

Bioelektrogrāfijas metode šķidrumu analīzei

Eva Trumsina, Riga Technical University, Silvija Kukle, Riga Technical University

Kopsavilkums. GDV metodes pamatā ir biofiziska pieeja fraktālu attēlu datu ieguvei ar nelineārās matemātiskās analīzes palīdzību. GDV bioelektrogrāfijas metode apvieno vairākas savstarpēji nesaistītas nozares – gāzizlādes fiziku, hidrodinamiku, klīnisko medicīnu, ķīniešu un indiešu filozofiju u.c.. GDV BEG analīzei tiek izmantots liels skaits parametru, kuri tiek iedalīti četrās grupās: integrālie parametri, spektrālie parametri, fraktālie parametri, struktūras parametri.

Atslēgas vārdi: pustoņu attēli, integrālie parametri, spektrālie parametri, fraktālie parametri, struktūras parametri.

I. IEVADS

GDV (gas discharge visualization – gāzizlādes vizualizācija) bioelektrogrammu analīze tiek veikta, pielietojot mūsdienīgas matemātiskas metodes un koncepcijas. GDV metodes pamatā ir biofizikāla pieeja fraktālu attēlu datu ieguvei ar nelineārās matemātiskās analīzes metodēm [1].

GDV bioelektrogrāfijas (GDV BEG) metode apvieno vairākas savstarpēji nesaistītas nozares – gāzizlādes fiziku, hidrodinamiku, klīnisko medicīnu un apziņas mehānismu pētniecību, ķīniešu un indiešu filozofiju u.c.. Metodes attīstību ietekmē arī informācijas teorijas sasaistīšana ar bioloģijas zinātni, kā rezultātā izveidota hipotēze par bioloģisku sistēmu eksistenciālo atkarību no informācijas uztveres, pārstrādes un izmantošanas spējām. Informāciju pārraida gan apkārtējā vide, gan iekšējie orgāni, bez šiem procesiem dzīvības pastāvēšana ir apdraudēta – nāve ir informācijas apstrādes pārtraukšana fiziskā līmenī [1].

Rezultātu un teoriju kopums ļauj attīstīt jaunu zinātnes virzienu – kvantu informācijas biofiziku, kas nodarbojas ar bioloģisku objektu varbūtējo, stohastisko, viļņveida starojuma īpašību pētīšanu, izmantojot kvantu fizikas, informācijas teorijas, sinerģētikas un citu matemātisku un fizikālu novirzienu teoriju.

Ciparu tehnoloģiju progress veicina attēlu analīzes metodes attīstību, kas ļauj iegūt kvantitatīvu informāciju par attēla lauka objektiem, parādībām vai procesiem.

II. GDV BIOELEKTROGRĀFIJAS SPECIFIKA ŠĶIDRUMU TESTĒŠANĀ

GDV iekārtu attīstības stadijā zinātnieku grupa profesora Konstantīna Korotkova (*Константин Георгиевич Коротков*) vadībā veica zinātniskus eksperimentus ar mērķi identificēt datu populācijas sadali atkarībā no parametriem un novērtēt GDV iekārtu sistemātiskas kļūdas [2].

K.Korotkova vadībā veikto pētījumu rezultātā izdarītie secinājumi un apkopotā informācija, kas balstīta uz vairāk nekā 3600 šķidrumu paraugu GDV BEG analīzi rāda, ka analīzes procesā iegūtajiem parametriem ir normālais sadalījums. Tas pieļauj dažādu šķidrumu parametru statistisko

analīzi, piemēram, dispersijas analīzi, t – kritērija analīzi u.c. statistikas metodes [2].

GDV bioelektrogrāfija ir izmantojama tikai salīdzinoši – nepieciešams izveidot etalonus, ar ko salīdzināt pētāmā šķidruma paraugu īpašības, piemēram, parastu krāna ūdeni uzskatot par etalonu un salīdzinot to ar metālu nanodaļiņām piesārņotu tādu pašu krāna ūdeni. Par etalonu var izmantot arī destilētu ūdeni [1].

