama kodiranje je konstruisano *redukovanjem razlika (grešaka) između eksternog stanja i interne mrežne reprezentacije tog stanja*. I interno i eksterno stanje predstavljeni su kao oblici aktivnosti, matematički opisani vektorima oblika. Sinaptičke veze, u kojima su oblici uskladišteni, menjaju se u skladu sa stepenom neslaganja između *prototipa* (interne reprezentacije) \bar{w} i *eksternog oblika* (na primer, oblik stimulusa iz okoline kojeg su detektovale senzorne ćelije) \bar{x} . Prototip može biti opisan kao 'učitelj' (učenje pod nadzorom) ili može biti ustanovljen u samoorganizujućoj proceduri (učenje bez nadzora).

U drugom slučaju, koji je biološki relevantniji, prototip je najdominantniji neuron, tzv. *kardinalni neuron* lociran u \vec{r} (ili *ćelija-parametar uređenja*, jer uređuje celi sloj neurona nakon što je 'preuzeo svu moć'), koji kroz procese lateralne inhibicije pobeđuje u nadmetanju među neuronima i *samostalno mapira prototip* $\vec{w}_{\vec{r}}$, koji *kodira odgovarajući specifični eksterni oblik receptivnog polja* \vec{x} senzornih ćelija. Svako receptivno polje ulaznog sloja deluje kao *adaptivni filter* koji bira one senzorne oblike koji su najsličniji njegovom specifičnom receptivnom obliku, na kojeg potom specifično reaguje njemu odgovarajući specijalizovani kardinalni neuron skrivenog sloja!



SLIKA 4.6 Kohonenova mreža reaguje na ulazni oblik (predstavljen u senzornim ćelijama receptivnog polja prsta) lokalnom aktivacijom u okolini kardinalnog neurona koji je nosilac kodiranja ovog ulaznog oblika u mapi mozga.

Kohonenov model je *fiziološki najzasnovaniji*, jer se njime može predstaviti proces *lokalizovanog kodiranja specijalizovanih perceptualnih podataka* (Sl. 4.6). Pri tome, za lokalizovano kodiranje suštinsko je *topološki-korektno mapiranje*, tj. da su topološke relacije očuvane dok je ulazni oblik \vec{x} projektovan u izlazni oblik \vec{w} . Osim toga, za lokalizovano kodiranje suštinsko je i *samoorganizujuće mapiranje*, kod kojeg se sličnost ulaznih signala projektuje kao bliskost pobuđenih

neurona, jer se u optimizacionom procesu stabilnost Kohonenove mreže nalazi formiranjem stanja sa minimalnom razlikom $\|\vec{w} - \vec{x}\|$:³

$$\|\vec{w}_{\vec{r}} - \vec{x}\| = \min_{\vec{r}} \|\vec{w}_{\vec{r}} - \vec{x}\|. \quad (4.1)$$

³ U neuronskim mrežama dinamikom se uglavnom upravlja minimizacijom tzv. ‘cost funkcije’, koja je u Kohonenovom modelu srazmerna kvadratu razlike ulaznog oblika \vec{x} i izlaznog oblika \vec{w} , i analogna je energiji elastičnosti koja je srazmerna odstupanju od ravnotežne tačke (ovde je to \vec{w}). Mreža može da ‘uštedi energiju’ ako se slični odnosi između ulaznih oblika transformišu u slične prostorne odnose između odgovarajućih kardinalnih neurona, što je ‘energetski’ optimizovani proces. Samoorganizujuće mape jesu rezultat kontinualnog i nelinearnog približnog mapiranja koje je definisano implicitno samoorganizujućim procesima traženja stabilnosti kroz maksimalnu moguću saglasnost neurona. Ovaj proces se naziva učenjem i vođen je primerima iz evolucione istorije mreže. Korišćenjem topološki očuvanog mapiranja veliki skup od P ulaznih oblika \vec{x}^{k_i} , k_i ($i = 1, \dots, P$), kodira se u manji skup P' prototipova $\vec{w}_{\vec{r}}$, gde je \vec{r} korišćeno kao indeks, koji ukazuje na lokaciju onih neurona do čijih je sinapsi transmitovan signal iz senzornih ćelija. Ulazni k_i -ti oblik je dat vektorom $\vec{x}_{k_i} = (x_1^{k_i}, x_2^{k_i}, \dots, x_n^{k_i})$, čije komponente predstavljaju individualne piksele ulaznog oblika koji su projektovani u aktivnost n individualnih senzornih ćelija na retini oka (vid), spirali uha (sluh), itd. Prototip je dat vektorom $\vec{w}_{\vec{r}} = (w_{\vec{r}1}, w_{\vec{r}2}, \dots, w_{\vec{r}n})$, čije komponente $w_{\vec{r}l}$ predstavljaju sinaptičke veze između potencijalnih kardinalnih neurona na lokaciji \vec{r} i senzorne ćelije sa indeksom l (dakle, aktivnost neurona nije važna u ovom modelu, već samo njihove relacije $w_{\vec{r}l}$ sa konfiguracijom senzornih ćelija). Prema ovoj definiciji ulazni oblik \vec{x} i odredišni oblik $\vec{w}_{\vec{r}}$ imaju istu dimenziju (n) i mogu se oduzeti: $\|\vec{w} - \vec{x}\|$. Ako neki prototip $\vec{w}_{\vec{r}}$ odgovara ulaznom obliku \vec{x}^{k_i} više nego ostali prototipovi, tada odgovarajući potencijalni kardinalni neuron na lokaciji \vec{r} pobeđuje konkurenciju (druge potencijalne kardinalne neurone \vec{r}') i postaje stvarni kardinalni neuron – pobednik. U tom slučaju kaže se da je mreža prepoznala ulazni oblik \vec{x}^{k_i} tako što je klasifikovala ovaj ulaz kao primer prototipa $\vec{w}_{\vec{r}}$. Sa svakim novim ulaznim oblikom prototip promeni ponešto: novi izmenjeni prototip je rezultat kompromisa između starog prototipa i novog ulaznog oblika. Prototip je kodiran u sinaptičkim vezama $w_{\vec{r}l}$ i/ili u kardinalnim neuronima na lokaciji \vec{r} .

Ovo samoorganizujuće topološki očuvano mapiranje podrazumeva i *redukciju dimenzionalnosti reprezentacionog prostora*, jer se više-dimenzioni prostor ulaznih oblika (dimenzije n jednake broju senzornih ćelija ulaznog sloja) smanjuje na dvodimenzione mape izlaznih oblika (određenih kardinalnim neuronima definisanim x i y koordinatama koje pripadaju kortikalarnoj mapi). Ovo mapiranje takođe podrazumeva i *kompresiju podataka*, jer mreža uči da raspozna najvažnija svojstva ulaznih oblika, tako da će samo ove glavne karakteristike biti sačuvane.

Dvodimenzione mape su uglavnom locirane u *primarnim zonama* korteksa, gde vrše odgovarajuće *ekstrakcije karakteristika*. Primeri su *somatotopska mapa* (u somatosenzorskom korteksu) površine kože, *tonotopska mapa* (u auditornom korteksu) spirale uha, *retinotopska mapa* (u vizuelnom korteksu) retine oka, *aromotopska mapa* (u mirisnom korteksu) sluzokože nosa, itd. Pri tome, vektori veza i kardinalni neuroni nisu genetički predodređeni, već evoluiraju postepeno pod selektivnim uticajem okoline.

U korteksu se nalaze i *vertikalne kolumne*, kao proizvod samoorganizujućeg topološki očuvanog mapiranja. Specijalizovane su za *ekstrakciju karakteristika perceptivnih oblika* (orijentacije, brzine i pravca kretanja, ivica, periodičnosti, nijanse boja itd.), ili za *regulisanje motoričkih akcija* (inervacija mišića). U asocijativnim oblastima, kolumne su gusto povezane da bi kolektivno izvršavale složene zadatke kao što su prepoznavanje lica, razumevanje govora, planiranje putanja ruke itd. Kolumne obezbeđuju informacione osnove za više moždane funkcije koje su modelovane atraktorskim asocijativnim neuronskim mrežama.

Hopfieldove asocijativne mreže [5] predstavljaju *neuropsihološki opravdani* model neuronskih mreža za opis i simulaciju *asocijativnih kognitivnih procesa* (*učenje, pamćenje, prepoznavanje, klasifikacija, generalizacija, ekstrakcija najrelevantnijeg informacionog sadržaja...*) u sekundarnim, tercijarnim i prefrontalnim asocijativnim zonama korteksa. Ovi procesi mogu se uspešno modelovati korišćenjem Hopfieldovih neuronskih mreža, organizovanih u funkcionalne i/ili virtuelne hijerarhije. Na Sl. 4.7 levo dat je prikaz *masivno i bidirekciono povezane* strukture Hopfieldove neuronske mreže, dok je na slici desno dat dijagram funkcionalne šeme strukture njene *memorijske korelacione matrice J*

prema Hebovoj jednačini za *sinaptičke veze*, čiji elementi J_{lj} čine sumu sprega l -tog neurona $q_l^{k_i}$ i j -tog neurona $q_j^{k_i}$ participirajućih u svih k_i ($i = 1, \dots, P$) memorijskih oblika neuronske mreže K :⁴

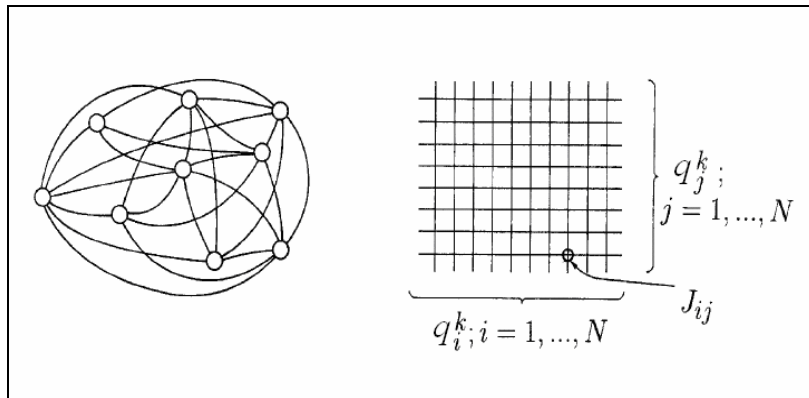
$$J_{lj} = \sum_{i=1}^P q_l^{k_i} q_j^{k_i} \quad (4.2)$$

S druge strane, Hebova jednačina za *neuronske aktivnosti* opisuje stanje l -tog neurona koji prima informacije od skupa svih $j = 1, \dots, N$ neurona u mreži K :⁵

⁴ Hebova jednačina (4.2) pokazuje kako sinaptičke veze kodiraju korelacije među aktivnostima neurona u jednom memorijskom obliku: ukoliko je pojedinačni proizvod u sumi pozitivan (negativan), tada veza jača (slabi) – što je u skladu sa neurofiziološkom činjenicom formulisanom u poznatom Hebovom pravilu obučavanja. Jačina veze J_{lj} određena je sumom ovakvih sprega po svim memorijskim oblicima k_i ($i = 1, \dots, P$), smeštenim u mrežu istovremeno. Ako je stanje dva povezana neurona $q_l^{k_i}$ i $q_j^{k_i}$ koji sarađuju u formiranju k_i -tog oblika istog znaka, onda oni doprinose stabilnosti k_i -tog oblika u neuronskoj mreži; ako su im znaci različiti, tada će oni oslabiti oblik. Oblici su u sinaptičkim vezama smešteni jedan preko drugog. Veze su određene lokalno prema uzajamnoj (ne)saglasnosti parova neurona. Globalno, veze određuju (ne)stabilnost svih konfiguracija. Neuroni se lokalno nadmeću međusobno, svaki teži da prevlada i preokrene ostale u sopstveno stanje. Neuron uspeva u ovome ukoliko je u najboljoj saglasnosti sa ostalim neuronima i ukoliko ima najveću podršku od ostatka mreže. Tada neuron ima dominantno eksitatorne veze. U suprotnom slučaju neuron ima dominantno inhibitorne veze. Uočiti i da je u prikazanom Hopfieldovom bidirekcionom modelu Hebova matrica J_{lj} simetrična, odnosno sinapsa je jednako propustljiva u oba smera: $J_{lj} = J_{jl}$.

⁵ Funkcija Sgn znači da je rezultat q_l jednak +1 (neuron je aktivan) ako je gornja suma veća od praga provođenja, ili da je rezultat jednak -1 (neuron je u stanju mirovanja, neaktivan) ako je gornja suma manja od praga provođenja neurona. Dakle, funkcija Sgn daje motornom (eferentnom) neuronu znak sume svih signala senzornih (afherentnih) neurona. Ako je P celobrojna vrednost koja predstavlja broj memorijskih oblika smeštenih u neuronskoj mreži, tada svaki element matrice veza J uzima vrednosti iz skupa celobrojnih vrednosti

$$q_i = \text{Sgn} \left(\sum_{j=1}^N J_{ij} q_j \right), \quad (4.3)$$



SLIKA 4.7 Dijagram neuronske mreže na osnovu Hopfildovog modela (levo) i dijagram memorijske matrice \mathbf{J} (desno)

Dinamika Hopfildove asocijativne neuronske mreže, na makroskali asocijativnog korteksa može se predstaviti u *energetsko-konfiguracionom prostoru*, v. Sl. 4.8.⁶ Svaka tačka na horizontalnoj osi predstavlja

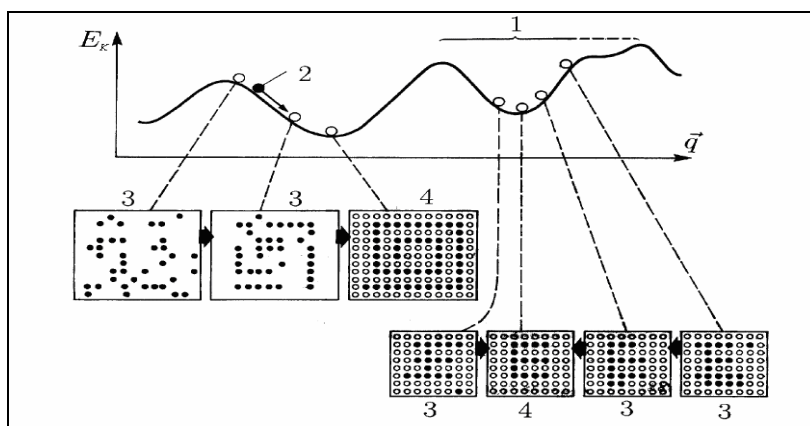
$\{-P, -P+1, \dots, P-1, P\}$. Neuronu šalju jedan drugom elektrohemijske signale prema principu 'svi za jednog, jedan za sve'. Jedan neuron može povećati (preko eksitatorne sinaptičke veze) ili smanjiti (preko inhibitorne sinaptičke veze) trenutno stanje drugog neurona. Posebno, ako suma doprinosa signala koju neuron dobija od svih drugih neurona prelazi određenu vrednost praga provođenja, tada neuron postaje aktivan i emitovaće signal.

⁶ Dinamika u Hopfildovom modelu rezultat je minimizacije 'cost funkcije' srazmerne slobodnoj energiji sistema:

$$E_K = -\frac{1}{2} \sum_{l=1}^N \sum_{j=1}^N J_{lj} q_l q_j - \frac{1}{2} \sum_{l=1}^N T_l q_l.$$

Vidi se da je funkcija slobodne energije E_K sistema niža ako su neuroni usaglašeni (njihove aktivnosti q_l i q_j imaju isti znak u određenom trenutku), pri čemu je veza J_{lj} pozitivna (postignuta usaglašenost i u prošlosti), ili neusaglašeni,

neuronsku konfiguraciju, opisanu vektorom $\vec{q} = (q_1, q_2, \dots, q_N)$ koji označava stanje cele mreže K u toj trenutnoj neuronskoj konfiguraciji (sa svakom komponentom q_i koja označava stanje svakog konstitutivnog neurona te konfiguracije), dok tačke na vertikalnoj osi predstavljaju slobodnu energiju E_K svake takve konfiguracije. Kao što se može videti sa slike, trenutna neuronska konfiguracija, predstavljena crnom lopticom, kreće se u energetske-konfiguracionom prostoru svih mogućih konfiguracija s ciljem da nađe stabilno stanje. Tamo gde se loptica zaustavi konfiguracija predstavlja atraktorski oblik.



SLIKA 4.8 Konfiguraciono-energetski prostor: 1 - jama privlačenja/atraksije; 2 - trenutno stanje sistema; 3 - nestabilna konfiguracija; 4 - atraktorski oblik, tj. stabilna konfiguracija.

pri čemu je veza negativna (više nesaglasnosti u prošlosti); s druge strane, E_K raste ako su neuroni usaglašeni, pri čemu je veza J_{ij} negativna, ili ako su neuroni neusaglašeni, a veza je pozitivna. Istovremeno, energija se smanjuje sa povećanjem usaglašenosti neurona sa neuronskim poljem T_l ('mišljenje javnosti'), koje predstavlja uticaj neuronskog polja na l -ti neuron, ili u drugoj interpretaciji, T_l može predstavljati 'prag provođenja' neurona, njegov sopstveni ili određen od strane drugih neurona.

U biološkim neuronskim mrežama *nije neophodno* da jedan neuron bude povezan *direktno* sa svim ostalim, jer je u odsustvu direktnih veza *moгуće* uspostavljanje veza *preko posrednika*. Takve biološke neuronske mreže unutar odgovarajućih asocijativnih zona korteksa, ponašaju se kao da su *svi neuroni* te asocijativne zone *masivno povezani* [7]. Ovakva situacija se onda može *modelirati* Hopfildovim asocijativnim mrežama, u kojima se pojavljuju različite potencijalne jame u energetske-konfiguracionom prostoru, kao *atraktorski oblici* kolektivne organizacije neuronskih stanja koji privlače sve druge konfiguracije, zbog čega se tačka na dnu potencijalne jame naziva *atraktor*! Jednom kad mreža 'upadne' u takvu konfiguraciju, svi sledeći procesi promene konfiguracije prestaju sve do prijema novog stimulusa.

Kao odgovor na različite promenljive stimulse, dolazi do procesa adaptacije jačine sinapsi Hopfildove mreže odnosno *učenja*, tokom čega se energija celog sistema smanjuje i dno potencijalne jame produbljuje, odnosno *energetsko-konfiguraciona površina se menja* u ovom procesu; tako se može formirati novi oblik pojavom nove potencijalne jame, vezano za objekat koji nikad do tada nismo videli. Ukoliko je, s druge strane, oblik već postojao i bio sačuvan u memoriji, tada se oblik asocijativno prepoznaje i regeneriše; stimulacija koja prati povratak perceptualnog događaja gledanja predmeta, vrlo je slična stimulaciji indukovanoj tokom prvog gledanja ovog objekta.

Pri tome, više sličnih konfiguracija može konvergirati ka dnu iste potencijalne jame, ako su u blizini konvergencije istog atraktora (v. Sl. 4.8). Na ovaj način neuronska mreža ostvaruje *klasifikaciju*, što omogućava prepoznavanje objekta pod nešto drugačijim okolnostima od onih pod kojima je objekat viđen u nekom trenutku u prošlosti. Tokom češćih ponavljanja, konfiguracija koja odgovara viđenom objektu postaje jača i stabilnija. Pa ipak, percepcija spoljašnjeg oblika pod novim okolnostima praćena je promenama odgovarajuće interne konfiguracije, jer se oblik sintetizuje od informacija iz okoline, iz memorije, kao i od kontekstualnih informacija iz drugih centara, i tada se tako *revidiran i ispravljen oblik ponovo memoriše*. Dakle, *prepoznavanje* je identično sa *konstrukcijom*, *rekonstrukcijom* i *kratkotrajnim pamćenjem oblika* u sistemu bioelektričnih procesa neurona.

Prilikom dugotrajnog memorisanja, informacija se potom transferiše kroz proces učenja od '*manifestne svesti*' (u neuronima, \vec{q}) do '*latentne*

svesti' (u sinapsama, \mathbf{J}). Tako je pamćenje jednoznačno mapiranje neke slike eksternog objekta u internu virtuelnu sliku, najpre u *sistem neurona (kratkotrajno pamćenje)* posle čega se ova slika transferiše u *sistem sinaptičkih veza (dugotrajno pamćenje)*. Pri tome, u jednom trenutku u sistemu neurona (*manifestne svesti*) može postojati samo jedan atraktorski oblik, dok u sistemu sinaptičkih veza (*dugotrajnoj memoriji/latentnoj svesti/podsvesti*) može istovremeno postojati mnoštvo atraktorskih oblika, mada ih je potrebno prizvati iz memorije: *tokom prizivanja memorija se prevodi iz sistema sinaptičkih veza u sistem neurona!* Uslov za ovo je obično sličan spoljašnji stimulus koji vuče neuron u 'kopiju' spolja nametnutog oblika, mada takav uslov može doći i iz drugih cerebralnih submreža.

Dakle, u neuronskim mrežama asocijativnih zona korteksa glavni faktori u određivanju smera *mentalnih asocijativnih procesa* jesu *atraktorski oblici*, a ne pojedinačni neuroni i sinapse, pa zbog toga čak i velike povrede korteksa *ne uništavaju funkcionalnost* asocijativne memorije ako su *atraktorske strukture očuvane!* Ako asocijativna neuronska mreža ima *simetrične veze* (sinapse jednako propustljive u oba smera, $J_{ij} = J_{ji}$, kao što je slučaj kod bidirekcionog Hopfildovog modela (4.2)), tada sistem može formirati *stabilne atraktore* u energetske-konfiguracionom prostoru, koji predstavljaju *implicitni poredak* i određuju formacije budućih *virtuelnih mentalnih struktura*. S druge strane, ako bi asocijativna neuronska mreža imala *nesimetrične veze* (sinapse različito propustljive u različitim smerovima: $J_{ij} \neq J_{ji}$), tada bi atraktorski oblici postali nestabilni pa bi jedan oblik nestajao a drugi nastajao, i sistem bi mogao opisivati periodične, kvaziperiodične, ili potpuno haotične putanje oblika u energetske-konfiguracionom prostoru, čije sekvence ili epizode mogu predstavljati *asocijativne lance toka misli*.

Hakenove klasične sinergetske mreže [6] predstavljaju *neuro-kognitivno opravdani* model neuronskih mreža za opis *kolektivnih virtuelnih kognitivnih procesa*. Sinergetske mreže ujedinjuju višeslojne neuronske mreže i asocijativne neuronske mreže, sa intra- i inter-slojnim vezama. Svaki sloj je zapravo zasebna asocijativna mreža koja može imati funkcionalnu interpretaciju (*kardinalni neuroni* u drugom sloju) ili virtuelnu interpretaciju (*kardinalni domen* kao parametri uređenja c_{k_i} u

drugom sloju, ili *atraktorski oblici* \vec{q}^{k_i} u trećem sloju). U Hakenovoj mreži K *parametri uređenja* c_{k_i} mere vrednost *preklapanja* atraktorskog oblika \vec{q}^{k_i} sa stvarnim memorijskim stanjem mreže \vec{q} . Dakle, c_{k_i} je projekcija \vec{q} na \vec{q}^{k_i} :

$$c_{k_i} = \sum_{l=1}^N q_l^{k_i} q_l = \langle \vec{q}^{k_i}, \vec{q} \rangle. \quad (4.4)$$

gde je l indeks komponente vektora, a k_i indeks atraktorskog oblika. Parametri uređenja c_{k_i} ponašaju se kao koeficijenti u redu

$$\vec{q} = \sum_{i=1}^P c_{k_i} \vec{q}^{k_i}.$$

U modeliranju viših moždanih funkcija, mogu se koristiti sinergetske neuronske mreže sa *generalisanom interpretacijom neurona i veza*: *generalisani neuroni* mogu biti *kardinalni neuroni*, *kardinalni domeni*, *kortikalne kolumne* ili *virtuelni atraktorski oblici* različitog reda, dok *generalisane veze* mogu biti sinaptičke veze na nivou mozga ili virtuelne veze između oblasti korteksa. *Virtuelni atraktorski oblici višeg reda sadrže oblike nižeg reda*, sa velikom hijerarhijom koja je vrlo osetljiva, fleksibilna i mobilna!

Mreža sa *asimetričnim generalisanim vezama* formira konstantni potencijalni gradijent, duž kojeg sistem prelazi brže iz jedne konfiguracije u drugu, sa većim asocijativnim kontekstom kroz svoje veze sa drugim atraktorskim oblicima koji su unutar domena atrakcije posmatranog dinamičkog oblika, čineći *asocijativne lance toka misli*. Ako su pojedini *nelokalni* atraktorski oblici povezani sa svojim *lokalizovanim* kardinalnim ćelijama ili odgovarajućim parametrima uređenja u centrima za *govor* (Vernikeova oblast), tada je takav tok misli kodiran ili *simbolizovan*, i moguće ga je *verbalizovati* (Brokina oblast).

Perušove neuro-kvantne sinergetske mreže [3,7] predstavljaju *kvantnu ekstrapolaciju* Hakenovih klasičnih sinergetskih mreža, sa ciljem modeliranja *viših moždanih funkcija* i *procesualnih osnova svesti*, objedinjavanjem moždanih neuronskih i virtuelnih procesa sa subćelijskim i kvantnim procesima. Tako je moguće modelirati različite *asocijativne*, *intuitivne* i *semantičke* procese, mada je za modeliranje viših *simboličkih*,

sintaksičkih i logičkih procesa neophodno hibridno kombinovanje sa simboličkim modelima veštačke inteligencije.

Odnos *mozak-svest* je nesumnjivo *više-nivoski fenomen*, sa sledećom generalnom šemom: *čista svest je kvantne prirode; virtuelne reprezentacije su povezane sa neuronskim oblicima; spoljašnji objekti su klasične prirode* – pa samo *hijerarhijska objedinjena interakcija moždanih neuronskih i virtuelnih procesa sa subćelijskim i kvantnim procesima* može da proizvede *efekte svesnog doživljaja*, poput konačnog povezivanja perceptualnih odlika u *jedinstveno holističko kvalitativno iskustvo* (manifestno svesno stanje). Peruš je pokazao da postoje direktne *matematičke paralele* između *kvantnih procesa u Fejnmanovoj verziji kvantne mehanike* i *neuro-informacionih procesa u Hopfildovim asocijativnim neuronskim mrežama* (za detalje v. Gl. 2). Iako su osnovni elementi kvantnog i neuronskog sistema (modelovanog formalnim neuronima i vezama) vrlo različiti, njihovi zajednički procesi se povinjavaju istim zakonima. Tako Hebova korelaciona matrica (4.2) memorijskih sinaptičkih veza kod Hopfildovih asocijativnih neuronskih mreža odgovara *Grinovoj funkciji (kvantnom propagatoru)* u Fejnmanovoj verziji Šredingerove jednačine:

$$G(\mathbf{r}_2, \mathbf{r}_1) = \sum_{i=1}^P \Psi^{k_i}(\mathbf{r}_2) \Psi^{k_i*}(\mathbf{r}_1) \quad (4.5)$$

gde je Ψ^{k_i} *i-ti kvantni memorijski atraktor* (tj. eksplicitno *kratkotrajno pamćenje i-tog kvantnog stanja/atraktora*), a *G kvantna memorija* (tj. implicitno *dugotrajno pamćenje* svih *P kvantnih stanja/atraktora* u kvantnoj memoriji) ovako *informaciono interpretiranog (svakog) kvantnog sistema S!* (Re)konstrukcija kvantnih atraktorskih oblika, odnosno transformacija reprezentacije *dugotrajne memorije* (kvantne latentne svesti/podsvesti) u reprezentaciju *prisećanja/kratkotrajne memorije* (kvantne manifestne svesti), opisana je procesom sličnim *kolapsu talasne funkcije*.

Korišćenjem ovih analogija u *neuro-kvantnim sinergetskim sistemima*, može se postići obrada podataka sa *visokom hijerarhijom oblika* koja se sastoji od skupa *funkcionalnih nivoa* i *virtuelnih nivoa apstrakcije*: neuroni (prvi biološki nivo); oblici (drugi biološki nivo – prvi virtuelni nivo, generalisani neuroni); oblici višeg reda (šeme, kategorije, meta-representacije, simboli); dinamičke sekvence oblika (asocijativni lanci,

epizode, tokovi misli); mnogostrukost oblika (kombinacije viših oblika različitih tipova i porekla, sa nekim zajedničkim karakteristikama); semantičke, simboličke ili konceptualne mreže; globalni atraktorski konglomerati (ličnost, ego) i svest (interakcija na više nivoa subćelijskih i kvantnih sistema).

Ove neuro-kvantne sinergetske neuronske mreže *samoorganizovano i interaktivno optimalno rade i konsoliduju se istovremeno na svim hijerarhijskim virtuelnim nivoima*. Mogući biofizički mehanizam povezivanja oblika nižeg reda u složene oblike višeg reda ili u informaciono jedinstvo svih oblika, mogla bi predstavljati *makroskopska neuro-kvantna koherencija svih virtuelnih nivoa*.

4.2 Implikacije za modeliranje kognitivnih funkcija

Biokibernetski hijerarhijski modeli klasično-elektrohemijskih moždanih neuronskih mreža opisani u prethodnom odeljku pokazuju ohrabrujući napredak u pogledu modeliranja kognitivnih funkcija [1-3].