GDV bioelektrogrāfijas metode ir ļoti jutīga – gāzizlādes īpašības būtiski atkarīgas no piemaisījumu klātbūtnes šķidrumā, tāpēc pat neliels citas vielas piejaukums ievērojami ietekmē starojuma parametrus. Šī iemesla dēļ liela uzmanība jāpievērš lietoto trauku tīrībai – nav vēlams izmantot stikla un keramikas traukus, jo tie viegli absorbē traukā esošās vielas īpašības, ko nav iespējams novērst tos mazgājot. Ieļojot šķidrumu traukā, kurā iepriekš uzglabāta kāda viela, šķidrums pārņem šīs vielas īpašības. Sevīšķi izteikti tas novērojams ja trauki pēc mazgāšanas uzglabāti noslēgti. Par to var pārliecināties atverot izmazgātu trauku – bieži tajā saglabājas iepriekš lietotās vielas smarža. Eksperimentiem ar GDV iekārtām vēlams izmantot vienreiz lietojamus konteinerus un šļirci, kā arī rūpīgi jānotīra pārējos piederumus [1].

Ar GDV iekārtām var fiksēt ļoti smalkas šķidruma parametru izmaiņu nianšes; taču ir jāņem vērā, ka rezultātu var ietekmēt tādi blakus faktori kā eksperimentētāja noskaņojums, mēness fāze, sarunas pa mobilo telefonu eksperimenta laikā utt.. Lai gan atsevišķos gadījumos, ja izmaiņas bioelektrogrammu parametros ir ļoti izteiktas, piemēram, pievienojot destilētam ūdenim sāli, iepriekš minēto blakus faktoru ietekme ir maznozīmīga [1].

Gāzizlāde var ietekmēt objekta stāvokli, radot sekundāras emisijas, destruktīvus un termiskus procesus, kas gāzizlādes attīstības procesā veicina informācijas transformāciju. Bioloģiskā objekta stāvoklis raksturojams ar fizikāli ķīmiskiem un emisijas procesiem, kā arī ar gāzu izdalīšanos, kas atkarīgi no bioloģisko objektu impedances (pilnās pretestības) izmaiņām, no impedances to virsmas apgabalos, bioloģisko objektu struktūras un emisijas īpašībām. Virsmas un apjoma neviendabīgums, uzlādēto daļiņu emisijas procesi vai gāzu izdalīšanās ietekmē elektromagnētiskā lauka parametrus, tādējādi mainot gāzizlādes parametrus. [1].

Bioelektrogrāfijas laikā elektromagnētiskā lauka ietekmē notiek šķidruma parametru izmaiņas. Šīs izmaiņas ir statistiski nozīmīgas. No tā izriet, ka GDV iekārtas var tik izmantotas arī lai pētītu elektromagnētiskā lauka ietekmi uz šķidrumiem. Jebkurā gadījumā ir jāņem vērā arī GDV bioelektrogrāfijas mērīšanas procesa ietekme uz objektu, statistisko kritēriju jutība, kas atkarīga no vidējo vērtību starpības. To standartnovirzes ir pamats pieņēmumam, ka viena pētījuma ietvaros vienas koncentrācijas šķidrums jāpārbauda ne mazāk kā 40 reizes. 40 bioelektrogrammu skaitā tiek iekļauti arī

viena bioelektrogrāfijas seansa laikā iegūtie attēli. Tā kā GDV bioelektrogrāfijas laikā notiek ūdens parauga jonizēšana, tad pieļaujama bioelektrogrammu skaits no viena parauga ir 5 attēli [2].

K.G.Korotkova vadībā veiktajās eksperimentālajās pārbaudēs tika konstatēta sekojoša ūdens parametru jutība: laukums, entropija, autokorelācijas leņķis, fraktalitātes koeficients [1].

Starojuma laukuma izmērs ir cieši saistīts ar šķidrumu elektrokonduktivitāti, jonizācijas un disociācijas pakāpi. Entropija mēra novirzes no līdzsvara – tās vērtība samazinās, tuvojoties līdzsvara stāvoklim [1].

Autokorelācijas funkcija raksturo procesa regularitāti. Ja autokorelācijas funkcija kādā distancē ir nulle, tas nozīmē, ka starp procesa parametru izmaiņām šajā laika nogrieznī nav korelācijas. [1].

Fraktalitātes koeficients raksturo dotā šķidruma jonu aktivitāti un fleksibilitāti, kas raksturīga elektrokonduktīviem šķīdumiem (piemēram, NaCl, KCl, NaNO₃). Vienlaicīgi ar koncentrācijas samazināšanos, jonu aktivitāte samazinās. Šai saistībai ir liela nozīme fizikāli ķīmiskos un diagnostikas procesos [1].

Iegūtie dati ļauj aprakstīt fraktalitātes koeficienta un ekvivalentās elektrovadītspējas sakarību ar trešās pakāpes polinomu. Entropijas un ekvivalentās elektrovadītspējas sakarības ir izsakāmas ar ceturtais pakāpes polinomu, bet laukuma - ar piektās pakāpes polinomu, kas liecina, ka GDV parametri un elektrovadītspēja veido nelineāru rakstura savstarpējas sakarības [1].

III. LAVĪNVEIDA GĀZIZLĀDES VIZUALIZĀCIJAS PROCESA NORISE ŠĶIDRUMU TESTĒŠANAS LAIKĀ

GDV bioelektrogrāfijas procesā notiek elektromagnētiskā lauka (EML) mijiedarbība ar pētījumu objektu. Gāzizlādes sākumposmā padodot sprieguma impulsus uz elektrodi, rodas elektriskais lauks. Sprieguma ietekmē notiek objekta virsmas daļiņu emisija, tā kā elektriskais lauks "izvelk" elektronus no objekta virsmas, piem., no šķidruma meniska; tie palielina ātrumu elektriskajā laukā, iegūst enerģiju, taču nonākot gaisā, ļoti ātri saskaras ar gaisa molekulām. No "enerģiskā" elektrona trieciena molekula atbrīvo dažus fotonus un elektronus, veidojas ļoti smagi joni, kas elektriskajā laukā praktiski nekustās. Jaunizveidotie elektroni savukārt laukā paātrinās un, saskaroties ar gaisa molekulām, atbrīvo jaunus fotonus un elektronus. Tādējādi katrs elektrons rada citus elektronus - notiek „elektronu lavīnveida vairošanās”. Rezultātā elektronu lavīna līdzīgi lavīnai kalnos izplatās pa elektriskā lauka spēka līnijām. Attālinot objektu no objektīva virsmas, elektronu enerģija samazinās, un, sasniedzot noteiktu attālumu, tā vairs nav pietiekama, lai radītu jonizāciju, lavīna tiek pārtraukta [1].

Lavīnas attīstības laikā uz stikla virsmas saglabājas pozitīvi lādēti kanāli, tam no sāniem piesaistās arvien jaunas neliela izmēra elektronu lavīnas. Tajā pat laikā pozitīvo lādiņu kanāli kavē savus elektronus, kas veicina lavīnas pārtraukšanu. Elektronu lavīnu pavada mirdzums. Rezultātā ap šķidruma pilienu menisku veidojas vienmērīga laukuma starojums, ko reģistrē GDV iekārtas optiskā sistēma [1].

IV. ŠĶIDRUMU ANALĪZES METODIKA AR GĀZIZLĀDES VIZUALIZĀCIJAS IEKĀRTU

Šķidrumu testēšanai ar „GDV Camera” nepieciešamas palīgierīces no komplekta „GDV Mini-Lab” (skat. 1.att.).



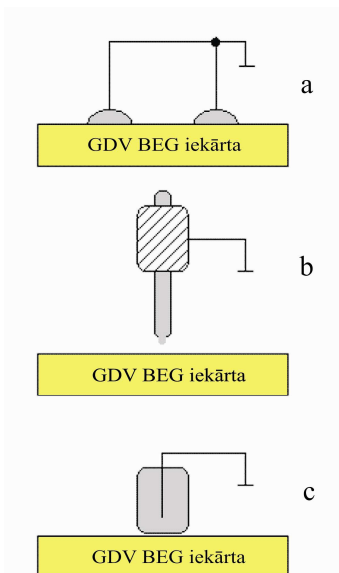
1.att. Palīgierīču komplekts bioloģisku objektu testēšanai „GDV Mini-Lab” [3]

Minilaboratorijā iekļauta šļirce, šļirce ar stikla uzgali, šļirce ar zemējumu, komplekts liela izmēra bioloģisku objektu fotografēšanai, pārklājs noēnošanai (liela izmēra objektu fotografēšanai), dielektriskā detaļa stikla kausa nostiprināšanai, metāliskā detaļa stikla kausa nostiprināšanai, kā arī lietotājam nepieciešamā informācija digitālā un teksta formā [3].