Svest se, prema klasičnoj neuropsihološkoj paradigmi, povezuje sa ulogom *hijerarhijskog proširenog retikularno-talamičkog aktivirajućeg sistema* (ERTAS), koji na svakih $\sim 0,1$ s selektira i pojačava jednu informaciju među mnoštvom senzornih i introspektivnih informacija, koje se trenutno procesiraju unutar hijerarhije moždanih neuronskih mreža. Prema modelu *neuro-kvantnih sinergetskih mreža*, samo *hijerarhijsko objedinjavanje po svim nivoima* (neuronski, virtuelni, subćelijski, kvantni) može da proizvede *efekte svesnog doživljaja*, poput konačnog povezivanja perceptualnih odlika u *jedinstveno holističko kvalitativno iskustvo*.

Percepcija (slike, zvuka, mirisa, ukusa, dodira) se, prema klasičnoj neuropsihološkoj paradigmi, odigrava kao čulno-posredovana i ERTAS-selektovana i filtrirana komunikacija hijerarhijskih moždanih neuronskih mreža sa senzornim okruženjem. Prema modelu *samoorganizujućih mapirajućih mreža*, percepcija predstavlja samo-organizujuće mapiranje od senzornih ulaza ka unutrašnjim reprezentacijama, razvojem dvo-dimenzionih senzornih mapa u *primarnim strukturama* moždane kore sa očuvanim topološkim relacijama ulaznih senzornih podataka.

Učenje je, prema modelu hijerarhijskih moždanih neuronskih mreža, povezano najpre sa samo-organizujućim mapiranjem *lokalizovanih kardinalnih neurona primarnih struktura*, i potom sa njima interaktivno

spregnutim generisanjem i konsolidovanjem na svim hijerarhijskim virtuelnim nivoima *nelokalnih atraktorskih oblika u asocijativnim sekundarnim i tercijarnim strukturama* moždane kore, čije sinapse dinamički ojačavaju i slabe saglasno Hebovom pravilu. Neurofiziološka istraživanja ukazuju da *moždani talasi* izgleda igraju suštinsku ulogu u (globalnoj) *distribuciji informacija*⁷ od primarnih prema sekundarnim i tercijarnim strukturama⁸ – gde ERTAS *selektira i pojačava jednu* od procesirajućih informacija na svakih $\sim 0,1$ s do *svesnog nivoa* (više-frekventnih α , β ili γ moždanih talasa), dok ostale informacije ostaju nepojačane na *nesvesnim nivoima* (niže-frekventnih δ ili θ moždanih talasa).

Memorisanje je, prema modelu hijerarhijskih moždanih neuronskih mreža, jednoznačno mapiranje neke slike eksternog objekta u internu virtuelnu sliku, najpre u *sistem neurona (kratkotrajno pamćenje)* posle čega se ova slika transferiše u *sistem sinaptičkih veza (dugotrajno pamćenje)*; zato čak i velike povrede moždane kore *ne uništavaju funkcionalnost* asocijativne dugotrajne memorije ako su *atraktorske strukture očuvane*. U jednom trenutku u sistemu neurona (*manifestne svesti*) može postojati samo jedan atraktorski oblik, dok u sistemu sinaptičkih veza (*dugotrajnoj memoriji/latentnoj svesti/podsvesti*) može istovremeno postojati mnoštvo atraktorskih oblika, samo ih je kroz

⁷ Friman sa saradnicima [9] je u dinamičkom modeliranju bioloških hijerarhijskih mreža za percepciju mirisa kod sisara, dobio čudne atraktore sa višestrukim 'krilima', gde se centralni deo atraktora može interpretirati kao bazalna haotična električna aktivnost mirisnog sistema (koja simulira moždanotalasnu elektroencefalogramsku (EEG) aktivnost bez prisustva mirisnog stimulusa), dok se krila atraktora mogu interpretirati kao 'kvazi-granične kružnice', koje odgovaraju kvazi-periodičnim stanjima indukovane moždanotalasne aktivnosti (evociranim potencijalima (EP)), pri pojavi različitih mirisnih stimulusa. Ovakve neuronske mreže sa ugrađenom EEG-aktivnošću ne zavise od početnih uslova mreže, odnosno mogu klasifikovati neprekinuti niz stimulusa, što ukazuje i da je EEG (bez prisustva stimulusa) priprema aktivnost mozga, koja omogućava njegov brži odgovor na stimuluse!

⁸ Međutim, Džon sa saradnicima [10] je pokazao da kada se učenje završi (habituacija), isti vizuelni stimulus može se naći samo u primarnom vizuelnom sistemu tj. ne distribuiraju se dalje prema sekundarnim i tercijarnim strukturama (verovatno, jer bi to bila redundantna informacija)!

sećanje potrebno prizvati iz memorije, *asocijativnim prevođenjem memorije iz sistema sinaptičkih veza u sistem neurona.*

Mišljenje bi, prema modelima hijerarhijskih sinergetskih mreža sa *asimetričnim generalisanim vezama*, moglo biti vezano za brzo promenljive *asocijativne lance toka misli*, u kojima sistem prelazi brže iz jedne konfiguracije u drugu kroz svoje veze sa drugim atraktorskim oblicima koji su unutar domena atrakcije posmatranog dinamičkog oblika. Osim toga, prema klasičnoj neuropsihološkoj paradigmi, mišljenje bi moglo da se razdvoji bar na dva dela: najpre, *ERTAS selekciju i pojačanje jedne informacije* praćenu njenom *emocionalnom i jezičkom modulacijom* do svesnog nivoa, i potom, *rešavanje problema* vezano za tu informaciju posredstvom prefrontalne zone i asocijativnih sekundarnih i tercijarnih moždanih struktura.

Jezik je, prema klasičnoj neuropsihološkoj paradigmi, semantičko/pragmatično/sintaktički organizovan kroz hijerarhijske primarne, sekundarne i tercijarne zone moždane kore.⁹ Osim toga, ako su u hijerarhijskim sinergetskim mrežama sa *asimetričnim generalisanim vezama* pojedini nelokalni atraktorski oblici povezani sa svojim lokalizovanim *kardinalnim ćelijama* ili odgovarajućim *parametrima uređenja* u centrima za **govor** (Vernikeova oblast), tada je odgovarajući *asocijativni lanac toka misli* kodiran ili *simbolizovan*, i moguće ga je *verbalizovati* (Brokina oblast).

Emocije bi, prema neurofiziološkim istraživanjima, mogle biti povezane sa amplitudnom i frekventnom ERTAS modulacijom, što je u osnovi mehanizam *'emocionalnog bojenja'* selektovanih i pojačanih informacija do svesnog nivoa (više-frekventnih α , β ili γ moždanih talasa).

⁹ Prema Pribramu [11] poznati su osnovni moždani mehanizmi odgovorni za organizaciju prirodnog jezika: semantičko procesiranje (koje povezuje indikanta i simbol sa senzornim ulazom od kojeg se oni izvode) u sistemima koji obuhvataju posterorne asocijativne oblasti koje okružuju primarne senzorne oblasti; pragmatično procesiranje (koje povezuje znak i simbol sa njihovim korisnikom) u ERTAS-sistemima koji obuhvataju frontolimbicke kortikalne formacije; sintaktičko procesiranje (uređivanje indikanata i simbola) u motoričkim sistemima na koje se projektuju i posterorne i frontalne kortikalne formacije.

4.3 Literatura

1. D. Raković, *Osnovi biofizike*, 3. izd. (IASC & IEFPG, Beograd, 2008), Gl. 5.
2. D. Raković, A. Vasić, Classical-neural and quantum-holographic informatics: Psychosomatic-cognitive implications, in: B. Reljin, S. Stanković (eds.), *Proc. NEUREL-2008* (IEEE Serbia & Montenegro Section, Belgrade, 2008); D. Raković, A. Vasić, Klasično-neuronska i kvantno-holografska informatika: kognitivne implikacije, u: S. Jovičić, M. Sovilj (eds.), *Govor i jezik: interdisciplinarna istraživanja srpskog jezika, II* (IEFPG, Beograd, 2008); A. Vasić, *Integrativna biofizika, kvantna medicina i kvantno-holografska informatika: psihosomatsko-kognitivne implikacije* (ETF, Beograd, 2008), nepublikovano.
3. M. Peruš, Multi-level synergetic computation in brain, *Nonlinear Phenomena in Complex Systems*, 4 (2001) 157-193.
4. T. Kohonen, *Self-Organization and Associative Memory* (Springer, Berlin, 1984).
5. J. J. Hopfield, Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 79 (1982) 2554-2558; D. Amit, *Modeling Brain Functions: The World of Attractor Neural Nets* (Cambridge Univ. Press, Cambridge, MA, 1989).
6. H. Haken, *Synergetic Computers and Cognition, A top-Down Approach to Neural Nets* (Springer, Berlin, 1991).
7. M. Peruš, Neuro-quantum parallelism in mind-brain and computers, *Informatica*, 20 (1996) 173-183.
8. R. G. Palmer, J. Hertz, A. Krogh, *Introduction to the Theory of Neural Computation* (Addison-Wesley, Redwood City, 1991); P. Peretto, *An Introduction to the Modeling of Neural Networks* (Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1992).
9. Y. Yao, W. J. Freeman, Model of biological pattern recognition with spatially chaotic dynamics, *Neural Networks* 3 (1990) 153-170.
10. E. R. John, T. Yang, A. B. Brill, R. Young, K. Ono, Double-labeled metabolic maps of memory, *Science* 233 (1986) 1167-1175.
11. K. Pribram, *Languages of the Brain: Experimental Paradoxes and Principles in Neuropsychology* (Brandon, New York, 1971).

5. TELESNE HIJERARHIJSKE NEURONSKE MREŽE

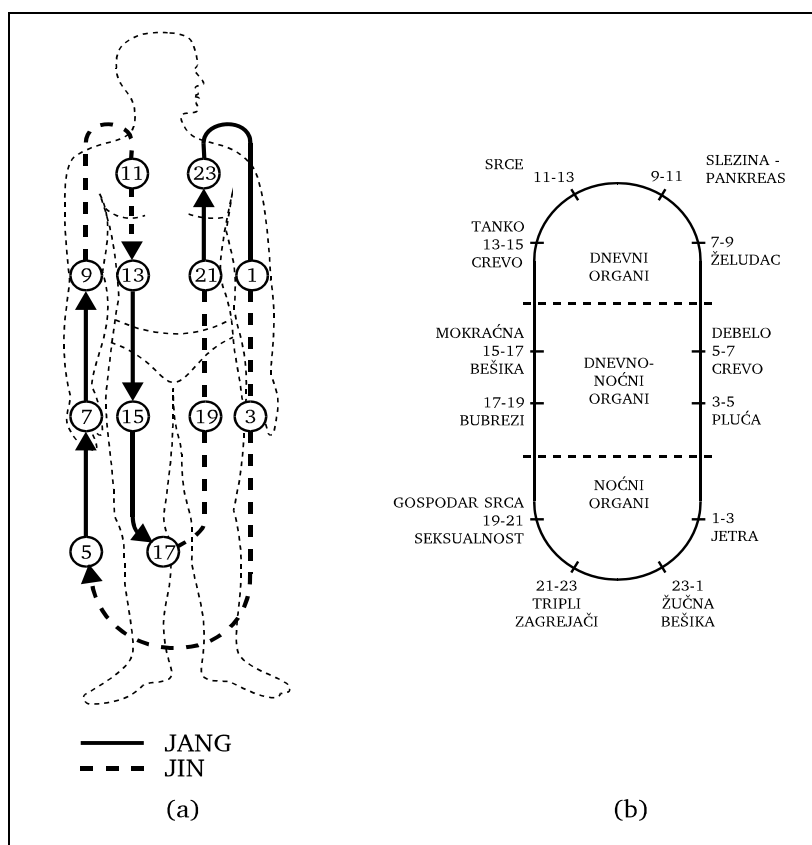
Kako je rečeno u uvodnoj Gl. 1, savremena istraživanja psihosomatskih bolesti ukazuju na neophodnost primene *holističkih metoda*, orijentisanih na *lečenje čoveka kao celine* a ne bolesti kao simptoma poremećaja te celine, implicirajući njihovo *makroskopsko kvantno poreklo*, vezano za telesni *akupunkturni sistem* i *svest* – sa iznenađujuće značajnim psihosomatsko-kognitivnim implikacijama (o čemu će biti detaljnije reči u narednom pododeljku).

Akupunktura, kao jedna od najvažnijih oblasti *Kineske tradicionalne medicine* [1-3], *prastara* je metoda, koja datira još iz kamenog doba (kineska predanja govore o imperatoru Šin-Nongu (3.200 g.p.n.e.) kao izumitelju kineske medicine), kada su korišćene igle od uglačanog kamena, sve do otkrića bakra, 2.600 g.p.n.e.

Reč *akupunktura* znači ubadanje (*akus* - igla), i odnosi se na ubadanje igala u tačno određena mesta na koži (*akupunkturne tačke*), čime se reguliše protok životne energije (*ći*) duž energetskih puteva (*meridijana*), koji spajaju odgovarajuće akupunkturne tačke. Po Kinezima, svi meridijani su međusobno povezani jednim naročitim redom, čineći tako *dva neprekidna i zatvorena puta*, po jedan sa obe strane tela, koji se sastoje od 12 *meridijana* – koji imaju korespondenciju sa 12 unutrašnjih organa: 6 *organa 'radionica'* (želudac, tanko crevo, debelo crevo, žučna bešika, mokraćna bešika, i tripli zagrejači koji odgovaraju zajedničkoj akciji respiratornog, digestivnog i genitourinarnog trakta), koji spolja unetu hranu transformišu u energiju i krv, i 6 *organa 'trezora'* (srce, pluća, slezina sa pankreasom, jetra, bubrezi, i srčani omotač ili 'gospodar srca' kombinovan sa seksualnim organima nazvanim 'seksualnost'), koji primaju energiju i krv od organa radionica i preuzimaju na sebe ulogu prečišćavanja i raspodele energije kroz organizam. Organi radionice nazivaju se i *jang*-organi, a organi trezori su *jin*-organi.

Vitalna energija (ći) kreće se podjednako i istovremeno kroz obe polovine tela. *Vreme prolaženja ći-a* kroz svaki meridijan je 2 časa, tako da za 24 časa energija prođe kroz svih 12 meridijana. *Svaki organ* ima svoj *čas ulaska* (kada započinje *maksimum aktivnosti* od 2 časa za taj organ) i *čas izlaska ći-a* (kada započinje *minimalna aktivnost* od 2 naredna časa): u vreme maksimalne energije ima najviše mogućnosti da

se akupunkturnim iglama stiša odgovarajući organ, a u vreme minimalne energije najveća je mogućnost da se pojača organ (to vreme od po dva časa može se nazvati plimom i osekom jednog organa). Na Sl. 5.1 prikazana je dnevna dinamika cirkulacije *ci*-a. Treba istaći da iako je na Sl. 5.1(a) prikazan tok energije kroz obe polovine tela, to predstavlja samo likovnu stilizaciju: međusobno su povezani meridijani jedne polovine tela, i cirkulatorno su dve polovine tela (skoro) *nezavisne*! Vidi se da se redaju uzastopno *jin-jin-jang-jang-jin*..., i to poparno povezani *jin-jang*, odnosno *jang-jin* organi.



SLIKA 5.1 Šema prikaza tradicionalne kineske predstave cirkulacije energije u telu čoveka: (a) tokom 24 časa i (b) časovi maksimalne aktivnosti organa.

Pored 12 parnih meridijana, koji su velika dvojnica cirkulacija energije, Kinezi su naznačili i 2 srednja meridijana, jedan prednji i jedan zadnji, nezavisna od velike cirkulacije. Ta dva srednja meridijana ne odgovaraju organima već organskim funkcijama, i njima se Kinezi služe u slučaju kada meridijani organa ne reaguju povoljno na nadražaje.

Postoje ukupno 794 glavne akupunkturne tačke na celom telu. Tačke se mogu *stimulisati* ubadanjem metalnih igala, UNF električnom strujom, MT zračenjem, magnetima, toplotom, pritiskom, slabim laserskim snopom, aerojonskom ili bioterapeutskom stimulacijom.

Indijska tradicionalna medicina, i posebno jedan od njenih najznačajnijih reprezenata, *Svara joga* [1,4], poznavala je takođe energetski sistem analogan kineskom akupunkturnom sistemu. Indusi su za *či* koristili termin *prana*, a za *meridijan* termin *nadi*. Poznavali su 14 važnih *nadi*-a, ali 3 od njih imaju životnu važnost: *ida*, *pingala* i *šušumna*. Ova tri *nadi*-a povezana su sa limbičkim sistemom mozga.

Aktivacija *ide* utiče na hipotalamus i hipofizu, i time na sintezu hormona rasta i *anaboličke procese*. Ovaj kanal polazi od *baze kičme*, teče *levo* od kičmenog stuba i završava u *korenu leve nozdrve*, granajući se u fine kapilare. Kanal je aktivan kada je otvorenija *leva nozdrva*, odnosno aktivnija kontralateralna, *desna moždana hemisfera*.

Aktivacija *pingale* utiče na talamus i hipotalamus, ali ne i hipofizu, aktivirajući *kataboličke procese*. I ovaj kanal polazi od *baze kičme*, ali teče *desno* od kičmenog stuba i završava u *korenu desne nozdrve*. Kanal je aktivan kada je otvorenija *desna nozdrva*, odnosno aktivnija *leva moždana hemisfera*.

Kanal *šušumna* povezan je sa nervnim snopom *corpus callosum* (koji povezuje dve moždane hemisfere) i malim mozgom. I ovaj kanal polazi od baze kičme i smešten je *između* *ide* i *pingale*: njegova energija teče kroz kičmeni stub, a završava se na vrhu lobanje na mestu fontanele ('meka kost' na lobanji deteta, koja očvršćava 3-6 meseci posle rođenja). Šušumna je aktivna *vrlo kratko*, u trenucima smene dominacije aktivnosti *ide* i *pingale*. Šušumna je jedini kanal koji prolazi kroz sve *čakre*,¹⁰

¹⁰ Prema Hinduizmu, ima ih sedam, i pripisuje im se mistično značenje. Sukcesivnom aktivacijom ovih 'centara svesti' (u kojima *prana/joni* u normalnom stanju cirkulišu u smeru kazaljke na satu, čiji se ritam usporava u slučaju psihosomatskih bolesti sa mogućnošću i reverzije smera rotacije u slučaju

odnosno glavne akupunkturne tačke duž kičme, koje su *funkcionalno* povezane sa obližnjim žlezdama sa unutrašnjim lučenjem.

Kroz svoju povezanost sa *endokrinim žlezdama* (sa unutrašnjim lučenjem hormona), ova tri *nadi*-a utiču na *biohemiju* čitavog organizma. Takođe, ovi kanali su povezani sa simpatičkim i parasimpatičkim *autonomnim nervnim sistemom*, što ukazuje da je i *mehanizam akupunkturnog delovanja*, iniciran delovanjem na akupunkturne tačke na površini kože, posredstvom aktivacije/deaktivacije autonomnog nervnog sistema, kičmene moždine i mozga.

Svara joga poznaje do detalja značaj *ultradijalnih ritmova* (moždanih i nazalnih),¹¹ i mogućnost njihove *kontrole* u procesu

najtežih obolenja [1,5]), počev od baze kičme pa do temena, prema indijskoj ezoterijskoj tradiciji dolazi do sve većeg 'proširenja svesnosti', sticanja mističnih moći ('sidi'; ima ih osam), uz konačno dostizanje stanja 'nirvane' (mistično jedinstvo sa Apsolutom), čime se dostiže spiritualni cilj i završava ciklus reinkarnacija [5,6]. U tom kontekstu treba pomenuti i višemilenijumsku kontroverzu o post mortem evoluciji duše, koja se verovatno odnosi na interpretativni epistemološki nivo racionalizovanja transpersonalnog prenosa mentalno-adresiranih opterećenja unutar postojeće generacije i dalje na naredne posredstvom mreže kolektivne svesti, sa mogućim impresijama da se naročito jaki konflikti prenose kao 'ego-stanja' koja ostavljaju snažan utisak prethodno proživljenih života [1,7]?

¹¹ Prema Svara jogi, nazalni ritam ima ultradijalnu periodičnost ~ 2 sata (tj. po ~ 1 sat alternativna dominacija leve i desne faze: ida-pingala-...). Mada ovaj ritam nije prividno u fazi sa ~ 24-satnim akupunkturnim ritmom sukcesivne dominacije 12 parnih meridijana (tj. ~ 2-satnom sukcesivnom dominacijom svakog organ-povezanog meridijana sa odgovarajućim jin ili jang funkcijama u pomenutom redosledu: jin-jin-jang-jang-..., v. Sl. 5.1a), čini se da svaka ~ 2-satna organ-povezana akupunkturna faza (bilo jin bilo jang) zahteva kompletnu ~ 2-satnu nazalnu fazu (ida-pingala) da bi se balansirale aktivnosti odgovarajućeg organ-povezanog para simetričnog levog i desnog meridijana, da bi se omogućile i regenerativne (anaboličke, ida-slične levo-meridijanske) i degradativne (kataboličke, pingala-slične desno-meridijanske) funkcije organa [1,10], doprinoseći konačno bilo jin bilo jang sveukupnom odgovarajućem efektu organa sa gledišta kineske tradicionalne medicine. Ovo pokazuje da su metabolički značajni i negativni i pozitivni aerojoni (što potvrđuju eksperimenti sa opitnim životinjama koje umiru posle par nedelja u atmosferi bez jona!), ali da je mali višak (odnos 5:4) u korist negativnih relaksirajuće blagotvoran za telo!

ozdravljenja ili održanja energetskog i emocionalnog balansa organizma [1,4]¹²

I kineska i indijska tradicionalna medicina su, pored praktičnih zdravstvenih aspekata, duboko obojene i *mističnim konotacijama*. To je bio jedan od razloga zašto je zapadna nauka teško usvajala tekovine istočne naučne tradicije. Drugi je što je nedostajala jasna *anatomska baza* kineskog (i indijskog) akupunktornog energetskog sistema.

Ipak, poslednjih godina su istraživanja 'gap junction' (GJ) bespragovnih *električnih sinapsi* pokazala za red veličine povećanu njihovu koncentraciju na mestima akupunktornih tačaka [1,8], što je u skladu sa znatno *manjom električnom otpornošću* (~ 50 k Ω) akupunktornih tačaka u odnosu na okolno tkivo (~ 1 M Ω) [1-3]. Biofizički model akupunktornog sistema i svesti [1,9] ukazuje na *jonsku prirodu akupunktornog sistema*,¹³ uz mogućnost njegove *delimične dislokacije*

¹² Moždani ultradijalni ritam upravlja kontralateralno nazalnim ritmom (aktivnija leva moždana hemisfera dovodi do aktivnije (otvorenije) desne nozdrve, i obrnuto za suprotnu hemisferu). Međutim, prema svara jogi [1,4] postoji i mogućnost povratnog uticaja nazalnog ritma na moždani, aktivacijom neaktivnije nozdrve specijalnom procedurom disanja: pritiskom prsta zatvori se aktivnija nozdrva, i intenzivno i kratko udahne 10-15 puta na neaktivniju nozdrvu. Time se kroz jonske receptore u korenu nozdrve aktivira do tada neaktivniji kanal (ida ili pingala), i akupunktornim mehanizmima utiče na limbičke moždane centre da promene fazu moždanog ultradijalnog ritma. Efekat se postiže već posle nekoliko minuta, što se lako uočava na izmenjenoj aktivnosti nozdrva. Procedura je vrlo jednostavna, i može se efikasno koristiti za presecanje razvoja prehlade u početnoj fazi (čime se preseca ultradijalni ritam razvoja bolesti), za promenu stresnih raspoloženja i sl.

¹³ Biofizička jonska interpretacija akupunktornog sistema može objasniti i kineske terapeutske koncepcije jin-jang/pojačavanja-stišavanja preko vrste igala (Ag-Au) ili njihove rotacije (u smeru-kontrasmeru kazaljke na satu), zavisno od vrste poremećaja i strane tretiranog meridijana [1,10]: jin sindrom (višak negativnih jona u nekom od levo-meridijanskih parnjaka) pojačava se unošenjem u njega pozitivnih jona iz vazduha ili odvođenjem iz njega negativnih jona (kroz Ag-igle kao anode) tj. rotacijom igala u smeru suprotnom kazaljki na satu na levo-meridijanskom parnjaku (tako zatvarajući njegove GJ-kanale za protok negativnih jona) ili rotacijom igala u smeru kazaljke na satu na odgovarajućem desno-meridijanskom parnjaku (tako otvarajući njegove GJ-kanale za protok pozitivnih jona); i jang sindrom (višak pozitivnih jona u nekom

izvan granica kože u *izmenjenim stanjima svesti*, što potvrđuju kako višemilenijumska istočna i zapadna *ezoterijska tradicija*, tako i savremena istraživanja [1,5-7,11,12]. S tim u vezi, *či (prana, pneuma, vitalna energija, bioenergija)* imala bi svoju teorijsku interpretaciju u *jonima*, od kojih "+" *joni* imaju degradativni *katabolički (jang)* uticaj i teku dominantno kroz *desni* deo cirkulatornog akupunktornog sistema, dok "-" *joni* imaju inhibirajući *anabolički (jin)* uticaj i teku dominantno kroz *levi* deo cirkulatornog akupunktornog sistema (v. Sl. 5.1a).¹⁴ Mehanizmi akupunktorne stimulacije održavaju aktivnost "+" i "-" jona u ravnoteži, što odgovara normalnom zdravstvenom stanju.

od desno-meridijanskih parnjaka) stižava se unošenjem u njega negativnih jona iz vazduha ili odvođenjem iz njega pozitivnih jona (kroz Au-igle kao katode) tj. rotacijom igala u smeru suprotnom kazaljke na satu na desno-meridijanskom parnjaku (tako zatvarajući njegove GJ-kanale za protok pozitivnih jona) ili rotacijom igala u smeru kazaljke na satu na odgovarajućem levo-meridijanskom parnjaku (tako otvarajući njegove GJ-kanale za protok negativnih jona). S druge strane, neka druga kineska terapijska pravila mogu se shvatiti uzimanjem u obzir i funkcionalne fiziološke interakcije akupunktornog sistema sa nervnim i humoralnim sistemom.

¹⁴ Pošto se joni normalno nalaze u vazduhu, prema Svara jogi [1,4] veoma je bitan pravilan način disanja, kako bi se kroz glavne jonske kanale (*idu* i *pingalu*, sa ulazima u korenu nozdrva) inhalirala što veća količina jona, što se preporučuje na svežem i nezagađenom vazduhu. Pri tome se praktikuje isključivo disanje na nos, sa pauzom za zadržavanje daha između udisaja i izdisaja (da bi što veća količina jona bila inhalirana u jonske kanale, i potom preraspodeljena u akupunktornom jonskom sistemu). Za održanje dobrog zdravstvenog stanja, preporučuje se polučasovno ritmičko disanje u jutarnjim i večernjim opuštenim šetnjama, sa ritmičnošću 6:6:12 (tokom 6 koraka dubok udisaj, narednih 6 koraka zadržavanje daha, i narednih 12 koraka usporen i potpun izdisaj), 5:5:10 ili 4:4:8, zavisno od individualnog kapaciteta pluća. Ove vežbe disanja treba sprovesti na čistom vazduhu (najbolje pored reka), gde postoji višak "-" jona, koji blagotvorno deluju na opuštanje organizma i time na zdravstveno stanje uopšte!

5.1 Kvantne i klasične telesne hijerarhijske neuronske mreže

Kako je rečeno u Gl. 4, danas preovlađujuća naučna paradigma je da se procesiranje informacija na nivou centralnog nervnog sistema odigrava posredstvom *hijerarhijski organizovanih i povezanih neuronskih mreža*.

Međutim, izgleda da se ova hijerarhija bioloških neuronskih mreža spušta sve do subćelijskog *citoskeletalnog* nivoa, za kojeg neki istraživači veruju da predstavlja *interfejs* između *neuralnog* i *kvantnog* nivoa [13-15]. Istovremeno, za *kvantni nivo* se nedavno ispostavilo da je u Fejnmanovoj propagatorskoj verziji Šredingerove jednačine opisan matematičkim formalizmom analognim *Hopfildovoj kvantno-holografskoj asocijativnoj neuronskoj mreži* [16].

Pomenuta analogija otvara i dodatno fundamentalno pitanje kako sa *kvantnog* paralelno procesirajućeg nivoa nastaje *klasični* paralelno procesirajući nivo, što je inače i generalni problem veze kvantnog i klasičnog nivoa u tzv. *kvantnoj teoriji dekoherencije* (v. Dod. 6.7). Isto pitanje je blisko povezano i sa fundamentalnom prirodom *svesti*, čija indeterministička svojstva *slobodne volje* [1,9,17,18] i druge holističke manifestacije poput *prelaznih stanja svesti* [1,8], *izmenjenih stanja svesti* [19] i *prožimanja tela svešću* [20] – nužno ukazuju na njene *kvantne osnove* – sa značajnim *psihosomatsko-kognitivnim implikacijama*, o čemu će biti reči u nastavku poglavlja.

S druge strane, kako pokazuju kvantno-koherentne karakteristike rusko-ukrajinske škole *mikrotalasne rezonantne terapije* (MRT) [21] (visoko rezonantni mikrotalasni senzorni odgovor obolelog organizma, biološki efikasno netermalno mikrotalasno zračenje ekstremno niskog intenziteta i energije, i zanemarljivi mikrotalasni energetski gubici duž akupunkturnih meridijana; o MRT v. uvodnu Gl. 1) – *akupunkturni sistem* je jedini *makroskopski kvantni sistem* u našem telu (dok mozak izgleda ipak to nije [22]), pa se zato *svest* vezuje za njegovo mikrotalasno (MT) ultraniskofrekventno (UNF) modulirano elektromagnetno (EM) polje u okviru *biofizičkog kvantno-holografskog/kvantno-relativističkog modela svesti* [1,9,23,24]).