Veicot mērījumus ar GDV kameru, testējamo objektu novieto uz vai virs caurspīdīga elektroda (plāksnes) ar caurspīdīgu strāvu vadošu pārklājumu otrā pusē. Starp objektu un plāksni tiek padoti sprieguma impulsi no ģeneratora. Pie augstas elektriskā lauka intensitātes gāzes vidē telpā starp objektu un plāksni veidojas gāzizlāde, tās raksturs atkarīgs no objekta īpašībām. Izlādes starojuma bioelektrogramma ar optiskās sistēmas palīdzību tiek ierakstīta atsevišķu kadru (GDV BEG) vai videofaila formātā. Iegūto primārās informācijas datņu - statisko (attēlu sērija) vai dinamisko (videofails) GDV bioelektrogrammu uzņemšanu un apstrādi veic specializēts datu analīzes programmu komplekss, kurā ietilpst vairākas secīgas darbības datorprogrammas. GDV BEG iegūšanu un to sākotnējo apstrādi veic programmā „GDV Capture-1” vai „GDV Capture-2”. Programma „GDV Scientific Laboratory”, kas paredzēta statisku un dinamisku GDV BEG parametru apstrādei, nodrošina virkni risinājumu: GDV BEG skaitlisko vērtību aprēķinu gan visam attēlam, gan atsevišķam sektoram; katra parauga statistisko raksturlielumu aprēķināšanu, izmantojot izvēlētos parametrus; tendenču aprēķinu; dinamisko GDV BEG parametru laukumu entropijas un fraktāļu analīzi; vizuālo analīzi un salīdzinājumus ar sākotnējām GDV BEG, aprēķināto skaitlisko datu blokiem [1].

Programma „GDV Scientific Laboratory” automātiski aprēķina 12 bioenerģētiskā starojuma parametrus – laukumu, normalizētu laukumu, vidējo intensitāti, fragmentu skaitu,

formas koeficientu, izolīnijas vidējo rādiusu, izolīnijas rādiusa normalizēto vidējo kvadrātisko novirzi, izolīnijas garumu, entropiju pa izolīniju, fraktalitāti pa izolīniju, fraktalitātes vidējo kvadrātisko novirzi, attālumu no centra līdz iekšējā apla kontūrai.



2.att. GDV bioelektrogrāfijas metodes šķidrumu analīzei [4]

Šķidrumu izpētei var izvēlēties vienu no variantiem (2. att.): 1) nelielu šķidruma daudzumu novieto uz caurspīdīgas filmas, kas atrodas virs objektīva, šķidrumā ievieto iezemētu elektrodu (2.att. a); 2) šķidrumu suspendē noteiktā attālumā virs objektīva (2.att. b); 3) noslēgtu kapsulu ar šķidrumu un tajā ievietotu iezemētu elektrodu novieto virs objektīva (2.att. c) [4]. Pirmo variantu nevar izmantot visu veidu šķidrumu testēšanā – piliens var izplūst elektrostatisko spēku ietekmē. Otrajā variantā jānodrošina nemainīga šķidruma meniska konfigurācija un attālums līdz objektīva stiklam. Visvienkāršākā ir pēdējā metode, bet tā ir arī visneefektīvākā. Palīgierīču komplektā „GDV Mini-Lab” iekļauti piederumi šķidrumu testēšanai pēc otrā varianta shēmas (2.att. b).

V. SPONTĀNAIS UN STIMULĒTAIS OPTISKAIS STAROJUMS SPEKTRA REDZAMAJĀ UN ULTRAVIOLETAJĀ ZONĀ, TĀ ANALĪZE

Gāzislādes spektrā gaisā ietilpst starojuma viļņu garumi robežās no 150 līdz 800 nm. Organisma audu starojuma pamatā gan redzamajā, gan ultravioletajā spektra zonā ir kāds no luminiscences paveidiem – fotoluminiscence (redzamā spektra un ultravioletais starojums), radioluminiscence (jonizējošs starojums), elektroluminiscence (elektriskā strāva), hemiluminiscence (ķīmiskās reakcijas) [5]. Organisma audu un šūnu ultravioletā starojuma viļņu garums variē robežās no 190 līdz 340 nm. Par šī starojuma substrātu kalpo olbaltumvielas, polipeptīdi un udeņraži [5].

Pustoņu attēlu parametriskā analīze

GDV metodē iegūtie attēli tiek apstrādāti pirms to analīzes. Attēlu apstrāde iekļauj nelielu izmaiņu veikšanu, kas tos pārveido vieglāk apstrādājamā un analizējamā formā [6].

Attēla analīzes procesā tiek veikti attēla laukā ietilpstošo daļu, fragmentu un atsevišķu objektu pētījumi, ar attēla analīzi jāsaprot videofailu apstrādes mērošo aspektu.

Minimālais attēla elements ir pikselis, to raksturo atrašanās vieta (x, y) un spilgtums – b ($b(x, y) \in \{0, 1, 2, \dots, 255\}$). Pikselis var būt tukšs (fons) vai nozīmīgs (attēla elementu saturošs) [6].

GDV metodē attēls tiek aprakstīts ar funkciju $f(x)$. Par funkcijas īpašībām var būt attēla maksimālais rādiuss, mediāna, maksimālais spilgtums un rādiusu vidējās vērtības. GDV BEG analīzei tiek izmantoti parametri, kas klasificējami četrās grupās:

- integrālie parametri (laukums, blīvums, perimetrs);
- spektrālie parametri (starojuma intensitāte);
- fraktālie parametri (formas koeficients, fraktalitāte);
- struktūras parametri (entropija, autokorelācija).

Pie integrālajiem parametriem pieder **laukums** (S) - pikseļu skaits ar intensitāti, kas pārsniedz filtrācijā uzstādīto trokšņu līmeni (skat. 1. formulu [6]).

$$S = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P_{ij}, \quad (1)$$

kur $p_{ij} = 1$, ja $b(i, j) < L$;
 $p_{ij} = 0$, ja $b(i, j) = L$;
 L – fona spilgtuma sliekšņa lielums;
 n, m – B matricas izmēri.

Attēla blīvums (D) tiek aprēķināts kā attēla starojuma laukuma attiecība pret kopējo reģiona laukumu (skat.2. formulu [6]). Ja reģionu, kurā ietverts attēls, apzīmē ar $A = |a(x, y)| \in B = |b(x, y)|$, tad attēla blīvumu aprēķina:

$$D = \sum_{i \in A} p_i / \sum_{i \in A} S_i, \quad (2)$$

kur $p_i = 1$, ja $a(x, y) < L$;
 $p_i = 0$, ja $a(x, y) = L$;
 $S_i = 1$ visiem $i \in A$.

Attēla **perimetrs** tiek aprēķināts kā attēla aploces izklājuma garums, kuru pārstāv divdimensiju masīvs $M[n \times m]$, kur n – attēla maksimālā amplitūda pikseļos, m – stūru skaits, ko izmanto izklājuma iegūšanai. Attēla izklājumā pikseli tiek apskatīti kā punkti ar konkrētiem gabarītiem, tādēļ, lai viens un tas pats pikselis netiktu ierakstīts vairākas reizes,

gadījumos, kad rādiuss R ir neliels un stūra solis ir mazāks par 1° , masīvs M tiek aprēķināts sekojoši (3. formula [6]):

$$M[i, j] = \begin{cases} 0 \\ 255 \\ b(x, y) + 1 \end{cases}, \quad (3)$$

kur $M[i, j] = 0$, ja pikselis $b(x, y)$ jau ir ierakstīts masīvā;

$$M[i, j] = b(x, y) + 1, \quad \text{ja } b(x, y) < 251, \quad \text{kur } x = x_0 + R\varphi;$$

x°, y° - attēla smaguma centra koordinātas.