A pošto nedavna Perušova teorijska istraživanja pokazuju da svaki *kvantni sistem* ima formalnu matematičku strukturu *kvantno-holografске Hopfildove asocijativne neuronske mreže* [16] (v. Gl. 2)

– to se *memorijski atraktori akupunkturne mreže* mogu tretirati kao *psihosomatski poremećaji* koji predstavljaju elektromagnetni (EM) mikrotalasni (*kvantno*)*holistički zapis* (koji se otuda samo holistički može i izbrisati, na šta ukazuje izuzetno visoka efikasnost MRT terapije, koja uklanja i samu informaciju o psihosomatskim poremećajima, v. Sl. 3.3 u Gl. 3) – što može predstavljati biofizičku osnovu (*akupunkturno privremeno reprogramabilne!*) (*kvantno*)*holističke lokalne psihosomatike* [1,9,10,23-25].

Naime, prema *Tibetanskoj tradicionalnoj medicini* akupunkturna procedura mora se *ponavljati* svakih nekoliko meseci [26] – verovatno kao posledica *obnovljenih* pacijentovih mentalnih opterećenja iz njegovog *mentalnog transpersonalnog okruženja* blisko povezanih rođaka/neprijatelja/pokojnika, koji su ostali *ne-reprogramirani* na nivou kvantno-holografske kolektivne svesti, što podržava i tibetanska *puls dijagnostika* bazirana na 20 pulseva,¹⁵ koja omogućava preciznu dijagnozu psihosomatskih poremećaja ne samo pacijenata *već* i njihovih članova porodice i neprijatelja.

Dodatnu potvrdu da je akupunkturni sistem zaista povezan sa svešću i psihosomatikom, predstavljaju nove *meridijanske (psihoenergetske) terapije* (sa vrlo brzim uklanjanjem trauma, upornih fobija, alergija i drugih psihosomatskih poremećaja [25,27]; o meridijanskim terapijama v. uvodnu Gl. 1) – kod kojih se simultani efekti *vizualizacije i tapkanja/dodirivanja akupunkturnih tačaka* mogu teorijski interpretirati kao '*rasplinjavanje*' i *asocijativna integracija memorijskih atraktora* psihosomatskih poremećaja, kroz sukcesivno postavljanje novih graničnih uslova u prostoru energija-stanje akupunkturnog sistema pri vizualizacijama psihosomatskih problema [1,23-25], v. Sl. 5.2.

U tom kontekstu, *pridruživanje individualne svesti manifestno-makroskopski-kvantnom akupunkturnom sistemu*, uz primenu teorijskih metoda *asocijativnih neuronskih mreža* i *kvantne neuronske holografije* i *kvantne teorije dekoherencije*, ukazuje na *dva kognitivna modusa svesti*, prema jačini sprege svest-telo-okruženje [1,7,9,23-25,28]: (1) *slabo-spregnuti*

¹⁵ Tibetanska puls dijagnostika prepoznaje oko 430 osnovnih psihosomatskih bolesti i više hiljada izvedenih [26] (dok zapadnjačka simptomatska medicina trenutno poznaje oko 80 psihosomatskih bolesti [3]).

kvantno-koherentni direktni (u vantelesnim¹⁶ religijsko/kreativnim prelaznim i izmenjenim stanjima svesti, tipa molitve, meditacije, kreativnih sanjarenja, lucidnih snova...), (2) *jako-spregnuti klasično-redukovani indirektni* (u telesnim perceptivno/racionalno posredovanim normalnim stanjima svesti, tipa čulne percepcije, logičkog i naučnog zaključivanja...) – *uz uslove uzajamne transformacije* – sa značajnim *religijskim i epistemološkim implikacijama* vezanim za ponovno uspostavljenu jaku spregu kvantno-holografskih sadržaja svesti sa telesnim okruženjem, klasično-redukujući direktno dobijeni kvantno-koherentni informacioni sadržaj. To objašnjava *principijelno neadekvatnu informacionu racionalizaciju* svakog direktnog kvantno-holografskog *spiritualno/religijskog mističnog iskustva* (kao generalni problem kvantne teorije merenja, o redukciji implicitnog poretka kvantno-koherentnih (kvantno-holografskih) superpozicija u eksplicitni poredak mernih projektivnih kvantnih ili mešanih klasičnih stanja [1,7,24]!).

Tako izgleda nauka zatvara krug, *ponovo otkrivajući dva različita modusa spoznaje* i istovremeno postavljajući i *sopstvena epistemološka ograničenja* – kako je to sačuvano milenijumima u *šamanističkim tribalnim tradicijama* [29], ili kako je pre više od dva milenijuma jezgrovito opisao Patandali u *Joga sutrama*, ističući da je mistično iskustvo (samadi) 'ispunjeno istinom' i da je ono 'iznad zaključivanja i svetih spisa' [5,30], da bi početkom prošlog veka Berđajev u *Filosofiji slobode* tu razliku vere i znanja formulisao kao razliku dva načina saznanja, molitvom-posredovanog 'projavljivanja stvari nevidljivih' i racionalno-posredovanog 'projavljivanja stvari vidljivih' [31]!

Na toj liniji, definisanjem otvorenog kvantnog sistema S_k tako da uključi k -ti akupunkturni sistem/individualnu svest i njegovo komplementarno okruženje E_k , primenom *kvantne teorije dekoherencije* kvantno-koherentno stanje akupunkturnog sistema/individualne svesti S_k ,
$$|\phi^{(k)}(t)\rangle_{S_{ke}} = \sum_i c_{k_i}(t) |\phi^{(k_i)}\rangle_{S_{ke}}$$
, može se opisati superpozicijom svih

¹⁶ Fundamentalno-teorijski razlozi za ovu vantelesnu dislokaciju svesti leže u neophodnosti da svest mora imati makar u (kvantno-koherentnim) izmenjenim/prelaznim stanjima dovoljno izolovane relevantne makroskopske kvantne stepene slobode [1,9,23] – kako bi imala indeterminističke karakteristike slobodne volje – što inače nije moguće u jakom telesnom okruženju koje uzrokuje brzu kvantnu dekoherenciju svesti u (klasično-redukovano) normalno stanje [22].

njegovih mogućih stanja ($\phi^{(k_i)}$), koja posle kvantnog kolapsiranja u klasično-redukovano stanje dovodi do stohastičkog stanja opisanog operatorom gustine $\widehat{\rho}_{S_{ke}}^{(k)}(t) = \sum_i |c_{k_i}(t)|^2 |\phi^{(k_i)}\rangle_{S_{ke}S_{ke}} \langle\phi^{(k_i)}|$, sa verovatnoćama $|c_{k_i}|^2$ realizacije jednog od klasično-redukovanih stanja $|\phi^{(k_i)}\rangle_{S_{ke}}$ – u procesu sličnom kvantnom merenju nad inicijalnim kvantno-koherentnim stanjem $|\phi^{(k)}\rangle_{S_{ke}}$. Vremenska evolucija $|\phi^{(k)}(t)\rangle_{S_{ke}}$ (neperturbovanog okruženjem) *kvantno-koherentnog stanja* akupunktornog sistema/individualne svesti može se u Fejnmanovoj reprezentaciji opisati kvantno-holografskom Hopfildovom neuronskom mrežom preko dinamičke jednačine za *kvantno-holografsku memoriju/propagator*

$$G(r_2, t_2; r_1, t_1) = \sum_{i=1}^P \phi^{k_i}(r_2, t_2) \phi^{k_i*}(r_1, t_1) \\ = \sum_{i=1}^P A_{k_i}(r_2, t_2) A_{k_i}^*(r_1, t_1) e^{\frac{i}{\hbar}(\alpha_{k_i}(r_2, t_2) - \alpha_{k_i}(r_1, t_1))},$$

dok se vremenska evolucija (perturbovanog okruženjem) *klasično-redukovanog stohastičkog stanja* $\widehat{\rho}_{S_{ke}}^{(k)}(t)$ akupunktornog sistema/individualne svesti S_k može opisati klasičnom Hopfildovom neuronskom mrežom *predstavljenim promenama oblika više-elektronske odnosno višefononske hiperpovrši* u prostoru energija-stanje $E_{S_k}(\phi^{(k)})$ otvorenog akupunktornog sistema/individualne svesti S_k (v. Sl. 3.3 u Gl. 3 i Dod. 6.7).

Treba istaći, u kontekstu *potrebnih uslova za ostvarenje dekoherencije* [32], da je definisanje otvorenog kvantnog sistema i njegovog okruženja – *simultani proces* – tako da je u kontekstu univerzalnog važenja kvantne mehanike *svest relativan koncept*, nelokalno određen i udaljenim delovima postojećeg opserviranog svemira (i obrnuto!) [33], istovremeno stvarajući uslove i za proces dekoherencije u kontekstu *postojanja relativne granice*:

$$|\Phi\rangle_S |\Psi\rangle_E \equiv |(parcijalna) individualna/kolektivna svest\rangle_S \\ |(komplementarno) okruženje\rangle_E.$$

Ovo bi bilo u punom skladu sa idejom o *kolektivnoj svesti* kao mogućem *ontološkom svojstvu samog fizičkog polja* [1,7,9,23-25,28], sa različitim mikrokvantnim i makrokvantnim (i nebiološkim i biološkim, i realnim i virtuelnim) eksitacijama. Tada, pošto *kosmička kolektivna svest* ($|\Phi\rangle_S \sim \prod_k |\phi^k\rangle_{S_k} = \sum_i c_i |\Phi_i\rangle_S$), koincidentna sa 'poljem' samog Kosmosa, ima *komplementarno 'čestično' kosmičko okruženje* ($|\Psi\rangle_E = \sum_i c_i |\Psi_i\rangle_E$), to njihova jaka-interakciona-sprega dovodi do *dekoherencije 'polja' kosmičke kolektivne svesti* u stacionarno *klasično-redukovano (opservirajuće) stohastičko stanje*, $\hat{\rho}_S = \sum_i |c_i|^2 |\Phi_i\rangle_{SS} \langle \Phi_i|$ (i recipročno, dekoherencija kosmičkom-svešču-opservabilnog klasično-redukovanog stohastičkog stanja komplementarnog 'čestičnog' kosmičkog okruženja $\hat{\rho}_E = \sum_i |c_i|^2 |\Psi_i\rangle_{EE} \langle \Psi_i|$), sa verovatnoćama ($|c_i|^2$) realizacije odgovarajućih klasično-dekoherentnih stanja kosmičke kolektivne svesti. Međutim, *kosmičko kompozitno kvantno stanje* ($|\Phi\rangle_S |\Psi\rangle_E$) *evoluira bez kolapsa (usled odsustva komplementarnog van-kosmičkog okruženja!)*, što ukazuje na mogućnost da je zaista *Kosmos kao celina kvantni hologram* podvrgnut determinističkoj Šredingerovoj evoluciji [1,7,24,25,28]!

Istovremeno, *analogija matematičkih formalizama Hopfildove asocijativne neuronske mreže i Fejnmanove propagatorske verzije Šredingerove jednačine* [16] dodatno ukazuje na *kolektivnu svest* kao moguće *ontološko svojstvo samog fizičkog polja* sa različitim mikrokvantnim i makrokvantnim eksitacijama [1,7,9,23], što je i široko rasprostranjena teza *istočnjačkih ezoterijsko/religijskih tradicija* [6] – pa onda *memorijski atraktori kvantno-holografske prostorno-vremenske mreže kolektivne svesti* mogu biti tretirani kao *psihosomatski kolektivni poremećaji* koji predstavljaju *generalizovane (kvantno)holističke povezane-sa-poljem zapise* (uključujući *isihastičkom-molitvom konačno-reprogramabilna interpersonalna opterećenja* [11]) – što može predstavljati *biofizičku osnovu (kvantno)holističke globalne psihosomatike* [1,7,9,23], sa *religijsko/društvenim implikacijama* o neophodnosti *transpersonalnog spiritualnog kvantno-holografskog brisanja*

svih nepoželjnih kolektivnih memorijskih atraktora (koji će ne-reprogramirani molitvom vremenom dovesti do psihosomatskih bolesti ili međuljudskih sukoba u ovoj i/ili narednim generacijama kojima se transpersonalno prenose).

Slično bi se moglo odnositi i na *niži hijerarhijski kvantno-holografski makroskopski otvoreni kvantni ćelijski enzimsko-genomski nivo*, koji bi mogao funkcionisati na nivou neprekidnog *kvantno-konformacionog kvantno-holografski sličnog* molekularnog prepoznavanja (kroz izmene operatora makromolekularne elektronsko-konformacione gustine stanja $\hat{\rho}_e(t)$, v. Gl. 3) – pa bi tako *kvantna neuronska holografija* kombinovana sa *kvantnom dekoherencijom* mogla biti veoma značajan element povratno-spregnute *bioinformatike*, od nivoa ćelije do nivoa organizma i dalje do nivoa kolektivne svesti, v. Sl. 3.3 u Gl. 3 [1,24,25].

Ovo ustvari ukazuje na mogućnost da je kompletna *psihosomatika kvantni hologram* [1,23-25,28], i da se to odnosi i na *kolektivnu* i na *individualnu svest*, što asocira na hinduistički odnos *Braman/Atman* (*'Atman je Braman'* [5,30]), kao celine i dela u kome je sadržana informacija o celini. Pomenuta kvantno-holografška slika tada implicira i da kvantno-holografski hijerarhijski delovi nose informaciju o celini, objašnjavajući suptilnu *kvantno-informacionu fraktalnu spregu* između različitih hijerarhijskih nivoa:

(1) *Kvantno-holografška sprega sa evoluirajućim stanjem kolektivne svesti*: (i) *lokalno*, posredstvom (ne)intencionalno mentalno-adresiranih stanja akupunktornog sistema/svesti, sa značajnim psihosomatskim implikacijama (kroz sukcesivnu akupunktorno-baziranu¹⁷ kvantno-informacionu kontrolu ontogeneze i morfogeneze, počev od prve deobe oplodene jajne ćelije kojom započinje i diferenciranje akupunktornog sistema (električno-sinaptičkih) GJ-spojeva [1,8,24,25], takođe podržanu eksperimentalno demonstriranim *kvantno-holografško-jezičkim-uticajem na ekspresiju genoma* [35]), kao i sa transpersonalno-adresiranim klasično-

¹⁷ O lokalnoj kvantno-holografškoj sprezi na nivou telesnog akupunktornog sistema i njegovih mnogobrojnih projekcionih zona izrazito svedoči i savremena Su Đok terapija [34]. O transpersonalno-adresiranoj klasično-redukovanoj kvantno-holografškoj sprezi blisko povezanih rođaka/neprijatelja/pokojnika svedoči akupunktorno-bazirana Tibetanska tradicionalna medicina [26].

redukovanim kvantno-holografskim kognitivno-kreativnim implikacijama (Tesla i Mocart kao primeri *čudesne duboke kreativnosti* [28,36]), i (ii) *globalno*, posredstvom dolazećih individualnih i kolektivnih događaja¹⁸ (čiji memorijski atraktori mogu biti *reprogramirani milosrdnom molitvom za druge* tako uklanjajući interpersonalna opterećenja kvantno-holografške Hopfildove neuronske mreže kolektivne svesti – posredstvom molitvom-indukovanih hipotetičnih makroskopskih vakuumskih ne-opterećenih spiritualnih eksitacija, kao indeterminističke intervencije u inače determinističkoj kvantno-holografskoj evoluciji kolektivne svesti (i komplementarnog 'čestičnog' okruženja dolazećih individualnih i kolektivnih događaja), koja tako ne-Šredingerovski postavlja neophodne suštinski nove granične uslove [1,24,25]!). To ostavlja prostor za *slobodnu volju i uticaj na buduće preferencije*, i nameće nezamenljivu ličnu ulogu i brigu za kolektivno mentalno okruženje;

(2) *Meridijanske (psiho)terapije*, sa vrlo brzim uklanjanjem trauma, upornih fobija, alergija i drugih psihosomatskih poremećaja [25,27], kroz simultane efekte *vizualizacije psihosomatskih problema i tapkanja/dodirivanja akupunkturnih tačaka*, koji se mogu teorijski interpretirati kao *rasplinjavanje i asocijativna integracija memorijskih atraktora psihosomatskih poremećaja*¹⁹ kroz sukcesivno postavljanje novih graničnih

¹⁸ O najfascinantnijoj manifestaciji globalne kvantno-holografške sprege na nivou preferencija kolektivne i individualne istorije, svedoči tzv. 'Biblijski kod' otkrivajući ekvidistantnim preskokom slova niz karakterističnih ključnih reči za sve istorijske ličnosti [37] u Mojsiju predatom Petoknjižju Starog Zaveta na g. Sinaju pre 3000 godina – što se može interpretirati kao posledica kvantno-holografške prirode kosmičke kolektivne svesti (Boga!?) i njene svake izvorne manifestacije (uključujući Petoknjižje Starog Zaveta, kao i svake individualne svesti). O fraktalno-informacionoj sprezi različitih hijerarhijskih nivoa u Prirodi svedoči još nekoliko savremenih istraživanja [38].

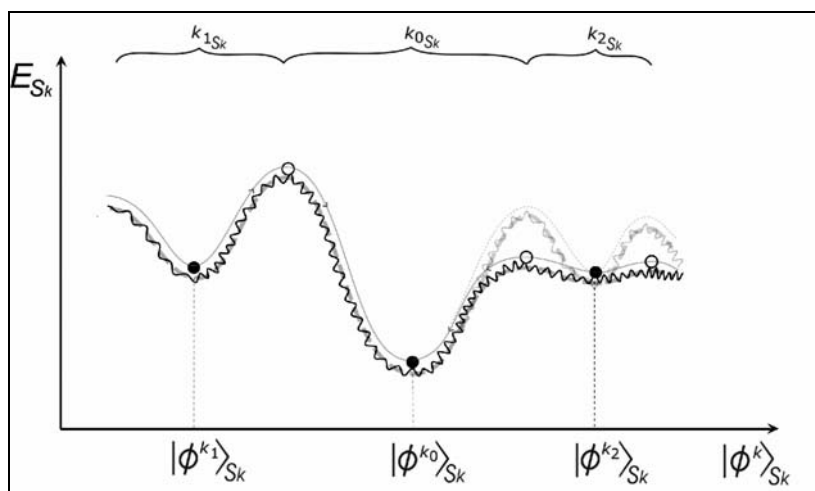
¹⁹ Treba istaći i da otkriće i neutralizacija/integracija klijentovih (jin-jang) 'praiskonskih polariteta' tokom Dubinskog PEATa (v. uvodnu Gl. 1), verovatno ukazuje i na najfundamentalnije korene čovekove prinudne i nesvesne životne igre, odnosno na duboke korene misaonih procesa na samoj granici (kvantno-koherentni) implicitni poredak – (klasično-redukovani) eksplicitni poredak kvantno-holografške individualne/kolektivne svesti [25]. U trenutku neutralizacije/integracije i osveščivanja 'praiskonskih polariteta', s jedne strane oni postaju kvantno-spleteni u kvantno-hoherentnom stanju implicitnog poretka, a s druge strane oni

uslova u prostoru energija-stanje akupunktornog sistema/svesti (v. Sl. 5.2), koje može dodatno pratiti i pražnjenje memorijskih atraktora psihosomatskih poremećaja – tako demonstrirajući neposrednu povezanost svesti i akupunktornog sistema! Imajući u vidu i mogućnost i efikasnost transpersonalnih cirkularnih meridijanskih (psiho)terapijskih procesa, tj. sa svih relevantnih mentalno-adresiranih tačaka gledišta drugih osoba koje učestvuju u tretiranoj traumi, to implicira da su ove interakcije traumom-povezanih osoba kvantno-gravitacione prirode, posredstvom minijaturnih 'wormhole' prostorno-vremenskih tunela u visoko-neineracionalnim prelaznim stanjima svesti²⁰ traumom-povezanih osoba [24,25] (ili 'srebrnih vrpca')

postaju psihološki integrisani u klasično-redukovanom stanju eksplicitnog poretka svesti klijenta – i Biće vraća svoju spiritualnu i psihološku slobodu od prethodne nesvesne i prinudne životne igre. U tom kontekstu vredi pomenuti i spoznaju Tibetanskog Budizma, da postoji više od 84.000 mogućih psihičkih 'entiteta' ili 'misli' (nastalih odvajanjem od Jednosti na samoj granici (klasično-redukovane) eksplikacije kvantno-holografske individualne/kolektivne svesti) i da njihovi klonirani asocijativni konstrukti (tj. memorijski atraktori) preplavljaju našu svest, kao nosioci neke vrste 'meta-jezika' izmenjenih stanja svesti [25].

²⁰ Ovo bi moglo biti dublje povezano sa tzv. 'objektivnom redukcijom (kolapsom) talasnog paketa' koji može imati kvantno-gravitaciono poreklo u prostorno-vremenskim minijaturnim 'wormhole' tunelima visoko-neineracionalnih mikročestičnih interakcija [1,9] u situacijama sličnim kvantnom merenju (potpuno ekvivalentnim, prema Ajnštajnovom principu ekvivalencije, snažnim gravitacionim poljima – u kojima se otvaraju 'wormhole' tuneli [39]). Na pitanje kako je moguće da takvi visoko-neineracionalni mikročestični procesi sa neizbežnim otvaranjem minijaturnih 'wormhole' tunela nisu bili uzeti u obzir unutar kvantne mehanike koja je uprkos tome ekstremno tačna teorija(?) – može se dati odgovor da jesu(!) ali implicitno u okviru fon Nojmanovog 'projekcionog postulata' [17] (v. Dod. 6.6), kako bi se dobio kvantnomehanički 'kolaps talasnog paketa' u situacijama sličnim kvantnom merenju (implicirajući da je fon Nojmanov ad hoc 'projekcioni postulat' baziran na kvantno-gravitacionim fenomenima, koji su na dubljem nivou od nerelativističkih kvantno-mehaničkih). U tom kontekstu, očekuje se da tek na nivou kvantne gravitacije bude potpuno osvetljena i priroda 'crnih rupa', 'wormhole' tunela i 'kosmološkog singulariteta', kada na skalama Plank-Vilerove dužine $\sim 1,62 \cdot 10^{-35}$ m i vremena $\sim 0,54 \cdot 10^{-43}$ s prestaje da važi koncept prostor-vremena i preostaje samo Vilerova 'kvantna pena', od koje su i načinjeni prostorno-vremenski singulariteti ali i svaki sićušni delić prostor-vremena oko nas.

od vitalne energije astralno/mentalnog tela, ekstrasenzorno opservabilnih u izmenjenim stanjima svesti između srčanih, stomačnih ili grlenih čakri povezanih osoba; u afričko-haićanskoj vudu magiji se vizualizacijom namerno stvara 'srebrna vrpca' između operatora i žrtve, dok se u havajskoj hooponopono tradiciji vizualizacijom preseca 'srebrna vrpca' i tako uklanja traumatska emocionalna veza – koja inače prirodno postoji između majke i deteta, a spontano nastaje i intenzivnom razmenom vitalne energije između rođaka, bliskih saradnika, sadašnjih i bivših ljubavnika, prijatelja i neprijatelja, pri čemu može opstati i *post mortem* između žive i umrle osobe [25]).



SLIKA 5.2 Šematska prezentacija 'rasplinjavanja' i asocijativne integracije memorijskog atraktora psihosomatskog poremećaja ϕ^{k_2} u normalno ego-stanje ϕ^{k_0} , kroz simultane efekte vizualizacije psihosomatskih problema i tapkanja/dodirivanja nekih akupunkturalnih tačaka, u meridijanskim (psiho) terapijama – koje se mogu interpretirati kao sukcesivno nametanje novih graničnih uslova u prostoru energija-stanje akupunkturalnog sistema/svesti $E_{S_k}(\phi^{k_1})$ – kada memorijski atraktor početnog psihosomatskog poremećaja ϕ^{k_2} (isprekidana linija) postaje plići i širi (puna linija), sa većim prekrivanjem i pratećom asocijativnom integracijom u memorijski atraktor normalnog ego-stanja ϕ^{k_0} .

Dakle, naša teorijska istraživanja nagoveštavaju *realnu prirodu religijskih i drugih transpersonalnih iskustava* različitih tradicija Istoka i Zapada [6,11] – pa saglasno teorijski elaboriranoj vezi *individualna svest/akupunkturni sistem* tj. EM-jonska kvantno-holografška Hopfildova asocijativna neuronska mreža [1,9,23-25,28], *ezoterijski pojmovi* kao što su *astralno telo* (*manomaya, lingasarira, manovijnana, ka, psyche, finotvarno telo, psihičko telo, duša...*) i *mentalno telo* (*vijnanamaya, suksmasarira, manas, ba, thymos, noetičko telo, spiritualno telo, duh...*) [6,11] mogli bi se biofizički povezati sa *vantelesno dislociranim delom* (povezanim sa telom minijaturnim 'wormhole' prostorno-vremenskim tunelom) *jonskog akupunkturnog sistema*, i sa u njemu sadržanom *EM komponentom* jonskih MT/UNF-modulisanih struja, respektivno.

Onda bi *transpersonalne interakcije* [12,40-49] mogle biti interpretirane [1,7,9,23-25,28] kroz *kolapsu-slično svešču-kanalisanu kvantno-gravitaciono tuneliranje operatorove individualne svesti* – mentalno adresirane na sadržaj kolektivne svesti mete u operatorovim (kratkotrajnim visokoneineracijalnim) prelaznim stanjima svesti – tako *intencionalno kanališući kompozitno stanje 'polja' kolektivne svesti mete-pod-uticajem-operatora* ($|\Phi\rangle_S \rightarrow |\Phi_j\rangle_S$) i *automatski utičući na komplementarni 'čestični' izlaz mete-pod-uticajem-operatora* ($|\Psi\rangle_E \rightarrow |\Psi_j\rangle_E$) u *kvantno-gravitaciono-indukovanom i svešču-kanalisanom kolapsu*

$$|\Phi\rangle_S |\Psi\rangle_E = \sum_i c_i |\Phi_i\rangle_S |\Psi_i\rangle_E \rightarrow |\Phi_j\rangle_S |\Psi_j\rangle_E.$$

Ovo bi mogao biti model i za neobična *anticipativna svojstva psihe*, kako u *kvantno-holografskim* kratkotrajnim kvantno-koherentnim *prelaznim stanjima svesti*, tako i u kvantno-gravitaciono-tunelirajućim *mentalno-kanalisanim transpersonalnim-komunikacijama* vantelesno-dislociranog EM-jonskog dela akupunkturnog sistema/svesti sa potonjom *klasično-redukovanom ekstrazenzornom-percepcijom* mentalno-adresiranog vantelesnog komplementarnog okruženja (koje može biti i Jungov 'arhetip' problema-sa-rešenjem na nivou kvantno-holografške kolektivne svesti, što svakako budi asocijacije i na Platonov svet ideja!). Da bi se potom, po povratku dislocirane svesti u telo, tako dobijena informacija osvestila do nivoa normalnog stanja svesti, potrebno je da savlada dva filtra [1,24,28] (*akupunkturno/nervni pragovni filter*, koji zahteva 'emocionalnu

obojenost' rešavanog problema, i *prošireni retikularno-talamički ERTAS prioritetni filter*, koji zahteva 'emocionalno-misaoni prioritet' problema).²¹

Svi gore pomenuti uslovi se u *budnom stanju* mogu realizovati u kvantno-koherentnom stanju *meditacije* (ulaskom u ovo prolongirano izmenjeno stanje svesti, sa mentalnim adresiranjem rešavanog problema, što je Tesla i činio upornim mentalnim fokusiranjem na rešavani problem [28]), dok se u *periodu spavanja* oni mogu realizovati pri kvantno-koherentnim prelaznim stanjima *uspavljivanja* i kvantno-koherentnim stacionarnim stanjima *REM-sanjanja* (sa prethodnom intenzivnom koncentracijom na rešavani problem pre spavanja, uz potonje pojačanje dobijenog klasično-redukovanog odgovora najčešće u formi simboličkog sna, kojeg treba pravilno interpretirati u kontekstu unutrašnje lične simbolike pojedinca [53]). Svakako, za rešavanje konceptualno složenih

²¹ Treba istaći da (praktično) bespragovni potencijal akupunkturalnih električnih GJ-sinapsi [8] čini telesni akupunkturalni sistem ekstremno osetljivim kvantnim senzorom [1], koji može rezonantno 'detektovati' i ultraslaba EM polja [50] – sa radiestezijsko-dijagnostičkim, nekontrolisano-patogenim, ili kvantno-terapeutskim psihosomatskim efektima [51]. Mogući biofizički mehanizmi 'radiestezijske detekcije' geopatogenih i tehničkih EM polja mogli bi se podeliti na lokalne (kroz kratko-dometnu EM indukciju unutar EM/jonskog cirkulatornog akupunkturalnog sistema, čime se modulišu bespragovne akupunkturalne struje i ekstremno slabim spoljašnjim EM poljima) i nelokalne (kroz dugo-dometno intencionalno mentalno kontrolisano kvantno-gravitaciono tuneliranje operatorove individualne svesti mentalno adresirane na deo kolektivne svesti 'mete radiestezijske detekcije' u operatorovim prelaznim stanjima svesti; u tom kontekstu treba pomenuti nelokalne 'radiestezijske detekcije' tzv. 'apstraktnih zračenja', od prirodnih geometrijskih 'oblika' ali i ljudskih 'artefakata' [51], koji bi mogli biti povezani sa odgovarajućim predmetno-posredovanim operatorovim interakcijama sa korespondirajućim jungovskim 'arhetipovima' na novou kolektivne svesti – što budi asocijacije i na Platonov 'svet ideja' kao svekoliki kvantni kreativni izvor). Zanimljivi su i mogući mehanizmi 'radiestezijske zaštite' tzv. 'neutralizatora zračenja', koji izgleda deluju – ne faradejevskim ekraniranjem štetnih EM polja – već preventivnim kvantno-holističkim harmonizujućim delovanjem na akupunkturalni sistem čoveka izloženog štetnom EM polju [28] (poput ogrlica sa privescima od 'homeopatskih preparata' (implicirajući i kvantne osnove dejstva homeopatije), ili 'mentalno kodiranih' neutralizatora od kristalnih/nekristalnih materijala – na šta ukazuje pilot-istraživanje Kirlianovom GDV-kamerom kontrolnih i eksperimentalnih grupa izloženih delovanju EM polja mobilnih telefona bez i sa neutralizatorima zračenja [52]).

naučnih problema potrebno je i da je pojedinac *ekspert* u datoj oblasti, kako bi se potom naučno *racionalizovao* odgovor koji predstavlja odgovarajući naučni pomak. Slično važi i za *umetnička kreativna iskustva* i njihove potonje *ekspresije* odgovarajućim umetničkim sredstvima [36], pri čemu sama *umetnička dela* potom predstavljaju i svojevrsne *mentalne adrese* 'arhetipova' *kolektivne svesti* sa kojima je umetnik bio u transpersonalnoj komunikaciji tokom akta kreacije (pa zato i *duboki umetnički doživljaji* publike mogu imati jaku *spiritualnu notu*, kroz *spontano mentalno adresiranje* umetničke publike na remek delo i *emocionalno-indukovano pobuđivanje* u prelazno stanje svesti; a slično važi i za *duboke spiritualne doživljaje* vernika kroz *mentalno adresiranje* na ikone/relikvije).