Pie spektrālajiem parametriem pieskaitāmo attēla **integrālo spilgtumu** jeb **starojuma intensitāti** (PJ) aprēķina, izmantojot visus pikselus, kuru intensitāte nav zemāka par trokšņu filtrācijā iestatīto līmeni (skat. 4. formulu [6]):

$$PJ = \sum_{i=0}^n d[i] / \sum_{i=0}^n d[i], \quad (4)$$

kur funkcija $d=N(b_i)$ veido spilgtu attēla spektru, kas norāda, cik pikseļu ar spilgtumu b_i atrodas šajā attēlā.

Formas koeficients (K_f) pieder pie fraktālajiem parametriem; tas raksturo attēla malas robojumu intensitāti (skat. 5. formulu [6]).

$$K_f = L^2/S, \quad (5)$$

kur L – attēla perimetra garums;
 S – kopējais laukums.

Fraktalitāti f aprēķina kā starojuma attēlu perimetru attiecību, kuri iegūti pie dažādiem GDV bioelektrogrammas mērogiem [6].

Entropija pieder pie struktūras parametriem; tā tiek uzskatīta par mērvienību informativitātei un novirzei no līdzsvara – entropija samazinās, tuvojoties līdzsvara stāvoklim. Turklāt entropijas samazināšanai ir iznīcinošs raksturs [1].

Attēlu var aprakstīt ar funkciju $f(x)$, kuras arguments x atrodas robežās $[0-2\pi]$. Šajās robežās funkcija $f(x)$ mainās no f_{min} līdz f_{max} . Funkcijas $f(x)$ vērtību apgabalu sadala N vienādos intervālos un definē $P(f)$ – funkcijas $f(x)$ vērtību blīvuma sadalījumu intervālā $[f_{min}, f_{max}]$.

Pēc analogijas ar plaši izmantoto termodinamiskās entropijas jēdzienu funkcijas $f(x)$ entropiju (E) var izteikt ar šādu formulu (6. formula [6]):

$$E = - \int P(f) \log(P(f)) df, \quad (6)$$

kur $P(f)$ – funkcijas $f(x)$ blīvuma vērtību sadalījuma funkcija;
 df – dispersija.

Procesa regularitāti raksturo **autokorelācijas funkcija**; to aprēķina (skat. 7. formulu [6]):

$$K(y) = \int_0^{2\pi} (f(x) - f_0)(f(x+y) - f_0) dx. \quad (7)$$

Paredzams, ka $f(x+2\pi) = f(x)$. Šī funkcija ir 1 pie x vērtībām 0 un 2π , maksimumu esamība liecina par procesa regulām svārstībām, ja $K(y)=0$, korelācija atstatu no y nepastāv.

Visi GDV BEG parametri tiek aprēķināti pēc programmu operācijās iekļautiem algoritmiem.

Programmu komplekss sastāv no sekojošiem galvenajiem blokiem:

- operāciju bibliotēkas, kur pabeigtu programmu moduļu veidā realizētas GDV bioelektrogrammu apstrādes un analīzes funkcijas – attēlu pirmapstrāde (diskretizācija, trokšņu un traucējumu novēršana, pseidoiekrāsošana); GDV bioelektrogrammu segmentācija (attēla sadalīšana sektoros); attēla izklājums; dažādu parametru izskaitļošana, GDV bioelektrogrammu klasifikācija;
- procedūru sintēzes apakšsistēmas, kur automatizētā režīmā tiek projektēta kopējā GDV bioelektrogrammu apstrādes un analīzes procedūra;
- lietotāja interfeiss, kas sastāv no programmu kompleksa lietotāja un programmu/aparātu kompleksa mijiedarbības nodrošināšanai;
- uz operāciju bibliotēkas bāzes izstrādātas sistēmas procedūras – GDV signāla novērošana laikā; attēlu sākotnējā ievade, saglabāšana un datu komplektēšana; iegūto parametru statistikā apstrāde un histogrammu izveide; sintēze un drukāšana vajadzīgajā formātā.