Iz ovde elaborirane kvantno-holografske ideje [44,54] proisticalo bi i da iz kvantno-holografskog nivoa ($|\Phi(t)\rangle_S|\Psi(t)\rangle_E$) stalno 'izranja' klasično-redukovani nivo (kvantnog sistema/svesti $\hat{\rho}_S(t)$ ili okruženja $\hat{\rho}_E(t)$) koji se 'rastvara' natrag u njemu, i to 'pulsiranje' se odigrava ekstremno brzo i neprekidno – uz opservaciju bomovskog *eksplicitnog poretka* bilo usrednjenog stanja tzv. 'klasičnih mešavina' (kvantnog sistema/svesti $\hat{\rho}_S(t)$ ili okruženja $\hat{\rho}_E(t)$) kvantno-holografske stvarnosti posredstvom čula/klasičnih mernih aparatura, bilo klasično-redukovanih tzv. 'stacionarnih kvantnih stanja' (kvantnog sistema/svesti $|\Phi_i\rangle_S$ i okruženja $|\Psi_i\rangle_E$) posredstvom makroskopskih semi-kvantnih mernih aparatura – dok se nestacionarna kvantno-holografska stvarnost bomovskog *implicitnog poretka*

$$|\Phi(t)\rangle_S|\Psi(t)\rangle_E \sim \prod_k |\phi^k(t)\rangle_{S_k} |\Psi(t)\rangle_E = \sum_i c_i |\Phi_i(t)\rangle_S |\Psi_i(t)\rangle_E$$

može opservirati *samo* u 'nestacionarnim kvantno-koherentnim superpozicijama stanja', karakterističnim za kvantno-holografska kreativno-religijska izmenjena i prelazna stanja svesti (individualne,

$$|\phi^k(t)\rangle_{S_k} = \sum_i c_{k_i} |\phi^{k_i}(t)\rangle_{S_{k_i}} \quad \text{ili kolektivne, } |\Phi(t)\rangle_S = \sum_i c_i |\Phi_i(t)\rangle_S)$$

[1,24]. Ovo gledište je blisko iskustvima mnogih *šamanističkih tribalnih tradicija*, koje smatraju da *istinsku* (kvantno-holografsku!) stvarnost predstavljaju *snovi* [45], a da je (klasično-redukovano!) budno stanje laž/privid (*maja*, kako se ističe u *tradicijama Istoka* [5,6,30])!

U istom kontekstu, neophodnost neposredne kvantno-holografske sprege individualne i kosmičke kolektivne svesti u opserviranju *implicitnog poretka* zahtevala bi slabu vantelesnu kvantno-komunikacionu spregu svest-okruženje, odnosno prethodno *reprogramiranje svih psihosomatskih opterećenja* (očišćenje od posesivnih ili hedonističkih *emocionalno-mentalnih grehovnih/karmičkih veza* sa svetom – koje bi kao opterećujuće ‘mentalne adrese’ dovodile do *kvantnog projektovanja* mentalno-kanalisane tunelirane svesti na odgovarajuće *vantelesno okruženje*, i time do klasično-redukovanog vantelesnog *ekstrasenzornog opserviranja* mentalno-adresiranog okruženja!) – pa je u tom kontekstu i razumljiv *napor mistika svih tradicija* da kroz spiritualnu praksu (*molitvu, meditaciju, ...*) prethodno *očiste svest/dušu* i tako dosegnu svoj konačni eshatološki cilj (*Carstvo Božje, nirvanu, ...*), odnosno *post-mortem spasenje* (bezgrešne, nevezane) duše [6,11]!²²

Istaknimo na kraju, da su naša pomenuta istraživanja na liniji ponovno probuđenog naučnog interesovanja za istraživanje fenomena svesti poslednjih decenija [1,4-7,9-20,22-31,33-65] – uz nagoveštaje pojave *velike sinteze* dva modusa spoznaje, *racionalno-naučnog* (klasično-redukovanog, u normalnim stanjima svesti) i *kreativno-religijskog* (kvantno-koherentnog, u izmenjenim i prelaznim stanjima svesti) u okvirima nove *kvantno-holografske holističke paradigme* – gde *uloga pojedinca* postaje nezamenljiva zbog uticaja i brige za kolektivno mentalno okruženje, što je svakako *fundamentalno pitanje* i mentalne higijene i građanske pristojnosti, odnosno i duhovnog i građanskog morala [1,7,9,23-25,28]!

Na istoj liniji, tako bi se moglo reći da postoje *tri linije fronta psihosomatske medicine* [1,24]: (a) prva je *duhovnost*, koja kroz molitvu za druge trajno uklanja uzajamne memorijske atraktore na nivou kolektivne svesti; (b) druga je *tradicionalna istočnjačka (kvantno) holistička medicina* i *dubinska psihoterapija*, koja privremeno uklanja memorijske atraktore na nivou akupunkturnog sistema/individualne svesti i sprečava ili ublažava

²² To ipak ostavlja prostor i za personalnu ljubav, čija najviša manifestacija jeste upravo sposobnost i spremnost za stalno i bezuslovno praštanje voljenoj osobi (i zbog nje svima drugima, uključujući neprijatelje!), u spiritualnoj molitvi i (sa njom kvantno-holografski suptilno uzajamno povezanoj) životnoj praksi! Slično se odnosi i na ljubav prema rodbini i prijateljima.

njihovu somatizaciju, kao posledicu nemara na prvom nivou;²³ (c) treća je *savremena zapadnjačka simptomatska medicina*, koja kroz imunologiju, farmakologiju, preventivnu dijagnostiku i hirurgiju sprečava ili ublažava somatizovane posledice nemara na prva dva nivoa. Posebno treba istaći, da *nužne* aktivnosti na drugom i trećem nivou, uz *zanemarivanje* prvog, imaju za posledicu *dalje prenošenje* memorijskih atraktora na nivou *individualne i kolektivne svesti* u ovoj i narednim generacijama, samo *nagomilavajući* kvantno-holografška opterećenja koja *potom prouzrokuju* ne samo bolesti, već i međuljudske sukobe, ratove i druga stradanja.

5.2 Implikacije za modeliranje psihosomatsko-kognitivnih funkcija

Biofizički kvantno-holografški/kvantno-relativistički model svesti, opisan u prethodnom odeljku, mogao bi imati velikog uticaja na razumevanje mnogih *psihosomatsko-kognitivnih funkcija* [1,9,23-25], ukoliko budući eksperimentalni testovi potvrde teorijska predviđanja modela, odnosno jedinu hipotezu – o prirodi svesti!

Individualna svest je, prema modelu, suptilna *akupunktorna makroskopska kvantno-holografška neuronska mreža* u formi *EM komponente MT/UNF-modulisanih jonskih struja* (lokalizovanih u *nehomogenoj jonskoj strukturi*), u kojoj se neprekidno mehanizmom EM indukcije kodiraju nadpragovne UNF informacije iz moždanih neuronskih mreža, odnosno bespragovne ekstrazenzorne širokopojasne informacije iz kvantnog okruženja!

Kolektivna svest je, prema modelu, *kosmička makroskopska kvantno-holografška neuronska mreža* vezana za jedinstveno fizičko polje Univerzuma.

²³ Treba istaći da su isceliteljsko/psihoterapeutski efekti nad akupunktornim sistemom/svešču obolelog često blokirani spiritualnim kvantno-holografški kodiranim ličnosnim pristankom na bolest kao oblik (samo)kažnjavanja (kako nagoveštavaju iskustva ispitanika u 'post-hipnotičkim regresijama' [44]). U tom slučaju su neophodne molitve za zdravlje drugih tako da shvate neophodnost prestanka (samo)kažnjavanja (ili da joj sami idu u susret svojom pokajničkom molitvom tipa '...Bože moj, ja prihvatom sebe, svoju ličnost, svoje telo, svoju bolest, svoje okruženje, svoje bližnje, svoje prijatelje, svoje neprijatelje, svoje terapeute i svoje terapije, i zahvaljujem Ti na dosadašnjoj podršci, i molim Ti se da nas poštediš daljih prevelikih iskušenja...') – čime se vrši spiritualna integracija ličnosti, odnosno nestaju odgovarajuće atraktorske energetske blokade u akupunktornom sistemu/svesti obolelog (v. Sl. 5.2), što pokreće proces trajnog isceljenja [53].

Slobodna volja je, prema modelu, čulno/racionalno posredovana jaka intencionalna klasično/kvantno/klasična povratna hijerarhijska interakcija nervni/akupunktorni/nervni sistem, kojom se adekvatno adaptira *oblik više-elektronske hiperpovrši energija-stanje otvorenog akupunktornog sistema/individualne svesti* – sa najvećim prostorom za adaptaciju/slobodnu volju kroz **molitvu za druge** uz trajno transpersonalno uklanjanje konfliktnih memorijskih atraktorskih stanja individualnih i kolektivne svesti.²⁴

Izmenjena stanja svesti (REM faza sna, hipnoza, meditacija, opijenost halucinogenim drogama, neka psihopatološka stanja, klinička smrt, ...), prema modelu, posledica su *odvajanja dela EM/jonsko makroskopskog kvantnog akupunktornog sistema* izvan granica tela (kada je $\varepsilon_r \approx 1$) – kada je *biofizički ekstremno ubrzano kvantno-paralelno procesiranje informacija*, kada dolazi i do *relativističkog mešanja normalno svesnih i nesvesnih sadržaja* i kada je *relativistički ekstremno proširena subjektivna 'vremenska baza'*.

Normalna stanja svesti (budno stanje, non-REM faze sna, ...), prema modelu, ostvarena su kada *nema tog vantelesnog odvajanja* (kada se akupunkturane jonske struje prostiru isključivo kroz telesnu sredinu, sa $\varepsilon_r \gg 1$).

Prelazna stanja svesti, prema modelu, praćena su *'projekcijama svesti'*, odnosno *tuneliranjem dislociranog dela akupunkturane EM/jonsko*

²⁴ Pri EM/jonskim interakcijama sa okruženjem dolazi do neprekidne ali blage adaptacije postojećeg oblika hiperpovrši energija-stanje akupunktornog sistema/ svesti (v. Sl. 3.3 u Gl. 3), čime kvantni efekti dekoherencije ostavljaju malo 'slobodne volje' za promenu oblika hiperpovrši dominantno određenog njenom 'predistorijom'. Međutim, pri molitvi za druge (ne-Šredingerovski neunitarno kvantno-gravitaciono posredovanoj molitvom-indukovanim hipotetičnim makroskopskim vakuumskim moćnim i pročišćenim EM/jonskim spiritualnim eksitacijama [24] racionalizovanim različito u personalizovanim panteonima religijskih tradicija Istoka i Zapada [5,6,11,29,46,47]) ostvaruje se najviše 'slobodne volje' jer se time trajno uklanja kao neto-efekat ceo međusobni konflikt (odgovarajuće memorijsko atraktorsko stanje) dve osobe – dok ostali nereprogramirani međuljudski konflikti u drugim povezanim osobama uzrokuju njihovo (nesvesno mentalno-adresirano) transpersonalno ponovno indukovanje u dve prethodnom molitvom-obuhvaćene osobe. Da li i cirkularno procesiranje u meridijanskim (psihoenenergetskim) terapijama može imati trajne efekte uklanjanja međusobnog konflikta [25], zavisi od toga da li se pri tome uklanja ceo asocijativni lanac konflikta ili samo određeni aspekti u njemu.

makroskopske kvantne neuronske mreže kroz Ajnštajn-Rozenove mostove (prostorno-vremenske 'wormhole' tunele), koji mogu povezivati i veoma udaljene prostorno-vremenske događaje. Tada svest (kao i u prethodnom pasusu) ima ulogu *aktivnog kvantnog displeja*, sa ekstrasenzornim informacijama koje nisu posledica aktivnosti moždane neuronske mreže: uloge ovih mreža su izmenjene.

Dislocirana jonsko/EM akupunkturna struktura, prema modelu, ima formu *blagojonizovane gasovite EM MT/UNF-modulisane makroskopske kvantne neuronske mreže*, koja igra ulogu *kvantnog senzora u izmenjenim stanjima svesti*, sa percepcijom okoline u širokom frekventnom dijapazonu. Jasno je da je takva kvantna **percepcija ekstrasenzorna** (vančulna).

Sanjanje i slična halucinantna stanja, prema modelu, karakteristika su vantelesnih *izmenjenih stanja svesti*, sa ulogom *integracije normalno svesnih i nesvesnih nivoa ličnosti* oko jednog asocijativnog jezgra odnosno 'ego-stanja', što dovodi do *rasta ličnosti* i do *ublažavanja emocionalnih konflikata*. **Meditacija**, kao *prolongirano izmenjeno stanje svesti*, omogućava *efikasnije integrisanje ličnosti*.

Kreativnost je, prema modelu, posledica intenzivne koncentracije na neki problem uoči *prelaznih stanja svesti*, kada dolazi do 'projektovanja individualne svesti' na (asocijativno povezani) *odgovor na problem unutar kvantno-holografske memorije/propagatora kolektivne svesti*, uz pojačanje odgovora pri povratku u normalno budno stanje. Jedan od načina za kontrolu kreativnih procesa je *vizuelizacija problema* u budnom *meditativnom izmenjenom stanju svesti*, dok je jednostavnije koristiti u ove svrhe *prelazni period budnost-spavanje*, uz potonje dekodiranje simboličnog sna.

Memorisanje informacija u mozgu je, prema modelu, i *ultranisko-frekventno* (nižefrekventno δ, θ -nesvesno i višefrekventno α, β, γ -svesno), a ne samo kroz Hebovu prostornu raspodelu električnih potencijala u mozgu. Osim toga, postoji i *psihosomatsko prostorno memorisanje* u formi *kvantno-holografskih atraktora akupunkturne mreže* (kao osnove holističkih psihosomatskih poremećaja), uz EM UNF interakcije i sa hijerarhijskim neuronskim moždanim ERTAS mrežama.

Učenje se, prema modelu, odigrava i u *nelinearnim kvantno-holografskim akupunkturnim mrežama* (kroz generalizaciju), uz *distribuciju generalisanih informacija posredstvom EM interakcija* akupunkturne mreže sa hijerarhijskim neuronskim moždanim ERTAS mrežama. Osim toga, *nelokalna distribucija* (lokalno naučenih) informacija u hijerarhijskim

neuronskim moždanim ERTAS mrežama odigrava se *posredstvom UNF moždanih talasa* (pre habituacije).

Mišljenje je, prema modelu, povezano i sa izmenjenim stanjima svesti (sa *intenzivnim asocijativnim mešanjem normalno svesnih i nesvesnih memorijskih sadržaja* vezanih za dati problem, što može doprineti njegovom bržem rešavanju) i sa prelaznim stanjima svesti (sa *anticipativnim kreativnim uvidima* sa nivoa kolektivne svesti), pri čemu je posebno značajno *osveščivanje* obrađivanih ili dobijenih misli kroz njihovo 'frekventno podizanje' pod uticajem ERTAS-pojačanja od nižefrekventne δ, θ -nesvesne forme subliminarne misli do višefrekventne α, β, γ -svesne forme – što može pružiti fundamentalnu informaciju o *vezi svesti i mišljenja*.

Jezik se, prema modelu, uči na UNF nižefrekventnom δ, θ -nesvesnom nivou u slučaju *učenja maternjeg jezika i kontekstualnog učenja stranog jezika*, odnosno na višefrekventnom α, β, γ -svesnom nivou u slučaju *školsko-gramatičkog učenja stranog jezika*. Osim toga, kvantno-holografška fraktalna sprega različitih hijerarhijskih nivoa u organizmu, ukazuje na *jedinstvenost kvantno-holografškog koda* genoma, akupunktornog sistema, svesti i jezika.

Emocije su, prema modelu, *povezane sa produbljenim kvantno-holografškim atraktorima akupunktornog sistema*, uz EM interakcije sa hijerarhijskim neuronskim moždanim ERTAS mrežama. Ovo ima *višestruke kvantno-holističke implikacije: akupunkturane* (vezane za MT i UNF rezonantne stimulacije) i *psihoterapijske* (vezane za sanjanje i meditaciju, autogeni trening, dubinske psihoterapeutske tehnike, meridijanske (psihonegetske) terapije i transpersonalne hrišćansko-religijske tehnike molitve).

Transpersonalne interakcije organizma i okoline (dugodometne i kratkodometne) jesu *značajna implikacija modela*. Jedna od najneobičnijih je *stanje 'ispražnjene' individualne svesti*, kada se ostvaruje direktna *kvantno-holografška sprega sa kosmičkom kolektivnom svešću*. S druge strane, 'projekcije svesti' u prelaznim stanjima verovatno su osnova različitih mentalno-kanalisanih *mističnih iskustava*.²⁵

²⁵ Istaknimo da, pored EM polja (zarobljenog u dislocirajućoj izvan tela jonskoj strukturi), koje je podvrgnuto velikim inercijalnim ubrzanjima u prelaznim stanjima svesti, kroz lokalno stvoreni 'wormhole' tunel mora protunelirati i dislocirana jonska struktura [1,9] (u formi EM/jonske kvantno-holografške neuronske mreže, koja ima senzornu funkciju u dugodometnim interakcijama tog tipa, koji transcendiraju prostorno-vremenske barijere). U ezoterijskoj literaturi ovo se naziva 'astralnim projekcijama' svesti, koje su verovatno osnova spiritualnih isceljenja



Vidi se da *biokibernetički modeli hijerarhijskih moždanih neuronskih mreža* opisani u Gl. 4, pokazuju ohrabrujući napredak u pogledu modeliranja *kognitivnih funkcija*, kroz procesiranje informacija posredstvom hijerarhijski organizovanih i povezanih neuronskih mreža. Ipak, za modeliranje većine *psihosomatskih i kognitivnih funkcija* neophodne su i suptilne biofizičke *kvantno-holografske Hopfildove telesne akupunkturne neuronske mreže* kombinovane sa kvantnom teorijom dekoherencije, kako je pokazano u Gl. 5. To ukazuje na neophodnost *kombinovanog korišćenja* hijerarhijskih moždanih i telesnih akupunkturnih neuronskih mreža u modeliranju kognitivnih i psihosomatskih procesa!

[44,48] (pri mentalnom adresiranju na jonski bogate spiritualne strukture, kada dolazi do jonsko-informacionog transfera na dislociranu jonsku strukturu obolelog u prelaznim stanjima svesti), kao i nekih 'paranormalnih fenomena' [40,44] (vidovitost, prekognicija, retrognicija...). To pokazuje i zašto su ovi fenomeni kratkotrajni i teško ponovljivi u laboratoriji: uslovi za njih se spontano stiču na svakih 1,5-2 sata, sa periodičnošću ultradijalnih ritmova koji upravljaju smenom normalnih i izmenjenih stanja svesti. Treba dodati da taj fizički mehanizam, koji može ostvariti prostorno-vremensko tuneliranje i dislocirane akupunkturme jonske strukture pomoću relativno slabih EM polja $\sim 10^2$ V/cm, otvara teorijsku mogućnost za tuneliranje i masivnijih objekata korišćenjem jačih EM polja, mada pri tome verovatno treba rešiti još mnoge praktične probleme. Inače, u teoriji gravitacije 'crnih rupa' tuneliranje i masivnijih objekata bilo je predmet ozbiljnih analiza, uz primedbu da kontrola ovih procesa znatno prevazilazi tehnološke mogućnosti ove civilizacije. U tom kontekstu, pokazano je [39] da je moguće stabilizovati 'wormhole' tunel ispunjavajući ga 'egzotičnom materijom', koja (anti)gravitaciono odbija zidove tunela (koji inače imaju tendenciju da se veoma brzo zatvore, tako je za 'crnu rupu' mase reda sunčeve potrebno manje od 10^{-4} s, što ne dozvoljava ni svetlosti da prođe s jedne na drugu stranu tunela) – što može pružiti osnovu i za objašnjenje 'psihokinetičkih mističnih moći' u prelaznim i izmenjenim stanjima svesti [40,44]. Ova egzotična materija mora imati negativnu srednju gustinu energije, mereno u referentnom sistemu posmatrača koji putuje kroz tunel (skoro) brzinom svetlosti. Skoro sve vrste materije imaju pozitivnu srednju gustinu energije, mereno u bilo kom referentnom sistemu, ali je otkriveno da su 'vakuumske fluktuacije' u blizini 'horizonta događaja' crnih rupa egzotične. Slično, i veoma zakrivljeno prostor-vreme 'wormhole' tunela čini vakuumske fluktuacije egzotičnim, stabilizujući tunel.

5.3 Literatura

1. D. Raković, *Osnovi biofizike* 3 izd. (IASC & IEFPG, Beograd, 2008), Gl. 5,6.
2. A. I. Škokljević, *Akupunkturologija* (ICS, Beograd, 1976); F. G. Portnov, *Elektro-punktturnaya refleksoterapiya* (Zinatne, Riga, 1982), Y. Omura, *Acupuncture Medicine: Its Historical and Clinical Background* (Japan Publ. Inc., Tokyo, 1982); C. Xinong (ed.), *Chinese Acupuncture and Moxibustion* (Foreign Languages Press, Beijing, 1987).
3. Grupa autora, *Anti-stres holistički priručnik: sa osnovama akupunkture, mikrotalasne rezonantne terapije, relaksacione masaže, aerodžonoterapije, autogenog treninga i svesti* (IASC, Beograd, 1999).
4. H. Johari, *Breath, Mind, and Consciousness* (Destiny, Rochester, Vermont, 1989).
5. P. Vujićin, Stanja svesti u ezoterijskoj praksi, u: D. Raković, Đ. Koruga (eds.), *Svest: naučni izazov 21. veka* (ECPD, Beograd, 1995), postoji i englesko izdanje, *Consciousness: Scientific Challenge of the 21st Century* (ECPD, 1995).
6. K. Wilber, *The Atman Project* (Quest, Wheaton, IL, 1980).
7. D. Raković, Kvantno-koherentni i klasično-redukovani modusi svesti: religijske i epistemološke implikacije, u: V. Jerotić, M. Arsenijević, P. Grujić, D. Raković (eds.), *Religija i epistemologija* (Dereta, Beograd, 2007).
8. S. E. Li, V. F. Mashansky, A. S. Mirkin, Niskochastotnie volnovie processi v biosistemah, v: K. V. Frolov (ed.), *Vibracionnaya biomehanika. Ispolzovanie vibracii v biologii i medicine*, Chast I: *Teoreticheskie osnovi vibracionnoy biomehaniki* (Nauka, Moskva, 1989), Gl. 3; D. Đorđević, *Elektrofiziološka istraživanja mehanizama refleksoterapije*, magistarski rad (Medicinski fakultet, Institut za patološku fiziologiju, Beograd, 1995).
9. D. Raković, *Osnovi biofizike* 1/2 izd. (Grosknjiga, Beograd, 1994/1995), Gl. 5; D. Raković, Moždani talasi, neuronske mreže i jonske strukture: biofizički model izmenjenih stanja svesti, u: D. Raković, Đ. Koruga (eds.), *Svest: naučni izazov 21. veka* (ECPD & Čigoja, Beograd, 1996), postoji i englesko izdanje; D. Raković, Transitional states of consciousness as a biophysical basis of transpersonal transcendental phenomena, *Int. J. Appl. Sci. & Computat.*, 7 (2000)

- 174-187; D. Raković, M. Dugić, M. M. Ćirković, Macroscopic quantum effects in biophysics and consciousness, *NeuroQuantology* (www.NeuroQuantology.5u.com), 2(4) (2004) 237-262.
10. Z. Jovanović-Ignjatić, D. Raković, A review of current research in microwave resonance therapy: Novel opportunities in medical treatment, *Acup. & Electro-Therap. Res., The Int. J* 24 (1999) 105-125; D. Raković, Z. Jovanović-Ignjatić, D. Radenović, M. Tomašević, E. Jovanov, V. Radivojević, Ž. Martinović, P. Šuković, M. Car, L. Škarić, An overview of microwave resonance therapy and EEG correlates of microwave resonance relaxation and other consciousness altering techniques, *Electro- and Magnetobiology* 19 (2000) 195-222; D. Raković, Biophysical bases of the acupuncture and microwave resonance stimulation, *Physics of the Alive* 9 (2001) 23-34.
 11. J. Vlahos, *Pravoslavna psihoterapija: svetootačka nauka* (Pravoslavna misionarska škola Crkve Sv. Aleksandra Nevskog, Beograd, 1998), srpski prevod.
 12. R. Monroe, *Journeys Out of the Body* (Doubleday, Garden City NY, 1971); A. Liptay-Wagner, Differential diagnosis of the near-death experience: which illness cannot be considered as NDE?, in: I. Kononenko (ed.), *Proc. 6th Int. Multi-Conf. Information Society IS'2003, Mind-Body Studies* (IS, Ljubljana, 2003); P. van Lommel, R. van Wees, V. Meyers, I. Elfferich, Near-death experience in survivors of cardiac arrest: prospective study in the Netherlands, *The Lancet*, 15. Dec. 2001; cf. www.revital.negral.hu.
 13. S. R. Hameroff, Quantum coherence in microtubules: A neural basis for emergent consciousness? *J. Consciousn. Stud.*, 1 (1994) 91-118.
 14. Đ. Koruga, Informaciona fizika: u potrazi za naučnim osnovama svesti, u: D. Raković, Đ. Koruga (eds.), *Svest: naučni izazov 21. veka* (ECPD & Čigoja, Beograd, 1996).
 15. R. Penrose, *The Emperor's New Mind* (Oxford Univ. Press, New York, 1989); R. Penrose, *Shadows of the Mind: A Search for the Missing Science of Consciousness* (Oxford Univ. Press, Oxford, England, 1994).
 16. M. Peruš, Neuro-quantum parallelism in mind-brain and computers, *Informatica*, 20 (1996) 173-183; M. Peruš, Multi-level synergetic computation in brain, *Nonlinear Phenomena in Complex Systems*, 4 (2001) 157-193.