Visas augstāk minētās procedūras opvienotas programmu kompleksā „GDV Technique”, kas strādā Windows 95/98/2000 operētājsistēmās. Uz šī kompleksa bāzes izstrādāta virkne modifikāciju, dažādas izcelsmes objektu gāzizlādes starojuma parametru pētniecībai.

VI. NOBEIGUMS

GDV bioelektrogrammas attēlo sarežģītas divdimensiju fraktālas figūras, kuru laukuma un spektrālie rādītāji sniedz informāciju par objekta struktūru un īpašībām. Šāda pieeja attēlu analizēšanai realizēta programmatūras kompleksā „GDV Technique”, uz tās bāzes izstrādāta virkne programmu/aparātu kompleksu modifikāciju atšķirīgas izcelsmes objektu gāzizlādes attēlu parametru analīzei. Komplekss tiek izmantots energoinformatīvās apmaiņas

пētījumiem bioloģijā un medicīnā, dažādu objektu struktūras analīzei tehnikā un kriminālistikā [6]. GDV iekārtu pielietojuma jomas nepārtraukti paplašinās.

Iegūtie pētījumu rezultāti [1], apskatītie matemātiskie apraksti un pieejamās tehnoloģijas liek domāt, ka paveras plašas iespējas GDV tehnoloģiju lietošanai šķidrums strukturālo īpašību fiksēšanai un to izmaiņu pētīšanai dažādu faktoru ietekmē. Tas paver jaunas interesantas perspektīvas, piem., tādas kā principiāli jaunu atgriezeniskās saites sistēmu izveidi veicot šķidrums, tai skaitā ūdens strukturizācijas analīzi kā reakciju uz izmaiņām bioloģiskās sistēmās, dzīvojamā vidē, ārvīdē. Protams, vēl ir daudz neatrisinātu problēmu, kas prasa padziļinātus pētījumus, kā arī specifisku metodiku izstrādi.

Šis darbs izstrādāts ar daļēju Eiropas Sociālā fonda atbalstu Nacionālās Programmas ietvaros Rīgas Tehniskajā universitātē.

LITERATŪRAS SARAKSTS

1. **Коротков К.Г.** *Основы ГРВ биоэлектрографии*. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный институт точной механики и оптики, 2001. – 360 с.
2. *New principles of computer processing. Application of the GDV technique for study of water and liquids* [tiešsaiste]. GDV Research, 2001 – [skatīts 04.09.2010.]. Pieejams: <http://www.kirlian.org/gdvresearch/waters/chapt3a.html>
3. *GDV Material Testing Kit* [tiešsaiste] / GDV Camera, 2006 – [skatīts 06.08.2010.]. Pieejams: <http://gdvcamera.com/epc-gdv-cameras/epc-gdv-material-testing-kit>

Eva Trumsina, Silvija Kukle. Liquid Analysis with the Bioelectrography Method

GDV method is based on a biophysical approach to fractal image data acquisition with a non-linear mathematical analysis. GDV bioelectrography method combines a number of separate sectors – gas-discharge physics, hydrodynamics, clinical medicine, Chinese and Indian philosophy, etc. The new science, known as quantum information biophysics, studies the properties of the biological object radiation.

Information theory, which contains the biological object ability to receive, process and use of the information, gain popularity in the biology.

In GDV method obtained images prior to its analysis are processed. Image processing includes small changes, which transforms pictures to easily treatable and analysable.

The minimum element is the image pixel, which is characterized by the location and brightness. More than 3600 liquid samples analysis with GDV BEG shows that the GDV BEG parameters have a normal distribution. This allows statistical analysis of different groups of fluid such as analysis of variance, Student's t - criterion, etc. statistical methods.

Sensitivity of statistical criterion, which depends on the standard deviation, is the basis for the assumption that the same concentration of the liquid within a single study must be tested no less than 40 times. In 40 bioelectrograms are also included bioelectrograms from a single bioelectrography session of the liquid. As the GDV bioelectrography occur ionization of the water sample, the allowable number of bioelectrograms from one sample is 5 files. Fluid testing with the „GDV Camera” possible only with the accessories from „GDV Mini-Lab”.