17. J. Von Neumann, *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics* (Princeton Univ. Press, Princeton, NJ, 1955).
18. H. P. Stapp, Quantum theory and the role of mind in nature, *Found. Phys.*, 31 (2001) 1465-1499; H. Stapp, *Mind, Matter, and Quantum Mechanics* (Springer, New York & Berlin, 1993).
19. C. Tart (ed.), *Altered States of Consciousness* (Academic, New York, 1972).
20. A. Shimony, in: R. Penrose, A. Shimony, N. Cartwright, S. Hawking (eds.), *The Large, the Small and the Human Mind* (Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1995).
21. N. D. Devyatkov, O. Betskii (eds.), *Biological Aspects of Low Intensity Millimetre Waves* (Seven Plus, Moscow, 1994); S. P. Sit'ko, L. N. Mkrtchian, *Introduction to Quantum Medicine* (Pattern, Kiev, 1994).
22. M. Tegmark, Importance of quantum decoherence in brain processes, *Phys. Rev. E*, 61 (2000) 4194-4206.
23. D. Raković, Biofizičke osnove i granice (kvantno)holističke psihosomatike, u: V. Jerotić, Đ. Koruga, D. Raković (eds.), *Nauka - religija - društvo* (Bogoslovski fakultet SPC & Ministarstvo vera Republike Srbije, Beograd, 2002), preštampano u: V. Stambolović (ed.), *Alternativni pristupi unapređenju zdravlja* (ALCD, Beograd, 2003); D. Raković, Hopfield-like quantum associative neural networks and (quantum) holistic psychosomatic implications, in: B. Reljin, S. Stanković (eds.), *Proc. NEUREL-2002* (IEEE Yugoslavia Section, Belgrade, 2002); D. Raković, M. Dugić, Quantum and classical neural networks for modeling two modes of consciousness: Cognitive implications, in: B. Reljin, S. Stanković (eds.), *Proc. NEUREL-2004* (IEEE Yugoslavia Section, Belgrade, 2004); D. Raković, M. Dugić, Quantum-holographic and classical Hopfield-like associative nnets: Implications for modeling two cognitive modes of consciousness, *Opticheskii J.*, 72(5) (2005) 13-18 (*Special Issue on Topical Meeting on Optoinformatics 'Optics Meets Optika'*, Saint-Petersburg, 18-21 Oct. 2004).
24. D. Raković, Kvantne i klasične neuronske mreže i integrativna medicina: psihosomatsko/kognitivne i religijsko/društvene implikacije, *Integrativna medicina '06*, Beograd, 5-7 maj 2006, Plenarno predavanje (preprint); D. Raković, Scientific bases of quantum-holographic paradigm, in: I. Kononeko (ed.), *Proc. Int. Conf. Measuring Energy Fields* (Kamnik, Slovenia, 2007), Invited lecture; D. Raković, A. Vasić, Classical-

- neural and quantum-holographic informatics: Psychosomatic-cognitive implications, *Proc. NEUREL-2008* (IEEE Serbia & Montenegro Section, Belgrade, 2008); D. Raković, A. Vasić, Klasično-neuronska i kvantno-holografska informatika: kognitivne implikacije, u: S. Jovičić, M. Sovilj (eds.), *Govor i jezik: interdisciplinarna istraživanja srpskog jezika, II* (IEFPG, Beograd, 2008); A. Vasić, *Integrativna biofizika, kvantna medicina i kvantno-holografska informatika: psihosomatsko-kognitivne implikacije* (ETF, Beograd, 2008), nepublikovano.
25. D. Raković, Ž. Mihajlović Slavinski, Meridijanske (psiho)terapije i kvantno-holografska informatika: psihosomatske implikacije, u: S. Jovičić, M. Sovilj (eds.), *Govor i jezik: interdisciplinarna istraživanja srpskog jezika, II* (IEFPG, Beograd, 2008); D. Raković, Ž. Mihajlović Slavinski, Phenomenology of meridian (psycho)therapies and quantum-holographic psychosomatic-cognitive implications, *The 5th World Congress on Psychotherapy*, 12-15 Oct. 2008, Beijing, China, accepted for oral presentation.
 26. S. Petrović, *Tibetanska medicina* (Narodna knjiga-Alfa, Beograd, 2000).
 27. R. J. Callahan, J. Callahan, *Thought Field Therapy and Trauma: Treatment and Theory* (Indian Wells, CA, 1996); R. J. Callahan, The impact of thought field therapy on heart rate variability (HRV), *J. Clin. Psychol.*, Oct. 2001, www.interscience.Wiley.com; Ž. Mihajlović Slavinski, *PEAT i neutralizacija praiskonskih polariteta* (Beograd, 2000); Ž. Mihajlović Slavinski, *Povratak jednosti* (Beograd, 2005); Ž. Mihajlović Slavinski, *Nevidljivi uticaji* (Beograd, 2008).
 28. D. Raković, Tesla i kvantno-koherentna stanja svesti: 'Case study' za razumevanje prirode kreativnosti, u: M. Benišek, Đ. Koruga, S. Pokrajac (eds.), *Tesla: vizije, delo, život* (Mašinski fakultet, Beograd, 2007), i tamošnje ref; D. Raković, Tesla and quantum-coherent states of consciousness: Case study for understanding quantum-holographic nature of creativity, u: D. Mirjanić (ed.), *Ideje Nikole Tesle* (ANU RS, Banja Luka, 2006).
 29. Č. Hadži-Nikolić, Terapijski značaj izmenjenih stanja svesti u halucinogenom šamanskom ritualu, u: D. Raković, Đ. Koruga (eds.), *Svest: naučni izazov 21. veka* (ECPD & Čigoja, Beograd, 1996).
 30. Swami Prabhavananda, Ch. Isherwood (tr.), *The Yoga Sutras of Patanjali. How to Know God* (New American Library, New York, 1969).

31. N. Berđajev, *Filosofija slobode* (Logos Ant, Beograd, 1996).
32. M. Dugić, On diagonalization of the composite-system observable separability, *Phys. Scripta*, 56 (1997) 560-565; M. Dugić, *Doprinos zasnivanju teorije dekoherencije u nerelativističkoj kvantnoj mehanici*, Doktorska disertacija (PMF, Kragujevac, 1997).
33. M. Dugić, M. M. Ćirković, D. Raković, On a possible physical metatheory of consciousness, *Open Systems and Information Dynamics*, 9(2) (2002) 153-166.
34. Park Džae Vu, *Sam svoj Su Đok doktor* (Balkan Su Jok Therapy Center, 2003), prevod sa ruskog originala, 2001.
35. P. P. Garyaev, *Wave Genetic Code* (Moscow, 1997), in Russian; P. P. Garyaev, U. Kämpf, E. A. Leonova, F. Muchamedyarov, G. G. Tertishny, *Fractal Structure in DNA Code and Human Language: Towards a Semiotics of Biogenetic Information* (Dresden, 1999).
36. F. Holmes, *The Life of Mozart Including his Correspondence* (Chapman & Hall, 1878) 211-213.
37. D. Witztum, E. Rips, Y. Rosenberg, Equidistant letter sequences in The Book of Genesis, *Statistical Science*, 9 (1994) 429-438; M. Drosnin, *The Bible Code* (Simon & Schuster, New York, 1997), prevedeno i kod nas; M. Drosnin, *Bible Code II: The Countdown* (Viking Penguin, New York, 2002).
38. M. Rakočević, Univerzalna svest i univerzalni kod, u: D. Raković, Đ. Koruga (eds.), *Svest: naučni izazov 21. veka* (ECPD & Čigoja, Beograd, 1996); Đ. Koruga, Informaciona fizika: u potrazi za naučnim osnovama svesti, *ibid.*
39. M. S. Morris, K. S. Thorne, U. Yurtsever, Wormholes, time machines, and the weak energy condition, *Phys. Rev. Lett.*, 61 (1988) 1446-1449; K. S. Thorne, *Black Holes and Time Warps: Einstein's Outrageous Legacy* (Picador, London, 1994); M. Visser, *Lorentzian Wormholes: From Einstein to Hawking* (AIP Press, USA, 1995); I. Ya. Aref'eva, I. V. Volovich, Time machine at the LHC, arXiv: 0710.2696v2 [hep-ph] 25 Oct 2007.
40. R. G. Jahn, The persistent paradox of psychic phenomena: An engineering perspective, *Proc. IEEE*, 70 (1982) 136-170; R. J. Jahn, B. J. Dunne, *Margins of Reality: The Role of Consciousness in the Physical World* (Harcourt Brace Jovanovic, New York, 1987); PEAR

- (Princeton Engineering Anomalies Research) archive publications and technical communications www.princeton.edu/~pear.
41. M. A. Persinger, E. W. Tsang, J. N. Booth, S. A. Koren, Enhanced power within a predicted narrow band of theta activity during stimulation of another by circum-cerebral weak magnetic fields after weekly spatial proximity: Evidence for macroscopic quantum entanglement?, *NeuroQuantology* (www.NeuroQuantology.com), 6(1) (2008) 7-21.
 42. D. Radin, *The Conscious Universe: The Scientific Truth of Psychic Phenomena* (HarperEdge, New York, 1997).
 43. S. Ostrander, L. Schroeder, *Psychic Discoveries* (Marlowe, New York, 1997).
 44. M. Talbot, *The Holographic Universe* (Harper Collins, New York, 1991), postoji i naš prevod (Artist, Beograd, 2006).
 45. L. McTaggart, *The Field: The Quest for the Secret Force of the Universe* (Harper Collins, New York, 2002), postoji i hrvatski prevod.
 46. W. Evans Wentz, *The Tibetan Book of the Dead* (Oxford Univ. Press, London, 1968), postoji i naš prevod; R. A. Moody, jr., *Life after Life* (Bantam, New York, 1975), postoji i naš prevod; V. Nikčević, ed., *Život posle života: iskustva pravoslavnih hrišćana* (Svetigora, Cetinje, 1995).
 47. M. Eljajade, *Vodič kroz svetske religije* (Narodna knjiga-Alfa, Beograd, 1996).
 48. K. C. Markides, *The Magus of Strovolos* (Arkana, New York & London, 1985); K. C. Markides, *Homage to the Sun* (Arkana, New York & London, 1987); K. C. Markides, *Fire in the Heart. Healers, Sages and Mystics* (Paragon, New York, 1990).
 49. L. Dossey, *Healing Words: The Power of Prayer and the Practice of Medicine* (Harper, San Francisco, 1993).
 50. W. R. Adey, Frequency and power windowing in tissue interactions with weak electromagnetic fields, *Proc. IEEE*, 68 (1980) 119-125, and refs therein.
 51. D. Janjić, *Istine i zablude o zračenjima* (Beograd, 2005), sa mojim Predgovorom ovoj zanimljivoj i korisnoj knjizi.
 52. I. Kononenko, Z. Bosnić, B. Žgajnar, The influence of mobile phones on human bioelectromagnetic field, in: I. Kononenko (ed.), *Proc. 3rd Int. Multi-Conf. Information Society IS'2000, New Science of Consciousness* (IS, Ljubljana, 2000); o GDV-kameri v. www.korotkov.org.

53. D. Raković, *Sećanja, snovi, razmišljanja: o prošlom i budućem 1984-2007. Na razmeđu kvantno-holografske i klasično-redukovane stvarnosti* (IASC & IEFPG, Beograd, 2008).
54. D. Bohm, *Wholeness and the Implicate Order* (Routledge & Kegan Paul, London, 1980).
55. K. Pribram, *Languages of the Brain: Experimental Paradoxes and Principles in Neuropsychology* (Brandon, New York, 1971); K. Pribram, *Brain and Perception: Holonomy and Structure in Figural Processing* (Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ, 1991).
56. K. R. Popper, J. C. Eccles, *The Self and Its Brain* (Springer, Berlin, 1977).
57. B. J. Baars, *A Cognitive Theory of Consciousness* (Cambridge Univ. Press, Cambridge, MA, 1988).
58. D. Chopra, *Quantum Healing: Exploring the Frontiers of Mind/Body Medicine* (Bantam, New York, 1989).
59. D. Zohar, *The Quantum Self* (Flamingo, London, 1991).
60. F. Capra, *The Tao of Physics: An Explanation of the Parallels Between Modern Physics and Eastern Mysticism* (Flamengo, London, 1991); F. Capra, *The Turning Point: Science, Society, and the Rising Culture* (Flamengo, London, 1997).
61. F. Crick, *The Astonishing Hypothesis: The Scientific Search for the Soul* (Charles Scribner's Sons, New York, 1994).
62. S. Hameroff (ed.), *Toward a Science of Consciousness* (Series of Tucson Conferences, AZ, 1994-).
63. D. Raković, Dj. Koruga (eds.), *Consciousness: Scientific Challenge of the 21st Century* (ECPD, Belgrade, 1995); Lj. Rakić, G. Kostopoulos, D. Raković, Dj. Koruga (eds.), *Brain and Consciousness: Proc. ECPD Workshop & Symposium* (ECPD, Belgrade, 1997).
64. E. Laszlo, *The Interconnected Universe Conceptual Foundations of Transdisciplinary Unified Theory* (World Scientific, Singapore, 1995).
65. B. Rubik, *Life at the Edge of Science* (Institute for Frontier Science, Oakland, CA, 1996).

6. DODACI

6.1 Talasne funkcije sistema identičnih bozona i fermiona. Paulijev princip isključenja

Talasna funkcija sistema od N identičnih čestica može biti ili simetrična ili antisimetrična funkcija u odnosu na uzajamnu zamenu (permutaciju) dve čestice. Simetrične talasne funkcije opisuju bozone (čestice sa celobrojnim spinom), dok antisimetrične talasne funkcije opisuju fermione (čestice sa polucelim spinom). Paulijev princip isključenja je posledica antisimetričnosti talasnih funkcija fermionskih sistema identičnih čestica [1].

Da bi ovo pokazali, razmotrimo sistem od N identičnih čestica, opisan talasnom funkcijom

$$\Psi(\zeta_1, \zeta_2, \dots, \zeta_i, \dots, \zeta_k, \dots, \zeta_N, t), \quad (6.1)$$

gde se pod ζ_i podrazumeva sveukupnost koordinata i spinskih promenljivih, koje karakterišu i -tu česticu.

Pri permutaciji dve čestice ($\zeta_i \leftrightarrow \zeta_k$), zbog identičnosti čestica stanje sistema se ne menja, odnosno rezultat merenja opisan kvadratom modula talasne funkcije (6.1), $|\Psi|^2 = \Psi^* \Psi$. Pošto se kvadrat modula ne menja, talasna funkcija (6.1) pri permutaciji dve čestice može se izmeniti samo za fazni faktor $\exp(i\alpha)$ (čiji je modul jednak jedinici):

$$\Psi(\zeta_1, \zeta_2, \dots, \zeta_i, \dots, \zeta_k, \dots, \zeta_N, t) = e^{i\alpha} \Psi(\zeta_1, \zeta_2, \dots, \zeta_k, \dots, \zeta_i, \dots, \zeta_N, t) \quad (6.2)$$

Ako se permutacija te iste dve čestice još jedanput ponovi, to na osnovu (6.2) pojavljuje se na kraju fazni faktor $\exp(i2\alpha)$, koji mora biti jednak jedinici – pošto se pri dvostrukoj uzajamnoj permutaciji talasne funkcije Ψ vraća u polazno stanje (6.1). Znači da je $\exp(i2\alpha) = 1$, odnosno

$$e^{i\alpha} = \pm 1. \quad (6.3)$$

Na taj način, iz (6.2) i (6.3) sledi da pri permutaciji dve identične čestice talasna funkcija sistema identičnih čestica ili ne menja znak (parna funkcija) ili menja znak (neparna funkcija)!

U slučaju N *neinteragujućih* identičnih čestica, stacionarna talasna funkcija predstavlja proizvod stacionarnih jednočestičnih talasnih funkcija, koja u opštem slučaju nije ni simetrična ni antisimetrična pri permutaciji dve čestice. To se najbolje vidi na primeru dvočestičnog sistema, u kome je od dve nesimetrizovane stacionarne dvočestične funkcije

$$\psi_{k_1}(\xi_1)\psi_{k_2}(\xi_2), \psi_{k_1}(\xi_2)\psi_{k_2}(\xi_1),$$

koje odgovaraju istoj ukupnoj energiji sistema ($E = E_{k_1} + E_{k_2}$), moguće formirati dve simetrizovane kombinacije iste energije:

$$\psi_s = \frac{1}{\sqrt{2}} [\psi_{k_1}(\xi_1)\psi_{k_2}(\xi_2) + \psi_{k_1}(\xi_2)\psi_{k_2}(\xi_1)] \quad (6.4)$$

$$\psi_a = \frac{1}{\sqrt{2}} [\psi_{k_1}(\xi_1)\psi_{k_2}(\xi_2) - \psi_{k_1}(\xi_2)\psi_{k_2}(\xi_1)] \quad (6.5)$$

od kojih je prva simetrična, a druga antisimetrična pri permutaciji čestica (množitelj $1/\sqrt{2}$ obezbeđuje normiranost simetrizovanih talasnih funkcija na jedinicu, pri čemu se smatra da su jednočestične talasne funkcije ψ_{k_1} i ψ_{k_2} ortonormirane). Formule (6.4-5) mogu se generalisati za sistem od N identičnih neinteragujućih čestica, u formi

$$\psi_s = \sqrt{\frac{n_1!n_2!\cdots n_N!}{N!}} \sum_p \psi_{k_1}(\xi_1)\psi_{k_2}(\xi_2)\cdots\psi_{k_N}(\xi_N), \quad (6.6)$$

$$\psi_a = \frac{1}{\sqrt{N!}} \begin{vmatrix} \psi_{k_1}(\xi_1) & \psi_{k_1}(\xi_2) & \cdots & \psi_{k_1}(\xi_N) \\ \psi_{k_2}(\xi_1) & \psi_{k_2}(\xi_2) & \cdots & \psi_{k_2}(\xi_N) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \psi_{k_N}(\xi_1) & \psi_{k_N}(\xi_2) & \cdots & \psi_{k_N}(\xi_N) \end{vmatrix}, \quad (6.7)$$

U slučaju *simetrične talasne funkcije* (6.6), sumiranje ide po svim permutacijama sa ponavljanjem indeksa k_1, k_2, \dots, k_N , pri čemu n_i označava broj tih indeksa koji imaju jednu istu vrednost (jedno isto

jednočestično kvantno stanje), odnosno koliko se čestica nalazi u datom ψ_{k_i} - stanju, pri čemu je $\sum_i n_i = N$. Broj sabiraka u izrazu (6.6) predstavlja broj permutacija sa ponavljanjem, $N!/n_1!n_2!\cdots n_N!$, što i određuje normirajući množitelj, s obzirom na ortonormiranost jednočestičnih funkcija ψ_{k_i} . Očito je da simetrična talasna funkcija (6.6) omogućava postojanje *više čestica* u nekom istom i -tom jednočestičnom kvantnom stanju, što odgovara *bozonima*, koji se zbog takvog mogućeg oblika zauzetosti jednočestičnih stanja podvrgavaju *Boze-Ajnštajnovoj statistici*.

U slučaju *antisimetrične talasne funkcije* (6.7), u jednom kvantnom jednočestičnom stanju može se naći samo jedna čestica (ako je $k_1 = k_2$, tada su dve vrste determinante jednake, pa determinanta postaje jednaka nuli). Tada je $n_1 = n_2 = \cdots = n_N = 1$, pa se opštiji normirajući faktor u (6.6) svodi na $1/\sqrt{N!}$ u izrazu (6.7). Činjenica da antisimetrična talasna funkcija (6.7) dozvoljava da se u jednom kvantnom jednočestičnom stanju može naći *samo jedna čestica* – predstavlja *Paulijev (1925) princip isključenja*, što odgovara *fermionima*, koji se zbog takvog mogućeg oblika zauzetosti jednočestičnih stanja podvrgavaju *Fermi-Dirakovoj statistici*.

Dakle, sistem od N identičnih neintegrirajućih bozona opisuje se simetričnom talasnom funkcijom (6.6), a sistem fermiona antisimetričnom funkcijom (6.7). Pauli (1940) je pokazao u kvantnoj teoriji polja (namećući zahtev relativističke invarijantnosti jednačina polja) da postoji veza između spina i statistike. Čestice sa *celim spinom* (0, 1, 2, ...) podvrgavaju se *Boze-Ajnštajnovoj statistici*, a čestice sa *polucelim spinom* (1/2, 3/2, 5/2, ...) *Fermi-Dirakovoj statistici*! Otuda *elektroni* (spina 1/2) predstavljaju fermione i za njih važi Paulijev princip isključenja, što je vrlo bitno za objašnjenje elektronske strukture atoma (tj. Mendeljejevog (1869) Periodnog sistema elemenata), molekula i čvrstih tela! S druge strane, *fotoni* (kvanti elektromagnetnog polja), *fononi* (kvanti vibracija kristala) i *dvoelektronski Kuperovi superprovodni parovi* – primeri su bozona!

6.2 Kvantna hemija i spektroskopija molekula. Adijabatska, harmonijska i dipolna aproksimacija

U sistemu koordinata u kome se molekul kao celina ne kreće ni translatorno ni rotaciono, elektronsko-vibraciona Šredingerova jednačina ima oblik:

$$(\hat{T}_e(r) + \hat{T}_j(q) + V_{ej}(r, q) + V_{ee}(r) + V_{jj}(q))\psi_{ev}(r, q) = E_{ev}\psi_{ev}(r, q) \quad (6.8)$$

sa uključenim operatorima kinetičke energije podsistema elektrona i jezgara (\hat{T}_e i \hat{T}_j) i svih kulonovskih interakcija elektrona i jezgara (elektroni-jezgra (V_{ej}), elektroni-elektroni (V_{ee}), i jezgra-jezgra (V_{jj})). Ovo je Šredingerova jednačina u kulonovskoj aproksimaciji (dok se složenije interakcije tipa spin-orbitalnih i spinskih zanemaruju kao efekat višeg reda), koja se standardno koristi u Kvantnoj hemiji i spektroskopiji molekula [1,2].

Šredingerova jednačina (6.8) ne može se egzaktno rešiti, pa je neophodno pribеći nizu aproksimacija. Najšire upotrebljavana je Born-Openhajmerova adijabatska aproksimacija, zasnovana na pretpostavci da su jezgra atoma u molekula nepokretna ($\hat{T}_j \ll \hat{T}_e$) zbog $m_j^{-1} \ll m_e^{-1}$. U tom slučaju se problem svodi na kretanje elektrona u polju mnogih nepokretnih jezgara (član $V_{jj}(q)$ se može uračunati kao aditivni dodatak energiji čisto elektronskog kretanja) pa se talasna funkcija ψ_{ev} može predstaviti u faktorisanom obliku (zbog dekoplovanja elektronskih i vibracionih stepeni slobode)

$$\psi_{ev}(r, q) = \psi_e(r, q)\psi_v(q) \quad (6.9)$$

i jednačina (6.8), daje formu elektronske Šredingerove jednačine

$$(\hat{T}_e(r) + V_{ej}(r, q) + V_{ee}(r) + V_{jj}(q))\psi_e(r, q) = E_e\psi_e(r, q) \quad (6.10)$$

I elektronska Šredingerova jednačina (6.10) rešava se, takođe, samo aproksimativnim metodama najčešće varijacionog tipa: određuju se ekstremne vrednosti totalne elektronske energije molekula $\langle \psi_e | H_e | \psi_e \rangle$, sa različitim uprošćenjima elektronskog Hamiltonijana H_e (u najčešće matričnoj, Hajzenbergovoj reprezentaciji) uz predstavljanje elektronske

talasne funkcije ψ_e u obliku Slejterovih determinanti (ili njihovih linearnih kombinacija) sa molekulskim orbitalama, koje se pak traže u formi linearnih kombinacija atomskih orbitala (LKAO). Osim ovih *kvantno-hemijskih* aproksimacija (CNDO, MINDAO, PPP, HFR, CI ...), koriste se i aproksimativne metode iz *fizike kondenzovanog stanja* [3].

Rešavanjem (6.10) na jedan ili drugi način, dobijaju se vrednosti elektronskih nivoa energije $E_{en}(q)$, koji zavise od fiksiranog međusobnog rasporeda jezgara (q). Deformišući molekul u širokom intervalu izmene relativnih položaja jezgara, vrednosti $E_{en}(q)$ ($n = 1, 2, 3...$) opisivaće glatku površ, tzv. *potencijalnu hiperpovrš* (ustvari q (ili ζ) označava skup variranih relativnih položaja svih N atoma u odgovarajućim međuatomskim konfiguracijama $\{l_{12}, l_{13}, \dots, l_{N-1}, l_N\}$, koji se naziva *koordinata hemijske reakcije*). Presek $E_e(q)$ duž nekog l_{ij} daje *potencijalnu krivu* (isprekidana linija na Sl. 3.4 u Gl. 3, koja se u kinetici fermentativnih reakcija prikazuje i kao potencijalna kriva slobodne energije u funkciji koordinate hemijske reakcije, v. Sl. 3.1). Ukoliko potencijalna hiperpovrš ima više minimuma, oni odgovaraju različitim stabilnim *izomerima* (makro) molekula!

Ustanovimo dalje kakvu jednačinu mora zadovoljavati vibracioni deo $\psi_v(q)$ talasne funkcije (6.9), polazeći od srednje vrednosti polaznog elektronsko-vibracionog Hamiltonijana u elektronsko-vibracionom stanju:

$$\bar{H}_{ev} = \langle \psi_e \psi_v | \hat{T}_v + H_e | \psi_e \psi_v \rangle = E_{ev}, \quad (6.11)$$

gde je uvedena zamena oznake za kinetičku energiju jezgara $\hat{T}_j \equiv \hat{T}_v$. Integraljenje u (6.11) po elektronskim koordinatama, s uračunavanjem ortonormiranosti talasnih funkcija uz pretpostavku da je zavisnost funkcije $\psi_e(r, q)$ od q *slaba* (što je tačno u odsustvu degeneracije elektronskog nivoa E_e) tako da se može zanemariti delovanje \hat{T}_v na $\psi_e(r, q)$, daje

$$\int \psi_v^*(q) [\hat{T}_v(q) + E_e(q)] \psi_v(q) dq = E_e(0) + E_v. \quad (6.12)$$

Prikazujući $E_e(q) = E_e(0) + \Delta E_e(q)$ (gde kao nulu apscise sistema referencije biramo položaj minimuma potencijalne hiperpovrši) dobija se

$$\int \psi_v^*(q) [\hat{T}_v(q) + \Delta E_e(q)] \psi_v(q) dq = E_v,$$

na osnovu čega zaključujemo da je *vibraciona Šredingerova jednačina*, u adijabatskoj aproksimaciji, oblika

$$\{\hat{T}_v(q) + \Delta E_e(q)\} \psi_v(q) = E_v \psi_v(q), \quad (6.13)$$

u kojoj *ulogu potencijalne energije* igra $\Delta E_e(q)$ kao razlika energija 'dna jame' i njene vrednosti pri datoj deformaciji q jezgara u odnosu na ravnotežni ($q = 0$) položaj. Ukoliko potencijalna hiperpovrš molekula ima dovoljno dubok minimum, kretanje jezgara imaće "finitni" karakter, što u saglasnosti sa opštim zakonima kvantne mehanike nameće diskretni skup rešenja E_v . Pošto je $m_j^{-1} \ll m_e^{-1}$, to su vrednosti $E_v \ll E_e$, što dovodi do uobičajenog rasporeda elektronskih i vibracionih nivoa energije višeelektronskog molekula ($\Delta E_v \sim 10^{-3} \cdot \Delta E_e$). Očito se vibracioni problem mora rešavati posebno za svako elektronsko stanje $\Delta E_{en}(q)$, jer se njihove potencijalne hiperpovrš (za $n = 1, 2, 3...$) mogu veoma razlikovati.

Ako se potencijalna hiperpovrš $\Delta E_e(q) \equiv V(q)$ razvije oko minimuma ($V(0) = 0$) i zadrži samo član drugog reda (pošto je član prvog reda $[\partial V(q) / \partial q]_{q=0} = -F = 0$ u okolini minimuma), radi se o *harmonijskoj aproksimaciji*, u kojoj vibracioni Hamiltonijan u matricnoj formi

$$\hat{H}_v = \frac{1}{2} \sum_{\alpha, \beta} (\tau_{\alpha\beta} p_\alpha p_\beta + u_{\alpha\beta} q_\alpha q_\beta) = \frac{1}{2} \{ \|\tilde{p}\| T_p \|p\| + \|\tilde{q}\| U_q \|q\| \} \quad (6.14)$$

ima oblik sume dve kvadratne forme, koje se zbog pozitivne definitnosti realnih simetričnih matrica T_p i U_q mogu istovremeno dijagonalizovati (prelaskom sa generalisanih koordinata $\|q\|$ na tzv. *normalne koordinate* $\|Q\|$: $\|q\| = L_q \|Q\|$), pa \hat{H}_v *poprima oblik sume jednodimenzionih Hamiltonijana* ($3N-6$, ukupno, koliko ima unutrašnjih vibracionih stepeni slobode)

$$\hat{H}_v = \frac{1}{2} \sum_\alpha (\hat{P}_\alpha^2 + \lambda_\alpha Q_\alpha^2) = \sum_\alpha \left(-\frac{\hbar^2}{2} \frac{\partial^2}{\partial Q_\alpha^2} + \frac{1}{2} \lambda_\alpha Q_\alpha^2 \right) = \sum_\alpha \hat{h}_\alpha \quad (6.15)$$

koji odgovaraju hamiltonijanu *harmonijskog oscilatora* jedinične mase, sa rešenjima oblika

$$E_{v_\alpha} = \hbar \sqrt{\lambda_\alpha} \left(v_\alpha + \frac{1}{2} \right) = \hbar \omega_\alpha \left(v_\alpha + \frac{1}{2} \right) \quad (6.16)$$

$$\psi_{v_\alpha} = N_{v_\alpha} e^{-a^2 \omega_\alpha Q_\alpha^2} H_{v_\alpha} \left(a \omega_\alpha^{1/2} Q_\alpha \right)$$

(gde su H_v - Hermitovi polinomi, v_α - vibracioni kvantni broj, ω_α - učestanost harmonijskog oscilatora u α -tom normalnom modu, N_{v_α} - normirajući množitelj), a ukupno rešenje vibracionog problema za molekul ima oblik

$$E_v = \sum_\alpha E_{v_\alpha} = \sum_\alpha \hbar \omega_\alpha \left(v_\alpha + \frac{1}{2} \right) \quad (6.17)$$

$$\psi_v = \prod_\alpha N_{v_\alpha} e^{-a^2 \omega_\alpha Q_\alpha^2} H_{v_\alpha} \left(a \omega_\alpha^{1/2} Q_\alpha \right)$$

Pri ozračivanju molekula infracrvenim zračenjem može se ostvariti apsorpcija kvanata zračenja, praćena različitim prelazima molekula među vibracionim nivoima. Prelazi praćeni izmenom jednog kvantnog broja ($\Delta v_\alpha = 1$) nazivaju se *fundamentalnim* pri čemu se apsorbuje ili emituje kvant svetlosti energije $\hbar \omega_\alpha$. Mogući su (ali znatno manje verovatni) i prelazi za dva kvantna broja ($\Delta v_\alpha = 2$ – tzv. *overtonovi*) ili prelazi dva kvantna broja za po jedan ($\Delta v_\alpha = 1$ i $\Delta v_\beta = 1$ – tzv. *kombinovani* prelazi).

Pri dijagonalizaciji vibracionog Hamiltonijana (6.14) dobija se i L_q -matrica prelaza sa generalisanih na normalne vibracione koordinate, čiji vektori kolone $\| \ell_q \|$ zadovoljavaju jednačinu:

$$(T_p U_q - \lambda_\alpha I) \| \ell_q \|^{(\alpha)} = 0 \quad (6.18)$$

odnosno predstavljaju svojstvene vektore (a $\lambda_\alpha = \omega_\alpha^2$ svojstvene vrednosti) dinamičke matrice $D = T_p U_q$; svojstveni vektori definišu tzv. forme normalnih vibracija.

U dipolnoj aproksimaciji je verovatnoća apsorpcije, a znači i intenzivnost apsorpcionih traka (J), određena brojem upadnih fotona (tj. intenzivnošću upadnog svetlosnog snopa), brojem molekula koji se nalaze u osnovnom stanju (m) i Ajnštajnovim koeficijentom (B_{mn}), koji je u slučaju optičkih prelaza (kada je energija fotona mala) proporcionalan kvadratu matičnog elementa dipolnog momenta sistema za prelaz iz početnog (m) u krajnje stanje (n) molekula:

$$J_{ev}^{i,f} \sim (\bar{\mu}_{ev}^{i,f})^2 = \left(\iint \Psi_{ev}^{f*} \bar{\mu}_{ev} \Psi_{ev}^i dr dq \right)^2 \quad (6.19)$$

gde su $\Psi_{ev}^{(i)} = \Psi_e^{(i)}(r, Q) \Psi_v^i(Q)$ i $\Psi_{ev}^{(f)} = \Psi_e^{(f)}(r, Q) \Psi_v^f(Q)$ elektronsko-vibracione talasne funkcije molekula u početnom i krajnjem stanju, a operator dipolnog momenta

$$\bar{\mu}_{ev} = \sum_{\ell=1}^N Z_\ell \vec{R}_\ell - \sum_{j=1}^N \vec{r}_j = \bar{\mu}_v + \bar{\mu}_e \quad (6.20)$$

sadrži doprinose svih jezgara i elektrona u molekulu.

Matrični element dipolnog prelaza može se prepisati u obliku

$$\bar{\mu}_{ev}^{i,f} = \iint \Psi_e^{f*} \Psi_v^{f*} (\bar{\mu}_e + \bar{\mu}_v) \Psi_e^i \Psi_v^i dr dq = \bar{\mu}_e^{i,f} S_v^{i,f} + \bar{\mu}_v^{i,f} S_e^{i,f} \quad (6.21)$$

gde su odgovarajući integrali prekrivanja elektronskih i vibracionih komponenti jednaki:

$$S_e^{i,f} = \int \Psi_e^{f*} \Psi_e^i dr, \quad (6.22)$$

$$S_v^{i,f} = \int \Psi_v^{f*} \Psi_v^i dq.$$

Dipolnu aproksimaciju moguće je primeniti i na teoriju izomernih prelaza (iz jedne izomerne forme u drugu tj. iz jednog u drugi minimum na energetskej hiperpovrši osnovnog elektronskog stanja): $\Psi_e^i(q_1) \Psi_{v_1}^i \rightarrow \Psi_e^f(q_2) \Psi_{v_2}^f$, pa se iz (6.21) i (6.22) vidi da su ovakvi izomerni prelazi mogući ako su integrali prekrivanja i dipolni momenti

elektronskih i vibracionih prelaza za ove dve izomerne forme neiščežavajući, a odigravaju se rezonantno između vibracionih nivoa viših stanja uz ispunjen uslov (v. Sl. 3.4 u Gl. 3):

$$E_{e_0}^i(q_i) + E_{v_1}^i = E_{e_0}^f(q_f) + E_{v_2}^f$$

6.3 Druga kvantizacija. Fejnmanova propagatorska forma kvantne mehanike

Grinova funkcija (propagator) se u nerelativističkoj aproksimaciji uvodi razmatranjem procesa rasejanja preko Hajgensovog principa, saglasno kome je amplituda talasa koji dolaze u tačku r' u trenutku t' ($\psi(r', t')$) proporcionalna polaznoj amplitudi ($\psi(r, t)$) smatrajući da je u trenutku $t < t'$ svaka tačka r bila izvor sfernog talasa:

$$\psi(r', t') = i \int_V \bar{G}(r', t'; r, t) \psi(r, t) dr ; (t' > t) \quad (6.23)$$

gde je nalaženje Grinove funkcije/propagatora $\bar{G}(r', t'; r, t) = -ih(t'-t) \sum_i \psi_i(r', t') \psi_i^*(r, t)$ ekvivalentno potpunom rešenju

Šredingerove jednačine (sa skupom bazisnih funkcija $\{\psi_i(r, t)\}$) u Fejnmanovoj reprezentaciji u Kvantnoj teoriji višečestičnih sistema [1,4].

Fizički svet se sastoji od mnoštva interagujućih višečestičnih sistema. U principu, N -čestična talasna funkcija u konfiguracionom prostoru sadrži svu potrebnu informaciju, ali je direktno rešenje Šredingerove N -čestične jednačine praktično nemoguće, zbog čega se pribegava različitim aproksimacijama (od kojih su kvantno-hemijske pomenute u Dod. 6.2). Jedan od pristupa fizike kondenzovanog stanja jeste *Kvantna teorija višečestičnih sistema*, bazirana na tehnikama *druge kvantizacije*, *kvantne teorije polja* i korišćenju *Grinovih funkcija* (tj. *propagatora*). U *relativističkoj teoriji*, koncept *druge kvantizacije* je suštinski bitan za opis *kreacije i anihilacije čestica*, ali čak i u *nerelativističkoj teoriji* metod *druge kvantizacije* *znatno uprošćava* razmatranje mnoštva *interagujućih identičnih čestica*! Ovaj pristup *samo*

reformuliše polaznu Šredingerovu jednačinu, ali donosi znatna preimućstva: (a) operatori druge kvantizacije inkorporiraju statistiku (bozona ili fermiona) kroz odgovarajuće (komutacione ili antikomutacione) relacije između operatora kreacije i anihilacije; (b) metodi kvantne teorije višečestičnih sistema omogućavaju koncentrisanje na nekoliko matricnih elemenata od direktnog interesa za datu fizičku aproksimaciju; (c) Grinove funkcije/propagatori sadrže glavne fizičke informacije (energija i druge termo-dinamičke funkcije osnovnog i pobuđenog stanja, vreme života pobuđenih stanja, i linearni odgovor na spoljašnje perturbacije).

U drugoj kvantizaciji talasne funkcije $\Psi(\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_N, t)$ sistema N identičnih čestica (v. izraze (6.1) i (6.6-7) za bozone i fermione), gde se pod ξ_i podrazumeva sveukupnost koordinata i spinskih promenljivih koje karakterišu i -tu česticu, zamenjuju se apstraktnim vremenski zavisnim vektorima stanja $|\Psi(t)\rangle$ u okupacionom bazisu $|n_1 n_2 \dots n_k \dots n_\infty\rangle$ nezavisnom od koordinata čestica, čija notacija označava da se n_i čestica nalazi u jednočestičnom stanju k_i ($i = 1, 2, \dots, k, \dots, \infty$), $\left(|\Psi(t)\rangle = \sum_{\{n_i\}} f(n_1 n_2 \dots n_k \dots n_\infty, t) |n_1 n_2 \dots n_k \dots n_\infty\rangle \right)$, a definišu se i vremenski nezavisni operatori anihilacije i kreacije (\hat{a}_k, \hat{a}_k^+) koji zadovoljavaju (bozonske) komutacione relacije $([\hat{a}_k, \hat{a}_k^+] = \delta_{kk}, [\hat{a}_k, \hat{a}_k] = [\hat{a}_k^+, \hat{a}_k^+] = 0)$ odnosno (fermionske) anti-komutacione relacije $(\{\hat{a}_k, \hat{a}_k^+\} = \delta_{kk}, \{\hat{a}_k, \hat{a}_k\} = \{\hat{a}_k^+, \hat{a}_k^+\} = 0)$, sa karakteristikama:

$$\begin{aligned} \hat{a}_k | \dots n_k \dots \rangle &= (-1)^{S_k} \sqrt{n_k} | \dots n_k - 1 \dots \rangle \\ \hat{a}_k^+ | \dots n_k \dots \rangle &= (-1)^{S_k} \sqrt{n_k + 1} | \dots n_k + 1 \dots \rangle \\ \hat{a}_k^+ \hat{a}_k | \dots n_k \dots \rangle &= n_k | \dots n_k \dots \rangle \end{aligned} \quad (6.24)$$

[uz uslove $n_k = 0, 1, 2, \dots, \infty$; $S_k = 0$ (bozoni) i $n_k = 0, 1$;

$S_k = n_1 + n_2 + \dots n_{k-1}$ (fermioni)], sa Šredingerovom jednačinom:

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} |\Psi(t)\rangle = \hat{H} |\Psi(t)\rangle, \quad (6.25)$$

i Hamiltonijanom

$$\hat{H} = \sum_{i,j} \hat{a}_i^+ \langle i|\hat{T}|j\rangle \hat{a}_j + \frac{1}{2} \sum_{i,j,k,l} \hat{a}_i^+ \hat{a}_j^+ \langle ij|V|kl\rangle \hat{a}_l \hat{a}_k, \quad (6.26)$$

gde su $\langle i|\hat{T}|j\rangle$ i $\langle ij|V|kl\rangle$ matrični elementi kinetičke i potencijalne energije između jednočestičnih stanja (standardne) *prve kvantizacije* (u Dirakovoj notaciji tzv. 'bra' $\langle i|$ i 'ket' $|j\rangle$) vektora stanja, koji korespondiraju sa standardnim konjugovano-kompleksnim talasnim funkcijama ψ_i^* i talasnim funkcijama ψ_j , pri čemu se u matričnim elementima podrazumeva integracija po odgovarajućim koordinatama talasnih funkcija i operatora!).

6.4 Kvantne osnove RRM-modela rezonantnog prepoznavanja

Suštinu modela rezonantnog prepoznavanja između makromolekula predstavlja analiza diskretnog signala ili primarne strukture proteina, odnosno sekvence aminokiselina. Prema već poznatom postupku [5], svakoj aminokiselini se pridružuje srednja vrednost energije valentnih elektrona E_m koja je unapred određena, nakon čega se prelazi u inverzni prostor određivanjem direktnog Furijeovog transformata (DFT). Koeficijenti DFT-a su određeni izrazima:

$$E(n) = \sum_m E_m e^{-i \frac{2\pi mn}{N}}, \quad (6.27)$$

gde je N broj aminokiselina u datoj sekvenci, dok je n red informacionog spektra. Na osnovu toga definiše se amplitudni spektar:

$$S(n) = E(n)E^*(n); \quad n = 1, 2, \dots, \frac{N}{2} \quad (6.28)$$

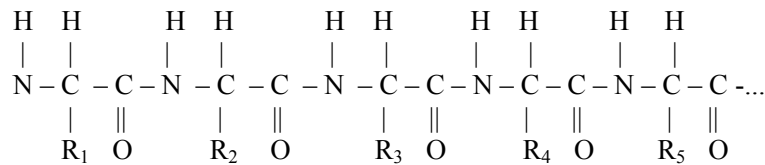
koji je vrlo pogodan za analizu količine informacija sadržanih u makromolekulu i koji se još naziva informacioni spektar. Gornji rezultat

se može generalizovati u slučaju kada postoji grupa sekvenci koje pripadaju proteinima sa istom i sličnom biološkom funkcijom:

$$M(n) = \prod_{i=1}^m S_i(n); \quad n = 1, 2, \dots, \frac{N}{2} \quad (6.29)$$

gde se pojavljuje karakteristični pik u informacionom spektru za datu biološku funkciju. Jedan karakterističan primer je grupa proteina membrane HIV-virusa [6], za koje je primenom RRM modela određena karakteristična frekvencija $f = 0,1855 \pm 0,001$, na kojoj se vezuju za antigen *CD4* na površini ljudske ćelije; u tom smislu dizajnirano je više antitela sa istim karakterističnim frekvencijama, pri čemu je fazna razlika informacionih spektara proteina virusa i antitela približno π radijana.

Sekvence aminokiselina primarne strukture proteina uslovljavaju građu i njihovu biološku funkciju, zbog čega je njihovo razumevanje izuzetno značajno za razjašnjenje problema biomolekularnog prepoznavanja. U tom smislu, Hikelova teorija [7] može biti pogodan teorijski okvir, ukoliko se pođe od opšte građe primarne strukture:

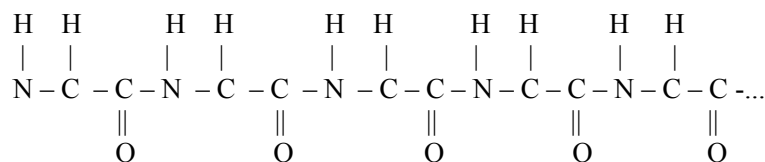


gde su izrazima R_1, R_2, \dots, R_N označeni ostaci aminokiselina koji određuju informaciju koju nosi primarna struktura, dok su C, N, H, O atomi ugljenika, azota, vodonika i kiseonika. Redosled ovih ostataka određuje informaciju relevantnu za biološku funkciju proteina, koja se ispoljava karakterističnim frekventnim pikom u Furijeovom spektru

$$DFT = E(k) = \sum_m E_m e^{-i \frac{2\pi mk}{N}}$$

sekvence (redosleda) aminokiselinskih energija interakcije valentnih elektrona sa atomskim ostacima E_m ($m = 1, 2, \dots, N$), ($k = 1, 2, \dots, N/2$).

U toku daljeg postupka, prvo će biti razmotren glavni lanac, bez rezidualnih veza:



Stvari se mogu pojednostaviti ukoliko strukturni motiv oblika $-NH-C\dot{H}-CO=$, grubo rečeno, razmotrimo kao jednu elementarnu ćeliju, kojoj se pridružuje talasna funkcija φ_m (kao molekularna orbitala (MO) u formi linearne kombinacije atomskih orbitala (LKAO) centriranih na m -toj elementarnoj ćeliji). U tom slučaju se dobija periodični jedno-dimenzionalni lanac talasne funkcije oblika:

$$\psi = \sum_m c_m \varphi_m; \quad (m = 1, 2, \dots, N). \quad (6.30)$$

Uvrštavanjem u Šredingerovu jednačinu $H\psi = E\psi$, dolazi se do izraza:

$$\begin{aligned}
 \sum_m c_m \int \varphi_n^* H \varphi_m dV &= E \sum_m c_m \int \varphi_n^* \varphi_m dV; \quad (n = 1, 2, \dots, N) \\
 \int \varphi_n^* \varphi_m dV &= \delta_{nm}.
 \end{aligned} \quad (6.31)$$

Gornji izraz se može preglednije predstaviti u matričnom obliku:

$$\begin{bmatrix}
 H_{11} - ES_{11} & H_{12} - ES_{12} & \dots & H_{1N} - ES_{1N} \\
 H_{21} - ES_{21} & H_{22} - ES_{22} & \dots & H_{2N} - ES_{2N} \\
 \cdot & & & \\
 \cdot & & & \\
 H_{N1} - ES_{N1} & H_{N2} - ES_{N2} & \dots & H_{NN} - ES_{NN}
 \end{bmatrix}
 \begin{bmatrix}
 c_1 \\
 c_2 \\
 \cdot \\
 \cdot \\
 c_N
 \end{bmatrix}
 = 0 \quad (6.32)$$

U toku daljeg matematičkog tretmana koristi se i aproksimacija najbližih suseda $H_{mn} = \int \varphi_n^* H \varphi_m dV \neq 0; (m = n \pm 1)$, kao i uslov za integrale prekrivanja talasnih funkcija oblika:

$$S_{nm} = \int \varphi_n^* \varphi_m dV = \begin{cases} 1; & n = m; \\ 0; & n \neq m \end{cases} \quad (6.33)$$

slično kao u Hikelovoj teoriji. Kombinovanjem izraza (6.31) i (6.32), kao i cikličnih graničnih uslova sledi:

$$\begin{bmatrix} H_0 - E & H_1 & 0 & \dots & 0 \\ H_1 & H_0 - E & H_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & & H_1 & H_0 - E & H_1 & \dots & 0 \\ \vdots & & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ H_1 & 0 & 0 & \dots & H_1 & H_0 - E \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ c_n \end{bmatrix} = 0 \quad (6.34)$$

$$H_0 = \int \varphi_n^* H \varphi_n dV; \quad H_1 = \int \varphi_n^* H \varphi_m dV .$$

Analizom gornjeg izraza može se uočiti rekurentna formula:

$$c_{m-1}H_1 + c_m(H_0 - E) + c_{m+1}H_1 = 0; \quad (6.35)$$

koja se može rešiti ukoliko se koeficijenti izaberu u obliku

$$c_m^{(k)} = e^{i \frac{2\pi mk}{N}} \quad (\text{periodičnost}), \text{ gde indeks } m = 1, 2, \dots, N \text{ označava}$$

broj ćelije, dok se indeks $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm \frac{N}{2}$, odnosi na *molekularne*

orbitale (vezna i antivezna orbitala). Nakon jednostavnih algebarskih transformacija izraza (6.35) dobija se formula kojom se opisuje (jednoelektronska) energija molekularnih orbitala:

$$E(k) = H_0 + 2H_1 \cos \frac{k\pi}{l}; \quad (6.36)$$

$$k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm \frac{N}{2}; \quad l = \frac{N}{2};$$

kojima odgovaraju svojstvene funkcije:

$$\psi^{(k)} = \sum_m c_m^{(k)} \varphi_m . \quad (6.37)$$

Sa ovako određenim svojstvenim funkcijama izračunava se popravka energetske stanja koju unose radikalni ostaci R_1, R_2, \dots, R_N u prvom redu perturbacionog računa [8]:

$$\Delta E^{(k)} = \langle \psi^{(k)} | H_{\text{int}}(k) | \psi^{(k)} \rangle. \quad (6.38)$$

Specifikacijom interakcionog potencijala u formi $H_{\text{int}}(k) = \frac{1}{N} \sum_m W_m$,

$W_m \varphi_m = E_m \varphi_m \delta_{m'm}$ (gde za (jednoelektronsku) energiju interakcije m -tih rezidualnih ostataka R_m i m -tih elementarnih ćelija možemo uzeti srednju vrednost energije valentnih elektrona m -te aminokiseline E_m koja je specifično određena lokalnom elektronskom strukturom samih rezidualnih ostataka R_m [5], sa odgovarajućim svojstvenim talasnim funkcijama φ_m kao MO LKAO centriranih na m -toj elementarnoj ćeliji, dok je $1/N$ normirajući faktor za (jedno-elektronske) energetske popravke prvog reda), posle kraćeg računa sledi:

$$\Delta E^{(k)} = \frac{1}{N} \sum_{mm'} c_m^{(k)} c_n^{(k)*} E_m \langle \varphi_n | \varphi_m \rangle \delta_{m'm} = \frac{1}{N} \sum_m E_m. \quad (6.39)$$

Dakle, na bazi uprošćene Hikelove teorije molekularnih orbitala, vidi se da je DFT (6.27) u bioinformativnom RRM modelu u osnovi povezan sa *sekvencijalnim doprinosom energetske popravke prvog reda* u okviru perturbacionog računa (6.39) (odnosno sa *primarnom sekvencijom aminokiselinskih ostataka*, a ne sa (jednoelektronskom) energijom periodičnog dela proteinskog lanca), koji dalje figuriše u amplitudnom spektru (6.28).

Konačno, rezultati RRM modela impliciraju da se biomolekularnom nivou procesiranje informacija odvija u *recipročnom prostoru* Furijeovih spektara primarne sekvence biomolekula, slično (kvantno)holografskim idejama [9] da se kognitivno procesiranje informacija odvija u *recipročnom prostoru* Furijeovih spektara perceptivnih stimulusa, sugerišući *kvantno-holografsko fraktalno sprezanje* različitih hijerarhijskih nivoa u živim sistemima, sa značajnim psihosomatsko-kognitivnim implikacijama (v. Gl. 5).

6.5 Operator gustine. Fon Nojmanova entropija

U Kvantnoj mehanici stanja koja ne mogu biti opisana vektorima stanja $|\psi\rangle$ odnosno tzv. čistim stanjima, nazivaju se mešanim stanjima (ili statističkim mešavinama) i opisuju se operatorom gustine mešanog stanja (ili statističkim operatorom)

$$\hat{\rho} = \sum_i |c_i|^2 |\psi_i\rangle\langle\psi_i| \equiv \sum_i |\psi_i\rangle p_i \langle\psi_i| \quad (6.40)$$

(pri čemu se koristi Dirakova notacija uvedena u prethodnom odeljku, dok je $p_i \equiv |c_i|^2$ verovatnoća da se kvantni sistem nađe u i -tom stanju ansambla $|\psi_i\rangle$, a sumiranje ide po čitavom ansamblu (u smislu kvantne i statističke fizike!) i uzima se da su stanja ansambla normirana $\langle\psi_i|\psi_i\rangle = 1$ (ali ne nužno ortogonalna!)). Pri tome verovatnoće uobičajeno zadovoljavaju: $0 \leq p_i \leq 1$, $\sum_i p_i = 1$, $\sum_i p_i^2 \leq 1$). Za slučaj da svi p_i iščekavaju osim j -tog ($p_i = \delta_{ij}$) dobija se

$$\hat{\rho} = |\psi_j\rangle\langle\psi_j| \quad (6.41)$$

operator gustine čistog stanja $|\psi_j\rangle$ (koji je 'projekcioni operator' na stanje $|\psi_j\rangle$, a u opštem slučaju (6.40) operator gustine je suma projekcionih operatora po ansamblu, sa verovatnoćom kao težinskim faktorom za svaki član ansambla!) [1,5-7].

Uvodeći kompletan, ortonormirani bazis $\{|\varphi_n\rangle\}$ ($\sum_n |\varphi_n\rangle\langle\varphi_n| = 1$) svojstvenih stanja neke opservable (recimo energije), i -ti član ansambla može se prepisati kao

$$|\psi_i\rangle = \sum_n |\varphi_n\rangle\langle\varphi_n|\psi_i\rangle = \sum_n c_n^{(i)} |\varphi_n\rangle \quad (6.42)$$

gde je $c_n^{(i)} = \langle \varphi_n | \psi_i \rangle$. Matrični element operatora $\hat{\rho}$ između svojstvenih stanja n i n' je

$$\langle \varphi_n | \hat{\rho} | \varphi_{n'} \rangle = \sum_i \langle \varphi_n | \psi_i \rangle p_i \langle \psi_i | \varphi_{n'} \rangle = \sum_i p_i c_n^{(i)} c_{n'}^{(i)*} \quad (6.43)$$

Veličine $\langle \varphi_n | \hat{\rho} | \varphi_{n'} \rangle$ formiraju elemente *matrice gustine*, čiji je trag ($Tr \hat{\rho}$) jednak

$$\begin{aligned} Tr \hat{\rho} &= \sum_n \langle \varphi_n | \hat{\rho} | \varphi_n \rangle = \sum_i \sum_n \langle \varphi_n | \psi_i \rangle p_i \langle \psi_i | \varphi_n \rangle \\ &= \sum_i \sum_n p_i \langle \psi_i | \varphi_n \rangle \langle \varphi_n | \psi_i \rangle = \sum_i p_i = 1 \end{aligned} \quad (6.44)$$

Pošto je $\hat{\rho}$ hermitski operator (što se vidi iz konstrukcije (6.40)), dijagonalni elementi $\langle \varphi_n | \hat{\rho} | \varphi_n \rangle$ moraju biti realni, pa iz jednačine (6.44) sledi: $0 \leq \langle \varphi_n | \hat{\rho} | \varphi_n \rangle \leq 1$.

Razmotrimo dalje kvadrat operatora *gustine*, $\hat{\rho}^2 = \hat{\rho} \cdot \hat{\rho}$. Za čisto stanje, za koje je $\hat{\rho} = |\psi\rangle\langle\psi|$, sledi

$$Tr \hat{\rho}^2 = Tr \hat{\rho} \quad (6.45)$$

odnosno

$$\hat{\rho}^2 = |\psi\rangle\langle\psi| |\psi\rangle\langle\psi| = |\psi\rangle\langle\psi| = \hat{\rho} \quad (6.46)$$

Za mešano stanje je

$$\hat{\rho}^2 = \sum_i \sum_j p_i p_j |\psi_i\rangle\langle\psi_i| |\psi_j\rangle\langle\psi_j| \quad (6.47)$$

čije nalaženje traga daje

$$\begin{aligned}
Tr\hat{\rho}^2 &= \sum_n \langle \varphi_n | \hat{\rho}^2 | \varphi_n \rangle \\
&= \sum_n \sum_i \sum_j p_i p_j \langle \varphi_n | \psi_i \rangle \langle \psi_i | \psi_j \rangle \langle \psi_j | \varphi_n \rangle \\
&= \sum_i \sum_j p_i p_j |\langle \psi_i | \psi_j \rangle|^2 \leq \left[\sum_i p_i \right]^2 = 1
\end{aligned} \tag{6.48}$$

gde je jednakost važi samo ako je $|\langle \psi_i | \psi_j \rangle|^2 = 1$ za svaki par stanja $|\psi_j\rangle$ i $|\psi_i\rangle$, što je moguće samo ako su svi $|\psi_i\rangle$ kolinearni u Hilbertovom prostoru, tj. ekvivalentni do na fazni faktor. Tako dobijamo kriterijum za čista i mešana stanja:

$$Tr\hat{\rho}^2 = 1 \quad (\text{čisto stanje}) \tag{6.49}$$

$$Tr\hat{\rho}^2 < 1 \quad (\text{mešano stanje})$$

Navodimo jedan *jednostavan primer*: razmotrimo superpoziciju, recimo, vakuurnskog i jedno-fotonskog snopa stanja, kao *čisto stanje*

$$|\psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} (|0\rangle + e^{i\theta} |1\rangle),$$

gde je θ neki fazni faktor. Operator gustine ovog *čistog stanja* jednak je

$$\hat{\rho}_\psi = |\psi\rangle\langle\psi| = \frac{1}{2} [|0\rangle\langle 0| + |1\rangle\langle 1| + e^{i\theta} |1\rangle\langle 0| + e^{-i\theta} |0\rangle\langle 1|] \tag{6.50}$$

dok je s druge strane operator gustine jednako zauzete *statističke mešavine* vakuurnskog i jedno-fotonskog stanja

$$\hat{\rho}_M = \frac{1}{2} [|0\rangle\langle 0| + |1\rangle\langle 1|] \tag{6.51}$$

Očito je da se dva operatora gustine, $\hat{\rho}_\psi$ i $\hat{\rho}_M$, razlikuju po prisustvu 'nedijagonalnih'/'koherentnih' članova u $\hat{\rho}_\psi$, dok ih nema u slučaju mešavine $\hat{\rho}_M$!

Za jedno od stanja ansambla $|\psi_i\rangle$, samog po sebi *čistog stanja*, srednja vrednost operatora \hat{O} data je sa $\langle \hat{O} \rangle_i = \langle \psi_i | \hat{O} | \psi_i \rangle$, pa je za *mešano stanje* srednja vrednost operatora \hat{O} po ansamblu jednaka

$$\langle \hat{O} \rangle = \sum_i p_i \langle \psi_i | \hat{O} | \psi_i \rangle = \text{Tr}(\hat{\rho} \hat{O}) \quad (6.52)$$

pošto je

$$\begin{aligned} \text{Tr}(\hat{\rho} \hat{O}) &= \sum_n \langle \varphi_n | \hat{\rho} \hat{O} | \varphi_n \rangle = \sum_n \sum_i p_i \langle \varphi_n | \Psi_i \rangle \langle \Psi_i | \hat{O} | \varphi_n \rangle = \\ &= \sum_i \sum_{ni} p_i \langle \Psi_i | \hat{O} | \varphi_n \rangle \langle \varphi_n | \Psi_i \rangle = \sum_i p_i \langle \Psi_i | \hat{O} | \Psi_i \rangle \end{aligned} \quad (6.53)$$

Prema *principu korespondencije*, fon Nojman je uveo *kvantno-mehaničku entropiju* kao srednju vrednost operatora $-k \ln \hat{\rho}$, odnosno prema (6.52)

$$S = -k \text{Tr}(\hat{\rho} \ln \hat{\rho}) \quad (6.54)$$

koja se posle proračuna traga svodi na Šenonovu *klasičnu entropiju*

$$S = -k \sum_i p_i \ln p_i \quad (6.55)$$

Za *čisto stanje* $\hat{\rho} = |\psi_j\rangle \langle \psi_j|$ iz (6.57) se dobija (za $p_i = \delta_{ij}$)

$$S_{\psi_j} = 0, \quad (6.56)$$

odnosno, *entropija čistog stanja iščezava* (što je razumljivo, pošto *čisto stanje daje maksimalnu moguću informaciju* o kvantnom sistemu!), tj. nema nikakvog nedostatka informacije o sistemu!