GDV BEG are taken and analyzed by several successive software. GDV BEG acquisition and initial processing are made by programmes „GDV Capture-1” and „GDV Capture-2”. The program „GDV Scientific Laboratory” automatically calculates the 12 Bioenergetic parameters of radiation, which are divided into four groups: integral parameters, spectral parameters, fractal parameters and structure parameters.

For liquid analyzing with the GDV bioelectrography has developed three different methods.

Эва Трумсина, Сильвия Кукле. Метод биоэлектрографии для анализа жидкостей

ГРВ метод основан на биофизическом подходе к сбору данных фрактальных изображений с нелинейным математическим анализом. Метод ГРВ биоэлектрографии объединяет ряд отдельных секторов - физику газового разряда, гидродинамику, клиническую медицину, китайскую и индийскую философию, и т.д.. Новая наука, известная как квантовая информационная биофизика, изучает свойства излучения биологических объектов.

В биологии все популярнее становится теория информации, которая изучает взаимосвязь между процессами жизнедеятельности и способностью воспринимать, обрабатывать и использовать информацию.

В методе ГРВ полученные изображения обрабатываются до анализа. Анализ изображений состоит из исследования частей и фрагментов поля изображения и отдельных объектов.

Пиксель, который характеризуется расположением и яркостью, является минимальным элементом изображения.

ГРВ БЭГ анализ более 3600 образцов жидкости показывает, что параметры, соответствующие ГРВ БЭГ, имеют нормальное распределение. Это позволяет проводить статистический анализ различных групп жидкостей, например, дисперсионный анализ, *t-критерий* Стьюдента и д. статистические методы.

Чувствительность статистических критериев, которая зависит от стандартного отклонения, является основой для предположения, что одна и та же концентрация жидкости может проверяться не менее 40 раз. В 40 ГРВ БЭГ также входят в один сеанс полученные изображения. Во время ГРВ биоэлектрографии возникает ионизация воды, результате допустимое количество биоэлектрограмм от одного образца - 5 файлов. Тестирование жидкости с „ГРВ-камерой” возможно только с помощью аксессуаров с „GDV Mini-Lab”.

ГРВ БЭГ фиксируется и анализируется с помощью ряда последовательных программ. Для сбора и первичной обработки ГРВ БЭГ использует программы „GDV Capture-1” и „GDV Capture-2”. Программа „GDV Scientific Laboratory” автоматически вычисляет 12 параметров биоэнергетического излучения, которые разделены на четыре группы: интегральные параметры, спектральные параметры, фрактальные параметры и структурные параметры.

Для анализа жидкости с ГРВ-камерой разработаны три различных методов

4. *Experimental data analysis. Application of the GDV technique for study of water and liquids* [tiešsaiste]. GDV Research, 2001 – [skatīts 04.09.2010.]. Pieejams: <http://www.kirlian.org/gdvresearch/waters/conclusion.html>
5. **Калмиков В., Вишневецкий В., Власова Т.** *Структурная модель полутонного изображения и ее использование в задаче сегментации изображений* // XIVth International Conference „Knowledge-Dialogue-Solution”, June-July 2008. – Varna: KDS, 2008. – 153. – 160.p.
6. **Коротков К.Г., Крылов Б.А.** *Параметрический анализ полутонных изображений* // Информационные, вычислительные и управляющие системы: Научно-технический вестник. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, 2002. – [Выпуск 6], 285 с.

Eva Trumsina. Mg.sc.ing., Professional Master Degree in material design and technology, Riga Technical University, Riga, Latvia (2009). Researcher of Riga Technical University, Textile Materials Technologies and Design Institute, 14/24 Azenes Street., Riga, Latvia, LV-1048, Latvia, (since 2009); Research Assistant of Riga Technical University (2008 – 2009); Garment Designer of Ltd „Burdas Salons” (2002 – 2004). Research interests: metal overlaid textile materials - appraisal of positive effects and possible detriments; GDV bioelectrography. e-mail: eva_trumsina@inbox.lv

Silvija Kukle Dr.habil.sc.ing. Work experience: Professor of Riga Technical University since 1993, Faculty of Materials Science and Applied Chemistry, Institute of Textile Materials Technologies and Design, Azenes str. 14/24, Riga, Latvia, LV-1048. e-mail: skukle@latnet.lv