Na osnovu (6.56) *entropija mešanog stanja ne iščezava* (što je razumljivo, jer *mešano stanje daje samo verovatnu informaciju* o stanju kvantnog sistema!), a u tzv. Šmitovom bazu u kome je operator gustine dijagonalan entropija se dobija iz dijagonalnih članova (6.54):

$$S_M = -k \sum_k \rho_{kk} \ln \rho_{kk} > 0 \quad (6.57)$$

6.6 Kvantna spletenost. Fon Nojmanova kvantna teorija merenja

Kvantna spletenost (entanglement; quantum nonseparability; quantum correlation) je [uz kvantni princip superpozicije] jedan od najintranantnijih pojmova kvantne mehanike, jer [uz kvantnu neodređenost] unosi dodatnu neodređenost – nepostojanje stanja podsistema [1,10-13]!

Razmotrimo dvo-čestični (dvo-modni; bipolarni) sistem, i pretpostavimo da obe čestice mogu biti u bilo kom od dva jedno-čestična stanja $|\psi_1\rangle$ ili $|\psi_2\rangle$. Korišćenjem notacije

$$\begin{aligned} |\psi_1^{(1)}\rangle, & \text{ čestica 1 u stanju 1,} \\ |\psi_2^{(1)}\rangle, & \text{ čestica 1 u stanju 2,} \\ |\psi_1^{(2)}\rangle, & \text{ čestica 2 u stanju 1,} \\ |\psi_2^{(2)}\rangle, & \text{ čestica 2 u stanju 2,} \end{aligned}$$

razmotrimo čisto dvo-čestično stanje superpozicije (generalno spleteno stanje!)

$$|\psi\rangle_{12} = C_1 |\psi_1^{(1)}\rangle \otimes |\psi_2^{(2)}\rangle + C_2 |\psi_2^{(1)}\rangle \otimes |\psi_1^{(2)}\rangle \quad (6.58)$$

(čiji je jedan primer singletno spinsko stanje). *Spletena stanja* tipa (6.58) ne mogu se faktorisati, u bilo kom bazu, u proizvod stanja dva podsistema, tj.

$$|\psi\rangle_{12} \neq |\varphi^{(1)}\rangle |\chi^{(2)}\rangle \quad (6.59)$$

[U izrazu (6.58) korišćen je tenzorski proizvod zbog isticanja da se radi o 2 jednočestična Hilbertova podprostora, ali će se to ubuduće podrazumevati. Ono se može generalizovati i na multi-partitne sisteme.]

Operator gustine čistog dvočestičnog stanja (6.58) jednak je

$$\begin{aligned} \hat{\rho}_{12} = |\psi\rangle_{1212} \langle\psi| = & \\ |C_1|^2 |\psi_1^{(1)}\rangle \langle\psi_1^{(1)}| \otimes |\psi_2^{(2)}\rangle \langle\psi_2^{(2)}| + C_1 C_2^* |\psi_1^{(1)}\rangle \langle\psi_2^{(1)}| \otimes |\psi_2^{(2)}\rangle \langle\psi_1^{(2)}| & (6.60) \\ + C_2 C_1^* |\psi_2^{(1)}\rangle \langle\psi_1^{(1)}| \otimes |\psi_1^{(2)}\rangle \langle\psi_2^{(2)}| + |C_2|^2 |\psi_2^{(1)}\rangle \langle\psi_2^{(1)}| \otimes |\psi_1^{(2)}\rangle \langle\psi_1^{(2)}| & \end{aligned}$$

dok je tzv. *redukovani operator gustine* za česticu 1 (dobijen uzimanjem traga $\hat{\rho}_{12}$ tj. integracije po stepenima slobode drugog sistema (čestice 2) koji nas ne zanima)

$$\begin{aligned}\hat{\rho}_{12}^{(1)} &= Tr_2 \hat{\rho}_{12} = \langle \psi_1^{(2)} | \hat{\rho}_{12} | \psi_1^{(2)} \rangle + \langle \psi_2^{(2)} | \hat{\rho}_{12} | \psi_2^{(2)} \rangle \\ &= |C_1|^2 | \psi_1^{(1)} \rangle \langle \psi_1^{(1)} | + |C_2|^2 | \psi_2^{(1)} \rangle \langle \psi_2^{(1)} | \end{aligned} \quad (6.60')$$

koji ima *formu operatora gustine mešanog stanja* za česticu 1 sve dok je $C_i \neq 0, i=1,2$, i slično za česticu 2:

$$\hat{\rho}_{12}^{(2)} = Tr_1 \hat{\rho}_{12} = |C_1|^2 | \psi_1^{(2)} \rangle \langle \psi_1^{(2)} | + |C_2|^2 | \psi_2^{(2)} \rangle \langle \psi_2^{(2)} | \quad (6.60'')$$

Očigledno, *kada se jedna čestica razmatra bez razmatranja druge*, ona je generalno *u mešanom stanju*! Tako se *stepen spletenosti* može razmotriti *prema čistoći bilo kog podsistema*: ako je $Tr[\hat{\rho}_{12}^{(2)}]^2 = 1$ stanje $|\psi\rangle$ *nije spleteno* (već je faktorisano, tipa $\psi = |0^{(1)}\rangle |\chi^{(2)}\rangle$), ali ako je $Tr[\hat{\rho}_{12}^{(2)}]^2 < 1$, stanje $|\psi\rangle$ *jeste spleteno* (tipa (6.58))!

Štaviše, *podsystemski jednočestični operatori gustine* $\hat{\rho}_{12}^{(1)}$ i $\hat{\rho}_{12}^{(2)}$ (redukovani operatori gustine) *nisu stanja podsistema 1 i 2*, već su tzv. *'mešavine 2. vrste'*, jer za njih važe nejednakosti:

$$|\psi\rangle_{12} \neq \hat{\rho}^{(12)} \neq \hat{\rho}_{12}^{(1)} \otimes \hat{\rho}_{12}^{(2)}$$

gde je $\hat{\rho}^{(12)}$ - *operator gustine mešanog dvočestičnog stanja*:

$$\begin{aligned}\hat{\rho}^{(12)} &= |C_1|^2 | \psi_1^{(1)} \rangle \langle \psi_1^{(1)} | \otimes | \psi_2^{(2)} \rangle \langle \psi_2^{(2)} | + |C_2|^2 | \psi_2^{(1)} \rangle \langle \psi_2^{(1)} | \otimes | \psi_1^{(2)} \rangle \langle \psi_1^{(2)} | \\ &\neq \hat{\rho}_{12} = | \psi \rangle_{12} \langle \psi | \end{aligned} \quad (6.61)$$

Znači, *kvantna neseperabilnost* ne samo da poznaje *'kvantnu neodređenost'* na nivou celine 1+2 (u smislu relacija neodređenosti), već unosi *dodatnu neodređenost – nepostojanje stanja podsistema (iako je ukupni sistem 1+2 u čistom stanju, entropije $S_{\Psi_{12}} = 0$)!*

U osnovi, *za složene kvantne sisteme, kvantna spletenost (neseperabilnost) je pre pravilo nego izuzetak!!!* Tako *'nepostojanje stanja podsistema'* (a što je značenje izraza *'postojanje kvantnih korelacija'*) dovodi do *kvantne neseperabilnosti objekta i aparata(!)*

odnosno kvantne neseparabilnosti sistema i okruženja! Prisetimo da je kvantna neseparabilnost (neobjektivnost 'nepravih mešavina', tj. 'mešavina 2. vrste' kao (kvantnih) stanja) – cena koja se mora platiti u okvirima fon Nojmanove teorije merenja (fNTM) – i posledica je pretpostavke univerzalnog važenja Šredingerove jednačine (samo za objekat i aparat ($O+A$) kao celinu(!), odnosno samo za kvantni sistem i okruženje ($S+E$) kao celinu(!) u Zurekovej teoriji dekoherencije (ZTD), v. Dod. 6.7).

U tom kontekstu, pomenimo sličnosti i razlike Fon Nojmanove teorije merenja i Zurekove teorije dekoherencije. Naime, iako su formalno-matematički iste, ipak je ova druga razrada prve:

(1) U ZTD je otvoreni sistem S makroskopski fizički sistem (neizolovan od okruženja E , sa zahtevom postojanja 'robustnih' stanja), kao i u fNTM, ali se u ZTD zahtev (6.62) trajanja stabilnosti 'robustnih' stanja (tzv. 'bazisa brojača' u ZTD) tiče neodređeno dugog vremenskog intervala(!) dok se u fNTM smatra proizvoljno kratkim(!);

(2) Ako uslov iz (1) nije ispunjen, u fNTM se smatra da ni merenje nije izvršeno(!) dok u ZTD ni sam makroskopski kvantni sistem S i njegove odgovarajuće opservable nisu definisani(!);

(3) U fNTM početno stanje aparata nije proizvoljno(!), dok se u ZTD početno stanje okruženja E ne može preparirati(!):

$$\hat{U}(t)|\varphi_i\rangle_S \otimes |\chi\rangle_E = |\varphi_i\rangle_S \otimes |\chi_i(t)\rangle_E. \quad (6.62)$$

Ipak, neophodno je istaći da ni fon Nojmanova teorija merenja ni Zurekova teorija dekoherencije ne pružaju rešenje za problem klasičnog limita (odnosno objektivne separabilnosti objekta/sistema i aparata/okruženja, koja postoji u klasičnoj fizici!), jer 'podsistemska matrica gustine' $\hat{\rho}_S = \text{tr}_E \hat{\rho}_{S+E}(t)$ jeste 'mešavina druge vrste'(!), a morala bi se 'načiniti' objektivnim stanjem tj. 'mešavinom prve vrste' (što je predmet teorija merenja tipa, na primer, Penrouzove objektivne redukcije (OR) talasnog paketa [14])!²⁶

²⁶ Kao suprotni ekstremum u interpretaciji akta kvantnog merenja, Everetova 'many-worlds' interpretacija kvantne mehanike [13] pretpostavlja da se nikakav kolaps početne talasne funkcije i ne događa u procesu merenja, već da postoji grananje kompozitnog početnog stanja, koje se sastoji od početnog kvantno-

6.7 Kvantna teorija dekoherencije. Stacionarna i nestacionarna kvantna stanja

Pojednostavljeno rečeno, dekoherencija je fizički proces "indukovan" okruženjem E kvantnomehaničkog sistema S , koji kroz neizbežnu interakciju okruženja i kvantnog sistema vodi efektivnom, približno klasično-fizičkom ponašanju kvantnog sistema. Kompozitni sistem $S + E$, kao zatvoreni kvantni sistem, podvrgava se Šredingerovoj jednačini (ali to ne važi pojedinačno ni za S ni za E , koji se nazivaju otvoreni kvantni sistemi), sa Hamiltonijanom $\hat{H} = \hat{H}_S + \hat{H}_E + \hat{H}_{int}$ koji figuriše u unitarnom operatoru vremenske evolucije kompozitnog sistema: $\hat{U}(t) = \exp(-2\pi i \hat{H} t / h) \cong \exp(-2\pi i \hat{H}_{int} t / h)$ (pošto je obično interakcioni Hamiltonijan (\hat{H}_{int}) mnogo veći od 'samo-Hamiltonijana' međusobno neinteragujućih sistema (\hat{H}_S) i okruženja (\hat{H}_E)) [1,10,11].

Potrebno je, najpre, izračunati stanje otvorenog sistema S , tzv. 'redukovani operator gustine' $\hat{\rho}_S$:

$$\hat{\rho}_{S_k}(t) = tr_E \left(\hat{U}(t) \hat{\rho}_{S_k+E_k}(t=0) \hat{U}^*(t) \right) \quad (6.63)$$

mehaničkog stanja sistema Ψ i stanja merne aparature Φ , u superpoziciju svih mogućih kompozitnih stanja, koja se sastoje od svojstvenih stanja Ψ_j i odgovarajućih stanja opserversa Φ_j , $\Psi\Phi = \sum c_i \Psi_i \Phi_i$ – gde svaki element u rezultujućoj superpoziciji opisuje opserversa koji je registrovao određeni i generalno različit rezultat, i kome se čini da je početno stanje Ψ transformisano u odgovarajuće svojstveno stanje (Ψ_j , ako je odgovarajuće stanje opserversa Φ_j). U tom smislu 'ortodoksna' kvantnomehanička interpretacija redukcije 'talasnog paketa' ostaje da važi na subjektivnom nivou svakog opserversa, opisanog jednim elementom u superpoziciji. Cena koja se plaća za fizičku konzistentnost – jeste bizarno grananje početnog stanja sistema u mnogo kopija sa različitim svojstvenim stanjima, koje nadalje nastavljaju da postoje samostalno! Ustvari, sve to se može konzistentno primeniti i na čitav Kosmos, koji se konstantno grana u ogroman broj grana, koje neprekidno nastaju u interakcijama svih mikročestica.

gde je $\hat{\rho}_{S+E}$ ($t=0$) je početno stanje kompozitnog sistema $S + E$, dok se " tr_E " odnosi na integraljenje po stepenima slobode okruženja E . Dalje, pod skupom specijalnih uslova, može se uočiti *efekat dekoherencije definisan* uprošćeno na sledeći način:

(1) u reprezentaciji specijalnog ortonormiranog bazisa $\{|\phi^{k_i}\rangle_S\}$ u Hilbertovom prostoru kvantnog sistema S – tzv. 'bazisa brojača' – dobija se *iščezavanje vandijagonalnih elemenata* redukovanog statističkog operatora $\hat{\rho}_S$:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \rho_{Smm'}(t) = 0, \quad m \neq m' \quad (6.64)$$

(2) uz ispunjeni zahtev *stabilnosti ('robustnosti')* elemenata bazisa brojača:

$$\hat{H}_{\text{int}} |\phi^{k_i}\rangle_S |\varphi\rangle_E = |\phi^{k_i}\rangle_S |\varphi_{k_i}\rangle_E \quad (6.65)$$

ili ekvivalentno

$$\hat{U}(t) |\phi^{k_i}\rangle_S |\varphi\rangle_E = |\phi^{k_i}\rangle_S |\varphi_{k_i}(t)\rangle_E \quad (6.66)$$

Tako se, efektivno, pojavljuju *superselekciona pravila indukovana okruženjem (dekoherencija)*, koja zabranjuju koherentne superpozicije određenih stanja sistema S . Drugim rečima, *dekoherencija uspostavlja egzistenciju i robustnost* preferentnog skupa stanja – 'bazisa brojača' - otvorenog kvantnog sistema S . Ako je početno stanje S koherentna superpozicija, $|\phi\rangle_S = \sum_i c_{k_i} |\phi^{k_i}\rangle_S$, onda se *proces dekoherencije može predstaviti* kao:

$$|\phi\rangle_S = \sum_i c_{k_i} |\phi^{k_i}\rangle_S \xrightarrow{\tau_D} \hat{\rho}_S = \sum_i |c_{k_i}|^2 |\phi^{(k_i)}\rangle_{SS} \langle\phi^{(k_i)}| \quad (6.67)$$

gde je τ_D , *vreme dekoherencije*, reda veličine trajanja procesa dekoherencije. Izraz (6.67) prikazuje gubitak početne koherencije – što opravdava naziv *dekoherencija*.

Dalji zadatak je zadovoljavajuće *modelovanje interakcionog Hamiltonijana*, \widehat{H}_{int} , kako bi se realizovalo (1) i (2), odnosno izraz (6.66) za kompozitni sistem $S + E$. Bez ulaženja u detalje, pokazuje se da skoro nezavisno od modela okruženja E , sledeći *interakcioni Hamiltonijan* ispunjava postavljene zahteve:

$$H_{\text{int}} = C\widehat{S} \otimes \widehat{D}_E \quad (6.68)$$

gde je C konstanta interakcije, $S = \sum_i k_i \left| \phi^{(k_i)} \right\rangle_{S,S} \left\langle \phi^{(k_i)} \right|$ odgovarajuća opservabla kvantnog sistema S , a \widehat{D}_E je proizvoljna opservabla okruženja E .

Sve do sada rečeno odnosilo se na *stacionarna stanja uspostavljena dekoherencijom*, čiji prethodni uslov (2) teži da *zamrzne dinamiku otvorenog kvantnog sistema* kada se sistem jednom nađe u stacionarnom stanju.

Međutim, u slučaju *nestacionarnih stanja* proisteklih spoljašnjim delovanjem na kompozitni sistem $S + E$, može doći prvo do razrušenja prethodnog stacionarnog stanja uz potonje ponovno uspostavljanje efekta dekoherencije usled interakcije (6.68). U tom kontekstu, mogu se uvesti sledeće *fizički i fenomenološki plauzibilne pretpostavke*, generalno primenljive na svaki kvantni sistem [15]: (i) spoljašnji uticaj je *mnogo jači* nego interakcija (6.68), i (ii) *posle* spoljašnjeg delovanja, kompozitni sistem relaksira u ravnotežu ('stacionarno stanje') usled interakcije (6.68).

Dakle, fizički imamo sledeću situaciju: *inicijalno*, kompozitni sistem $S + E$ je u 'stacionarnom stanju':

$$\widehat{\rho}_S = \sum_i |c_{k_i}|^2 \left| \phi^{(k_i)} \right\rangle_{S,S} \left\langle \phi^{(k_i)} \right| \quad (6.69)$$

Potom, *jako spoljašnje delovanje* nekomutirajuće sa \widehat{H}_{int} (6.68), tokom vremena T_{ext} redefiniše sistemsko okruženje E' , uvodeći sledeću nestacionarnu transformaciju sistema S :

$$\widehat{\rho}_S \rightarrow \widehat{\rho}'_S \quad (6.70)$$

tako da je *generalno*:

$$[\widehat{\rho}_S, \widehat{\rho}'_S] \neq 0 \quad (6.71)$$

Zatim, *posle prestanka spoljašnjeg delovanja* kompozitni sistem $S + E'$ podvrgnut je nestacionarnom *relaksirajućem procesu* tokom vremena T_{rel} , koji generalno dovodi do naredne promene stanja sistema S :

$$\widehat{\rho}'_S \rightarrow \widehat{\rho}''_S \quad (6.72)$$

Konačno, relaksacioni proces *ponovo uspostavlja* stacionarno stanje i interakciju (6.68), koja *garantuje egzistenciju i stabilnost stacionarnih stanja kvantnog sistema S* , dovodeći do njegovog konačnog stanja:

$$\widehat{\rho}'''_S = \sum_i |c_{k_i}'''|^2 |\phi^{(k_i)}\rangle_{SS} \langle \phi^{(k_i)}| \quad (6.73)$$

tokom vremena dekoherencije τ_D , pri prelazu $\widehat{\rho}''_S \rightarrow \widehat{\rho}'''_S$.

Treba uočiti razliku između inicijalnog $\widehat{\rho}_S$ i finalnog $\widehat{\rho}'''_S$. Oba stanja se odnose na stacionarna stanja $|\phi^{k_i}\rangle_{S_k}$, garantujući njihovu egzistenciju i stabilnost. Međutim, relativni udeo različitih stanja – tj. njihove 'statističke težine' – jeste različit, $|c_{k_i}'''|^2 \neq |c_{k_i}|^2$. *Kao efekat*, odigrala se *promena stanja kvantnog sistema pod nestacionarnim uticajem okruženja*, odnosno promena oblika potencijalne hiperpovrši u prostoru energija-stanje sistema S (v. Sl. 3.3 u Gl. 3).

Totalno *trajanje nestacionarnog efekta* promene stanja kvantnog sistema S je:

$$T = T_{ext} + T_{rel} + \tau_D. \quad (6.74)$$

Pošto je *proces kvantne dekoherencije enormno brz* (za višestruke sisteme je recimo $\tau_D \ll 10^{-23}$ s)

$$T_{ext} + T_{rel} \gg \tau_D \quad (6.75)$$

trajanje promene stanja kvantnog sistema S prema navedenom modelu je reda $T_{ext} + T_{rel}$, odnosno određeno trajanjem klasičnih makroskopskih procesa spoljašnjeg delovanja i relaksacije sistema.

Treba istaći da pomenuti model kvantne dekoherencije može biti *generalno primenjen* na bilo koji kvantni sistem i njegova stacionarna stanja i eksitacije, od *makromolekula i njegovih konformacija* (v. Gl. 3) do *dva modusa svesti* (v. Gl. 5), i da bi mogao poslužiti kao bio-informaciona osnova *kvantne medicine* preko *akupunkturnog sistema i njegovih psihosomatskih stanja* (v. Gl. 5).

Tako, na primer, pri *primeni MRT terapije* za prevođenje obolelog akupunkturnog sistema S iz psihosomatski poremećenog stanja $|\phi^{k_2}\rangle_S$

u osnovno zdravo stanje $|\phi^{k_0}\rangle_S$ (v. Sl. 3.3 u Gl. 3), potrebno je za vreme jakog spoljašnjeg delovanja (T_{ext}) dovesti spoljašnju MT energiju za savlađivanje potencijalne barijere poremećenog stanja ($\Delta E_S^{k_2,0}$), što posle vremena relaksacionog procesa (T_{rel}) odvođenja viška energije ($\Delta E_S^{k_0,2}$), dovodi do uslova završetka kvantne promene stanja akupunkturnog sistema $\hat{\rho}_S \rightarrow \hat{\rho}_S^m$, uz dodatno vreme dekoherencije (τ_D) i uz smanjenje jednog kvanta MT energije u stanju $|\phi^{k_2}\rangle_S$ i povećanja jednog kvanta energije u stanju $|\phi^{k_0}\rangle_S$! Višestrukim ponavljanjem ovog procesa, sve više se smanjuje dubina memorijskog atraktora k_2 a povećava dubina memorijskog atraktora k_0 , što konačno dovodi do potpunog brisanja psihosomatskog poremećaja $|\phi^{k_2}\rangle_S$ uz produblјivanje zdravog stanja $|\phi^{k_0}\rangle_S$, odnosno do dinamičkog modifikovanja potencijalne hiperpovrši akupunkturnog sistema, analogno situaciji obučavanja klasičnih Hopfieldovih asocijativnih neuronskih mreža (v. Sl. 3.3).

Dodajmo, na kraju, i da je u kontekstu potrebnih uslova za ostvarenje dekoherencije definisanje otvorenog kvantnog sistema i njegovog okruženja – simultani proces – tako da je u kontekstu univerzalnog važenja kvantne mehanike *svest relativan koncept* [16], nelokalno određen i udaljenim delovima postojećeg opserviranog svemira (mada važi i obrnuto!), što je u skladu sa idejom o *kolektivnoj svesti* kao mogućem ontološkom svojstvu samog fizičkog polja, sa različitim mikrokvantnim i makrokvantnim (i nebiološkim i biološkim, i realnim i virtuelnim) eksitacijama (v. Gl. 5).

6.8 Kvantna kubitna informatika. Kvantna teleportacija, kriptografija i računanje

Jedna značajna primena kvantne spletenosti (*entanglement*) jeste kvantna teleportacija (i ponekad sa njom povezana (*Ekert-protokolom*) kvantna kriptografija), a druga je kvantno računanje, o čemu će biti reči u ovom dodatku [1,11,12].

KVANTNA TELEPORTACIJA omogućava prenos (*nepoznatog*) kvantnog stanja iz jedne u drugu (*udaljenu*) tačku. U proceduri (protokolu) teleportacije učestvuju dve osobe: A (Alisa) i B (Bob) i pretpostavimo da Alisa poseduje kvantno stanje

$$|\psi\rangle = c_0|0\rangle + c_1|1\rangle, \quad (6.76)$$

koje želi da teleportuje Bobu, tako da on može da dođe u njegov posed u svom kvantnom modu! Pri tom, *superpozicija* (6.76) dva stanja $|0\rangle$ i $|1\rangle$ predstavlja tzv. *kubit* (kvantni bit informacije), a bazisna stanja $|0\rangle$ i $|1\rangle$ jesu stanja bilo kog 'dvo-nivoskog' sistema (vertikalno i horizontalno polarisana fotonska stanja, dva spinska stanja, ili stanja dvo-nivoskih atoma).

Stanje (6.76) je generalno *nepoznato* Alisi, tako da ona *ne zna* koeficijente c_0 i c_1 (da ga zna, mogla bi ga dojaviti Bobu i klasičnim kanalom (telefonom)). Dalje pretpostavljamo da *neki izvor* svetlosti može proizvesti *spleteno stanje u zajedničkom posedu* A i B:

$$|\Psi_{AB}\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle_A|0\rangle_B + |1\rangle_A|1\rangle_B) \quad (6.77)$$

Tako Alisa ima u svom posedu stanje $|\psi\rangle$ za teleportaciju i deo zajedničkog stanja $|\Psi_{AB}\rangle$, dok Bob ima samo svoj deo zajedničkog stanja, za sada.

Tako je *ukupno stanje* za Alisu i Boba

$$|\Phi_{AB}\rangle = |\psi\rangle|\Psi_{AB}\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(c_0|0\rangle + c_1|1\rangle)(|0\rangle_A|0\rangle_B + |1\rangle_A|1\rangle_B) \quad (6.78)$$

koje se može razviti i pregrupisati u obliku

$$\begin{aligned} |\Phi_{AB}\rangle = & |\Phi^+\rangle (c_0|0\rangle_B + c_1|1\rangle_B) + |\Phi^-\rangle (c_0|0\rangle_B - c_1|1\rangle_B) \\ & + |\Psi^+\rangle (c_0|1\rangle_B + c_1|0\rangle_B) + |\Psi^-\rangle (c_0|1\rangle_B - c_1|0\rangle_B \end{aligned} \quad (6.79)$$

gde su uvedena tzv. *Belova stanja* (koja kao međusobno ortogonalna čine *bazis* u četvero-dimenzionom Hilbertovom prostoru)

$$|\Phi^+\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle|0\rangle_A + |1\rangle|1\rangle_A) \quad (6.80)$$

$$|\Phi^-\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle|0\rangle_A - |1\rangle|1\rangle_A) \quad (6.81)$$

$$|\Psi^+\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle|1\rangle_A + |1\rangle|0\rangle_A) \quad (6.82)$$

$$|\Psi^-\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle|1\rangle_A - |1\rangle|0\rangle_A) \quad (6.83)$$

Belova stanja (6.80-83) konstruisana su od bazisnih stanja nepoznatog stanja za teleportaciju i Alisinog dela spletenog stanja. Svako od Belovih stanja u (6.79) je korelisano sa različitom superpozicijom Bobovog dela spletenog stanja. Za sad verovatno *treba istaći* da se ništa fizički još uvek nije odigralo: samo je prepisano stanje (6.78) u obliku (6.79)!

Sledeći korak u protokolu je da *Alisa* izvrši '*projektivna kvantna merenja na Belov bazis*', pri čemu će svako od četiri Belova stanja da se odigra sa jednakom verovatnoćom 1/4:

(1) Pretpostavimo da je *Alisa* dobila stanje $|\Phi^+\rangle$ i da ona *zna* da je dobila to stanje; time je Bobov fotonski sistem projektovan na stanje $c_0|0\rangle_B + c_1|1\rangle_B$. Potom preko *klasičnog kanala* *Alisa* javlja Bobu da je detektovala stanje $|\Phi^+\rangle$ i tako *oboje znaju* da je Bob *već u posedu* teleportovanog stanja i tako on ništa ne mora da čini. Uočimo da ni *Alisa* ni Bob *ne znaju koje je to teleportovano stanje!*

(2) Ako je, međutim, *Alisa* saopštila da je dobila stanje $|\Phi^-\rangle$, onda je Bobov fotonski sistem projektovan u stanje $c_0|0\rangle_B - c_1|1\rangle_B$, i on zna da se njegovo stanje razlikuje od originalnog (teleportovanog) stanja po

predznaku drugog člana tako da on mora da izvrši transformaciju $|0\rangle_B \rightarrow |0\rangle_B$, $|1\rangle_B \rightarrow -|1\rangle_B$ da bi dobio originalno stanje.

(3) Ako, pak, Alisa saopšti da je detektovala $|\Psi^+\rangle$, Bobov fotonski sistem je u stanju $c_0|1\rangle_B + c_1|0\rangle_B$ i on mora izvršiti operaciju $|1\rangle_B \rightarrow |0\rangle_B$, $|0\rangle_B \rightarrow -|1\rangle_B$ da dobije originalno stanje.

(4) Konačno, ako je Alisa dobila $|\Psi^-\rangle$, Bob ima u svom posedu stanje $c_0|1\rangle_B - c_1|0\rangle_B$ i on mora izvršiti transformaciju $|1\rangle_B \rightarrow |0\rangle_B$, $|0\rangle_B \rightarrow -|1\rangle_B$ da dobije originalno (teleportovano) stanje.

Ovo čini opis protokola teleportacije!

Uočiti još jedanput da ni Alisa ni Bob *ne znaju* ni u jednom trenutku *originalno teleportovano stanje*, kao i da se u procesu projektivnih kvantnih merenja na Belov bazu *originalno stanje uništava!*

Kvantna teleportacija može uzličiti kao da ima elemente magije, a to je zbog *spletenosti* Alisinog i Bobovog zajedničkog stanja $|\Phi_{AB}\rangle$, odnosno njihovih (*nelokalnih*) *kvantnih korelacija!* Ona nije samo teorijski kuriozitet već i *eksperimentalna činjenica*, i na njoj je danas bazirana *kvantna kriptografija* (u tzv. *Ekertovom protokolu*), a može postati osnova i za *buduće kvantne komunikacije* (za *prenos kvantnog stanja* sistema od Alise do Boba, ako oni imaju *spleteno zajedničko stanje!*).

KVANTNA KRIPTOGRAFIJA omogućava da se šifrovana (kriptovana) informacija *kvantno prenese* od Alise do Boba sa *apsolutnom zaštitom!* Korišćenjem protokola *podeljenog kvantnog ključa* (*quantum key distribution (QKD)*), omogućen je mehanizam stvaranja zajedničkog ključa Alise i Boba u tzv. *javnim kanalima*. [Tzv. *javnih kripto-sistema*, u kojima Bob javno šalje ključ od dva jako velika prosta broja ($e, p \cdot q(N)$), gde se p i q biraju nasumično (random) iz kruga velikih prostih brojeva ($> 10^{1000}$), $N = p \cdot q > 10^{2000}$, $p \cdot q(N) \equiv (p-1)(q-1)$, a $e < N$ se bira tako da e i $p \cdot q(N)$ nemaju zajedničkih sadržilaca osim 1. Alisa potom kodira tekst poruku koristeći od Boba javni ključ i potom šalje kodiranu poruku Bobu, koju Bob potom dekodira. Šta čini ovaj kanal sigurnim: to je *veličina broja N kojeg treba faktorisati* ($N = p \cdot q$) a za to

je potrebno *klasičnom* superkompjuteru mnogo godina – ali *nije zato kvantnom(!)* – kojeg bi mogla tako (u bliskoj budućnosti) da koristi "presretač" Eva i da ugrozi sigurnost kriptovane poruke. Ali tu onda ulazi u trku *kvantna kriptografija!*].

QKD omogućava da Alisa i Bob razmene tajni ključ bez fizičkog susreta (direktnog ili posrednog (kurir)). *Sigurnost QKD* je omogućena *principima kvantne mehanike*. Centralna QKD-ideja je da je *nemoguće da 'presretač' dobije celu informaciju po prenetom kvantnom stanju iz jednog merenja(!)*: naime, kvantno stanje $|\psi\rangle = c_0|0\rangle + c_1|1\rangle$ koje se prenosi (i 'presreće') ima nepoznato c_0 i c_1 , koji se ne mogu odrediti jednim merenjem (oni su mogu odrediti tek nizom merenja izvršenim nad iznova prepariranim stanjem $|\psi\rangle$). Međutim, u *QKD-protokolima* se *nikad ponovo ne koristi isti kubit*, niti se on uzima u formi ortogonalnih stanja ($|0\rangle, |1\rangle$), *već se uvek koristi više neortogonalnih stanja* ($|\psi\rangle = c_0|0\rangle + c_1|1\rangle$).

Postoji više QKD protokola (BB84/Bennet & Brassard (1992); B92/Bennet (1992); Ekert-ov protokol (1991);..., od kojih Ekertov protokol koristi *kvantnu spletenost n parova kubita*, oblika $|\psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle|0\rangle + |1\rangle|1\rangle)$, uz korišćenje dva bazisa: $\{|0\rangle, |1\rangle\}$ i $\{|+\rangle, |-\rangle\}$. Sukcesivnim Alisnim i Bobovim merenjima u jednom ili drugom bazisu (prema vrednostima nasumično izvučenih brojeva $a, a' = 0$ ili 1), prema Ekertovom protokolu, uz javno saopštavanje rezultata merenja (b, b') uspostavlja se deo kriptografskog bitnog ključa (a, a') [samo za slučaj $b = b'$] - a kompletira ceo *bitni ključ* obavljanjem ovakve procedure nad svih n spletenih parova kubita! Sve ove šeme su *eksperimentalno* (a od nedavno i *komercijalno*) realizovane.

KVANTNO KUBITNO RAČUNANJE je *algoritamski postupak* koji se obavlja *po ugledu na klasično računanje*, tj. sva dobra iskustva i osnove klasičnog računanja usvajaju se i u kvantnom računanju – ali se koristi *kvantni paralelizam* za drastično ubrzano paralelno procesiranje i *kvantna dekoherencija* za očitavanje informacija!

Tako, na primer, klasični pojam *bita* se prenosi u kvantnu fiziku kroz pojam *kubita* (*qubit*, tj. kvantni bit), koji predstavlja bilo koji 2-D Hilbertov prostor stanja (analogon spinskog prostora stanja spina 1/2, ili bilo kog dvo-nivoskog kvantnog sistema), sa bazisom izračunavanja $\{|0\rangle, |1\rangle\}$ (umesto klasičnog para stanja $\{0,1\}$ koje može uzimati klasični bit), koji u kvantnoj mehanici omogućava koherentne superpozicije stanja (koje nemaju klasične analogone!):

$$|\psi\rangle_n = c_0|0\rangle_n + c_1|1\rangle_n, \quad (6.84)$$

gde n - prebrojava kubite (odnosno dvo-nivoske kvantne sisteme: fotone sa dvojakom polarizacijom $\{|V\rangle, |H\rangle\}$, jone sa dvojakim spinom $\{|\uparrow\rangle, |\downarrow\rangle\}$ i sl.), $n = 1, 2, \dots, N$.

Treba istaći sledeće: sve dok se nalazimo u stanjima koja nisu koherentne superpozicije tipa (6.84), nema razlike između kvantnog i klasičnog računanja (tako, na primer, nizu (*stringu*) bitova iz klasičnog računara

$$000101001, \quad (6.85)$$

odgovara niz stanja iz bazisa izračunavanja,

$$|\psi_i\rangle = |0\rangle_1|0\rangle_2|0\rangle_3|1\rangle_4|0\rangle_5|1\rangle_6|0\rangle_7|0\rangle_8|1\rangle_9 \equiv |000101001\rangle, \quad (6.86)$$

gde se u (6.86) podrazumeva *tenzorski proizvod* stanja N čestica ($N = 9$), $|0\rangle_1 \otimes |0\rangle_2 \otimes \dots \otimes |1\rangle_9$, i obično se izostavljaju indeksi (1,2,3,...,9) koji prebrojavaju čestice (kubite). Međutim, kako stanja kubita predstavljaju u opštem slučaju koherentne superpozicije (6.84), to i kvantni stringovi predstavljaju tenzorski proizvod takvih kubita:

$$|\psi_i\rangle = |\psi\rangle_1 \otimes |\psi\rangle_2 \otimes \dots \otimes |\psi\rangle_N \quad i = 1, 2, \dots, 2^N \quad (6.87)$$

i takvih *linearno nezavisnih stringova* od N -kubita ima 2^N u 2^N -dimenzionom Hilbertovom prostoru kojeg obrazuju ovih N kubita (svaki od N kubita obrazuje svoj 2-D Hilbertov prostor)! U ovom 2^N -D Hilbertovom prostoru normalizovano N -kubitno stanje ima oblik superpozicije stanja (6.87):

$$|\psi\rangle = \sum_{i=0}^{2^N} c_i |\psi_i\rangle, \quad \left(\sum_{i=0}^{2^N} |c_i|^2 \right) = 1 \quad (6.88)$$

Ako je kvantno računanje neka (reverzibilna unitarna) linearna operacija \hat{U} , tada je računanje na stanju (6.88) dato izrazom

$$\hat{U}|\psi\rangle = \sum_{i=0}^{2^N} c_i \hat{U}|\psi_i\rangle \quad (6.89)$$

što je poenta kvantnog računanja, koje predstavlja *paralelno procesiranje na svim stringovima* $|\psi_i\rangle, i = 1, 2, \dots, 2^N$ – koje nema klasičnog analogona (jer u klasičnom računanju imamo niz vremenski razdvojenih (nesimultanih) izračunavanja: $\{\hat{U}|\psi_i\rangle, i = 1, 2, \dots\}$)! Ova mogućnost paralelnog procesiranja u kvantnom računanju naziva se *kvantnim paralelizmom!*

Sada se, pak, ukazuje novi problem: kako iz koherentne superpozicije (6.89) očitati korisne informacije – jer su rezultati 'pojedinačnih' (klasičnih) 'trajektorija' $\hat{U}|\psi_i\rangle$ kvantno neodređeni (sa 'probabilistikom' $\sim |c_i|^2, i = 0, 1, \dots, 2^N$). Naravno, jasno je da je neophodno *kvantno merenje*, ali ceo postupak zahteva *izvesnu kreativnost* – kako pripremiti (*preparirati*) stanje sistema, tako da se podesnim *kvantnim merenjem* mogu izvući korisne informacije (tj. *rezultat računanja*).

Dakle, *kvantno računanje je algoritamski postupak*, koji se uopšteno govoreći sastoji od *dva glavna tipa postupaka*:

- (a) *Primene unitarnih transformacija* na sistemu od N kubita;
- (b) *Obavljanja podesnih kvantnih merenja* na tom sistemu ili određenom podsistemu, što daje rezultat kvantnog računanja!

U kontekstu postupka (a) *postoji univerzalno kvantno računanje* (tj. može se izvršiti *proizvoljna unitarna transformacija* stanja N -kubitnog sistema *sa proizvoljno malom greškom!*) Naime, pokazuje se da *postoji skup jedno- i dvo-kubitnih transformacija* koje čine *univerzalni skup kvantnih logičkih kapija* (gates) (tj. unitarnih transformacija na jednom kubitnu ili paru kubita, kojima se može ostvariti proizvoljna unitarna transformacija na skupu od N kubita). Naravno, da bi se tako ostvarile transformacije na svih N kubita, neophodno je u algoritamski uređenom

redosledu (pored jedno-kubitnih) primenjivati i dvo-kubitne transformacije – npr. na paru 1-2, zatim 2-3, potom 3-4 itd.

Jedan skup 'univerzalnih logičkih kopija' čine dve 1-kubitne transformacije, *Adamarova* (Hadamard) transformacija

$$\hat{U}_H|0\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle + |1\rangle), \quad \hat{U}_H|1\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle - |1\rangle) \quad (6.90)$$

(kojim se očigledno *uvodi kvantna neodređenost* vrednosti za observable u svojstvenom 'bazu izračunavanja') i operacija $\pi/8$

$$T = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \exp(i\pi/4) \end{pmatrix} \quad (6.91)$$

kao i jedna 2-kubitna transformacija, 'Isključivo ILI' (XOR, CNOT)

$$\hat{U}_{CNOT}|0\rangle_1|i\rangle_2 = |0\rangle_1|i\rangle_2, \quad \hat{U}_{CNOT}|1\rangle_1|i\rangle_2 = |1\rangle_1|\perp i\rangle_2 \quad (6.92)$$

(gde simbol \perp_i znači 'negaciju': $\perp 0 = 1, \perp 1 = 0$; u opštem slučaju CNOT *uvodi kvantnu spletenost* u stanja složenog sistema 1+2).

Posebna vrsta transformacija u kvantnom računanju su tzv. *kvantne 'crne kutije'* (tj. *Kvantni 'orakli'* (oracles)) definisani izrazom

$$\hat{U}_f \sum_{i=1}^{2^N} C_i |\psi_i\rangle_1 |0\rangle_2 = \sum_{i=1}^{2^N} C_i |\psi_i\rangle_1 |f(i)\rangle_2 \quad (6.93)$$

gde je f željeno *preslikavanje* takvo da je rezultat preslikavanja *uvek ili 0 ili 1* (indeksi 0 i 1 u (6.92) tiču se u opštem slučaju *dva stringa od po N bita*, tj. *dva 'kubit registra'* između kojih deluju kvantni orakli). Izraz (6.93) je *tipičan za kvantnu teoriju merenja*, što određuje i način funkcionisanja orakla.

Kvantni računari mogu rešavati izvesne *zadatke praktično nerešive* klasičnim računarima (ipak, ono što *u principu ne mogu klasični, ne mogu ni kvantni*). Trenutno su razvijeni *kvantni algoritmi* koji u odnosu na klasične daju *značajna ubrzanja*, koji se mogu podeliti u dve grupe:

- (a) *Ne-eksponencijalna ubrzanja* (Grover (1997): *pretraživanje baze podataka*);
- (b) *Eksponencijalna ubrzanja* (Šor (1994): *faktorizacija velikih brojeva*).

Eksplozivna ubrzanja potiču od 2^N -puta bržeg kvantnog računara u odnosu na klasične računare, zbog kvantnog paralelizma (6.89) (pa se vreme potrebno za rešavanje teških zadataka klasičnog računara – koje raste eksplozivno sa brojem inputa – redukuje na polinomijalni rast u kvantnom (Šorovom) računaru!).

Tipični *kvantni algoritmi* predstavljaju *kombinaciju* sledećih postupaka:

- (1) *Preparacija stanja oba registra* (obično u stanja iz 'bazisa izračunavanja');
- (2) *Adamarova transformacija* (obično na kubitima oba registra istovremeno);
- (3) *Kvantna Furijeova transformacija* (obično na prvom registru, kojom se prevodi koeficijent u razvoju c_i u novu konstantu $c_i e^{i\lambda_i}$, gde novi fazni faktori λ_i redefinišu interferenciju stanja);
- (4) *Primena kvantnog orakla* (postoje i kvantni orakli (Grover) koji ne zahtevaju spletena stanja);
- (5) *Pogodno kvantno merenje* (samo na jednom registru, ili njegovom podsistemu – ali se uvek radi o *kolektivnim merenjima* opservabli (pod)sistema kao celine, a ne o istovremenom merenju opservabli pojedinačnih kubita).

[*Prvi metodski kvantni algoritam* Dojča (1985) bio je 2 puta brži od klasičnog (1 umesto 2 korišćenja orakla) – kao principijalna demonstracija!]

U vezi sa kvantnim algoritmima, ostaju još mnoga *otvorena pitanja*:

- (a) Novi algoritmi za klasično teške (pre svih NP-kompletne) računске probleme;
- (b) Univerzalna vs. parcijalna prednost kvantnih računara (samo neki zadaci?);
- (c) Da li korišćenje 'spletenih' stanja podrazumeva komunikaciju bržu od svetlosti?
- (d) Fizičko ostvarivanje 'spletenih' sistema za više-komponentne sisteme (ne samo dvo-komponentne) kao što je sistem identičnih fermiona ili bozona;
- (e) Da li je 'spletenost' stanja neophodan činilac kvantnih algoritama (ili ona služi samo za pogodne destruktivne interferencije i pripremu stanja sistema za pogodno kvantno merenje)?

Jedno od važnih praktičnih pitanja u kvantnom računanju je razvoj *metoda korekcije grešaka* ('quantum error correction'): (a) usled *neidealnosti unitarnih transformacija* (logičkih kapija) i *kvantnih merenja* (mogu se

praktično zanemariti(!); i (b) usled *dekoherencije na kubitima* (registrima kubita) (što je *nezanemarljivo*!), jer dekoherencija dovodi do *uništenja kvantne koherencije*, a ona je *suštinska osnova kvantnog paralelizma*, koja svodi kvantno računanje na klasično:

$$|\psi\rangle = \sum_{i=1}^{2^N} C_i |\psi_i\rangle \rightarrow \hat{\rho} = \sum_{i=1}^{2^N} |C_i|^2 |\psi_i\rangle\langle\psi_i| \quad (6.94)$$

Otuda se *dekoherencija 'po svaku cenu' mora izbeći*!, pre samog kvantnog merenja na kraju procesa izračunavanja. U 'borbi' protiv dekoherencije postoji nekoliko pristupa: (a) ECC (Error Correcting Codes – za korekciju grešaka nastalih dekoherencijom); (b) EAC (Error Avoiding Codes – za definisanje potprostora stanja registra invarijantnih na interakciju registra i okruženja); (c) DISD (Decoherence-Induced Suppress of Decoherence – za potiskivanje dekoherencije na registrima, izazivanjem dekoherencije 'kupati' njegovim okruženjem).

Osnovni zadatak *praktične realizacije kvantnih računara* je *implementacija kubita i logičkih kapija* za univerzalno kvantno računanje na velikom broju kubita, što je tek deo *istraživačkih programa u začetku, na potencijalno različitim hardverima*:

- (a) *Optički hardver* (Polarizacija fotona/kubit i optičke logičke kapije – većina istraživanja *polaže nade* u ovaj hardver!);
- (b) *Ridbergova stanja* (Atomi u kvantnoj elektromagnetnoj šupljini, sa osnovim i pobuđenim stanjima/kubit);
- (c) *Kvantne tačke* (Elektroni u svakoj od niza kvantnih tačaka u kondenzovanom stanju osećaju dejstvo potencijalne jame sa dva lokalna minimuma iste dubine/kubit – *veoma perspektivan pravac*!);
- (d) *Spintronika* (Spinovi jona/kubit u kondenzovanom stanju, kontrolisani električnim i magnetnim poljem);
- (e) *Nuklearna magnetna rezonanca* (NMR sa nuklearnim spinom/kubitom – *mala perspektiva*!).

Praktični zahtevi za kvantne kubitne računare su veliki, sa *malo tolerancije* ($\sim 0,1\%$), što će zahtevati *rad na niskim temperaturama* ($\sim \mu\text{K}$, da se *eliminiše termalni šum*), kao i *visok stepen izolovanosti od okruženja* (da se *smanji dekoherencija*).

S druge strane, kvantno-holografske Hopfildove neuronske mreže u svom načinu rada koriste kvantnu dekoherenciju ne samo za očitavanje već i za računanje (v. Gl. 2), pa su znatno robusnije i otpornije na gornje zahteve – uz mogući rad na sobnim temperaturama (kako verovatno funkcioniše povratno-spregnuti biološki sistem ćelija/akupunktorni sistem-svest/kolektivna svest [1,15,17])!

6.9 Literatura

1. D. Raković, *Osnovi biofizike*, 3. izd. (IASC & IEFPG, Beograd, 2008), Dod. D.1.
2. L. A. Gribov, *Vvedenie v molekulyarnuyu spektroskopiyu* (Nauka, Moskva, 1976); L. A. Gribov, S. P. Mushtakova, *Kvantovaya himiya* (Gardariki, Moskva, 1999); L. A. Gribov, *Ot teorii spektrov k teorii himicheskikh prevraschenii* (URSS, Moskva, 2001).
3. N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, *Solid State Physics* (Holt, Rinehart & Winston, New York, 1976).
4. A. L. Fetter, J. D. Walecka, *Quantum Theory of Many-Particle Systems* (McGraw-Hill, New York, 1971).
5. I. Cosic, *The Resonant Recognition Model of Macromolecular Bioactivity* (Birkhauser, Berlin, 1997).
6. I. Cosic, Macromolecular bioactivity: is it resonant interaction between macromolecules? Theory and applications, *IEEE Trans. Biomed. Engin.*, 41 (1994) 1101-1114; B. Krsmanović, I. Cosić, J. M. Biquard, M. T. W. Hearn, Artificial peptides and induced antibodies, *Patent Appl. PCT/FR 93/00171*.
7. J. P. Lowe, K. Peterson, *Quantum Chemistry* (Elsevier, Amsterdam, 2005).
8. G. Keković, D. Raković, B. Tošić, D. Davidović, I. Cosic, Quantum foundations of Resonance Recognition Model, preprint (2008).
9. K. Pribram, *Brain and Perception: Holonomy and Structure in Figural Processing* (Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ, 1991); K. Pribram, *Languages of the Brain: Experimental Paradoxes and Principles in Neuropsychology* (Brandon, New York, 1971).
10. M. Dugić, *Dekoherencija u klasičnom limitu kvantne mehanike*, SFIN XVII(2) (Institut za fiziku, Beograd, 2004); M. Dugić, *Doprinos zasnivanju teorije dekoherencije u nerelativističkoj kvantnoj mehanici*, Doktorska disertacija (PMF, Kragujevac, 1997); D. Giulini, E. Joos, C. Kiefer, J. Kupsch, I. -O. Stamatescu, H. D. Zeh, *Decoherence and the Appearance of a Classical World in Quantum Theory* (Springer, Berlin, 1996).
11. M. Dugić, *Osnove kvantne informatike i kvantnog računanja*, E-udžbenik (PMF, Kragujevac, 2007), preprint; M. A. Nielsen, I. L.

- Chuang, *Quantum Computation and Quantum Information* (Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2002).
12. C. C. Gerry, P. L. Knight, *Introductory Quantum Optics* (Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2005), App. A.
 13. J. A. Wheeler, W. H. Zurek (eds.), *Quantum Theory and Measurement* (Princeton Univ. Press, Princeton, 1983).
 14. R. Penrose, *The Emperor's New Mind* (Oxford Univ. Press, New York, 1989); R. Penrose, *Shadows of the Mind: A Search for the Missing Science of Consciousness* (Oxford Univ. Press, Oxford, England, 1994).
 15. D. Raković, M. Dugić, M. Plavšić, Biopolymer chain folding and biomolecular recognition: A quantum decoherence theory approach, *Mater. Sci. Forum*, 494 (2005) 513-518; M. Dugić, D. Raković, M. Plavšić, The polymer conformational stability and transitions: A quantum decoherence theory approach, Invited chapter, in: A. Spasić, J-P. Hsu (eds.), *Finely Dispersed Particles: Micro-, Nano-, and Atto-Engineering* (CRC Press, New York, 2005); D. Raković, M. Dugić, M. Plavšić, G. Keković, I. Cosic, D. Davidović, Quantum decoherence and quantum-holographic information processes: From biomolecules to biosystems, *Mater. Sci. Forum*, 518 (2006) 485-490.
 16. M. Dugić, M.M. Ćirković, D. Raković, On a possible physical metatheory of consciousness, *Open Systems and Information Dynamics* 9 (2002) 153-166.
 17. D. Raković, Scientific bases of quantum-holographic paradigm, in: I. Kononeko (ed.), *Proc. Int. Conf. Measuring Energy Fields* (Kamnik, Slovenia, 2007), Invited lecture; D. Raković, A. Vasić, Classical-neural and quantum-holographic informatics: Psychosomatic-cognitive implications, *Proc. NEUREL-2008* (IEEE Serbia & Montenegro Section, Belgrade, 2008); D. Raković, A. Vasić, Klasično-neuronska i kvantno-holografska informatika: kognitivne implikacije, u: S. Jovičić, M. Sovilj (eds.), *Govor i jezik: interdisciplinarna istraživanja srpskog jezika, II* (IEFPG, Beograd, 2008); D. Raković, Ž. Mihajlović Slavinski, Meridijanske (psihoterapije i kvantno-holografska informatika: psihosomatske implikacije, u: S. Jovičić, M. Sovilj (eds.), *Govor i jezik: interdisciplinarna istraživanja srpskog jezika, II* (IEFPG, Beograd, 2008).

Izvodi iz recenzija

... Autor se bavi istraživanjem i obrazovnim radom iz oblasti integrativne biofizike, kvantne medicine i kvantno-holografske informatike već dugi niz godina, i kao dobar poznavalac klasične i kvantne fizike objašnjava biofizičke fenomene i iznosi argumente za primenu integrativnih biofizičkih dijagnostičkih i terapijskih metoda i tehnika u medicini. Imajući u vidu da savremena istraživanja bolesti ukazuju na sve veće prisustvo psihosomatskih činilaca kao njihovih uzročnika, to uključivanje psiholoških fenomena (svest, stres i dr) orijentisanih na lečenje čoveka kao celine a ne bolesti kao simptoma, predstavlja pomak u dijagnostici i tretmanu zdravlja čoveka, u odnosu na klasičnu medicinu. Knjiga daje pomak i u oblasti tradicionalne medicine, jer pruža zadovoljavajuća objašnjenja za primenu nekih tradicionalnih metoda i tehnika.

Van uobičajenih pristupa u postojećoj naučnoj i stručnoj literaturi, autor u fokus novog pristupa stavlja kvantno-holističke metode, a u prvom redu telesni akupunkturni sistem i svest, koji se mogu u Fejnmanovoj propagatorskoj verziji Šredingerove jednačine interpretirati kao kvantno-informacione strukture sa osobinama kvantno-holografske Hopfildove asocijativne neuronske mreže. Biološke strukture koje imaju osobine memorijskih atraktora determinističkog haosa, autor razmatra kao mogućom kvantno-holografskom informacionom osnovom psihosomatskih stanja.

Monografija je multidisciplinarnog karaktera i prevashodno je namenjena lekarima 'otvorenog uma' koji praktikuju klasičnu i tradicionalnu medicinu, specijalistima i studentima postdiplomskih studija iz biofizike i biomedicinskog inženjerstva, kao i svima onima koje zanima primena novih naučnih metoda i tehnika u medicini. Knjigu toplo preporučujem za štampu, a studentima biofizike i biomedicinskog inženjerstva preporučujem je kao obaveznu literaturu...

– Đuro Koruga

... Ova knjiga predstavlja savremen i veoma pregledno uređen prikaz novih podataka, saznanja i objašnjenja biofizičkih fenomena funkcionisanja čovečijeg uma, svesti i čitave psihosomatike. Prema strukturi i sadržaju izloženog, ona se može podjednako svrstati u nad-visokoobrazovnu udžbeničku literaturu, ali i u veoma naprednu i specifičnu (po problematici i istraživačkom pristupu) multidisciplinarnu (fizika, biologija, medicina, filozofija) naučnu monografiju.

Knjiga nudi širu i produbljeniju informaciju o burnom razvoju biofizike svesti na kraju XX i početku XXI veka, koji je ne samo od fundamentalnog značaja, već omogućuje široku implementaciju, od genetskog do biomedicinskog inženjeringa. U izlaganju se koristi čitav alat moderne teorijske fizike radi spoznaje i dotika sa fizikom žive prirode, na svim nivoima: od molekuskog, pa preko ćelijskog i nadćelijskog, do organizma, uključujući i biosferu kao celinu. Zato se kao pomoć čitaocima u dodacima daje repertorij kvantne mehanike, kvantne hemije i kvantne informatike.

Sveukupno gledano, pred čitaocima je jedinstvena knjiga-monografija na našim prostorima. U njoj izloženo gradivo mogu da koriste i po njemu douče: studenti na master i doktorskim studijama, a veoma dobro može da posluži i svim stručnjacima koji rade u oblasti primene i bilo kakvog (uključujući medicinskog) tretmana čovečijeg organizma. Naravno, ovo štivo je dobro-došlo svim istraživačima pojava i efekata vezanih za saznanje o nastanku, stanju, i funkcionisanju bioloških sistema...

Na osnovu pregleda i sprovedene analize... imajući na umu da je autor i meni umnogome pomogao da se aktivnije udubim u oblast izučavanja pojava vezanih za problematiku biofizike funkcionisanja organizma kao celine... knjigu iskreno preporučujem za štampu, naglašavajući da će ovim izdavači dobiti još jednu čvrstu i prepoznatljivu referencu kao predvodnici holističkog poimanja čoveka...

– Jovan Šetrajčić

O autoru

Dejan Raković rođen je 1951. godine u Beogradu. Diplomirao je tehničku fiziku na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu, a magistrirao i doktorirao teorijsku fiziku na Prirodnomatemičkom fakultetu u Beogradu. Profesor je na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu, gde je držao mnogobrojne osnovne i postdiplomske kurseve iz oblasti fizike i tehnologije materijala, biofizike i biomaterijala, kvantne teorije čvrstog stanja i kvantne informatike, i (ko)autorski publikovao preko deset udžbenika od univerzitetskog do srednjoškolskog nivoa (među kojima, *Elektrotehnički materijali*, Naučna knjiga, 1987; *Osnovi biofizike*, Grosknjiga, 1994, 1995; IASC & IEFPG, 2008; *Fizičke osnove i karakteristike elektrotehničkih materijala*, ETF, 1995; *Akademski misao*, 1997, 2000; *Savremeni materijali i tehnologije*, Grosknjiga, 1997; *Biomaterijali*, Institut tehničkih nauka SANU & MRS Srbije, 2009). Rukovodio je Katedrom za elektrotehničke materijale u nekoliko izbornih mandata, a rukovodi diplomskim Smerom za biomedicinski i ekološki inženjering. Njegova naučna interesovanja pokrivaju oblasti nanomaterijala i biomaterijala, nanotehnologije i spektroskopije, kao i biofiziku i bioinformatiku kognitivnih, psihosomatskih i elektrofizioloških funkcija. Ko-editovao je sedam knjiga u ediciji časopisa *Materials Science Forum* švajcarskog izdavača Trans Tech Publications (Vols. 282-283, 352, 413, 453-454, 494, 518, 555); ko-editovao je pet knjiga u izdanju *Evropskog centra za mir i razvoj (ECPD) Univerziteta za mir Ujedinjenih nacija* u Beogradu (*Consciousness: Scientific Challenge of the 21st Century*, 1995, 1996; *Svest: naučni izazov 21. veka*, 1996; *Svest: naučni izazov 21. veka, Seminar*, 1996; *Svest - religija - društvo: na pragu novog humanizma, Okrugli sto*, 1997 (nepublikovano); *Brain and Consciousness, Workshop & Symposium*, 1997); su-osnivač je i predsednik Upravnog odbora *Internacionalnog anti-stres centra (IASC)* u Beogradu sa širokim edukativnim holističkim anti-stres aktivnostima (i ko-autorskom knjigom, *Anti-stres holistički priručnik: sa osnovama akupunkture, mikrotalasne rezonantne terapije, relaksacione masaže, aerojonoterapije, autogenog treninga i svesti*, 1999); ko-editovao je još nekoliko knjiga (*Nauka - religija - društvo*, Bogoslovski fakultet SPC & Ministarstvo vera Srbije, 2002; *Govor i jezik*, IEFPG, 2003; *Religija i epistemologija*, Dereta, 2007). Publikovao je oko dve stotine naučnih radova i saopštenja, citiranih preko dve stotine puta u naučnoj periodici, i održao više predavanja po pozivu u zemlji i inostranstvu.

