

## ПЕРСПЕКТИВИ ЗА ИЗПОЛЗВАНЕ НА ГРВ-БИОЕЛЕКТРОГРАФИЯТА В АЕРОКОСМИЧЕСКИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ

**Геннадий Маклаков**

*Санктпетербургски институт по информатика и автоматизация – Руска академия на науките  
e-mail: gmaklakov@mail.bg*

**Ключови думи:** аерокосмически изследвания, диагностика, психо-физиологично състояние, човешки фактор, оптоелектронни сензори, газоразрядна визуализация.)

**Резюме:** В статията е показано как технологията ГРВ-биоелектрография може да бъде приложена за диагностика на психо-емоционалното състояние на работещите в аерокосмическия отрасъл. Анализират се възможностите на метода ГРВ за диагностициране на състоянието на висшите (познавателни) корови функции на мозъка. Разглежда се принципното използване на ГРВ-биоелектрографията за изучаване на обекти и явления от живата и неживата природа с помощта на специални оптоелектронни сензори.

## PERSPECTIVES FOR USE OF GAS DISCHARGE VISUALIZATION IN AEROSPACE RESEARCH

**Gennadii Maklakov**

*Petersburg Institute for Informatics and Automation – Russian Academy of Sciences  
e-mail: gmaklakov@mail.bg*

**Keywords:** aerospace research, diagnostics, psycho-physiological condition, human factor, optoelectronic sensors, gas discharge visualization.

**Abstract:** The article shows how GDV- technology can be applied for diagnosis of psycho-emotional state of workers in the aerospace industry. The possibilities of GDV method of diagnosing the state of higher (cognitive) cortical functions of the brain. The principles using the GDV- technology for studying objects and phenomena of animate and inanimate nature by using special about optoelectronic sensors.

### **Въведение**

Успешното функциониране на сложните ергатични системи зависи от ефективността и сигурността, с която работят операторите. Например, в аерокосмическия отрасъл за безопасността голяма роля играе умението на човека да приема правилни решения в екстремални ситуации. Статистиката за аварии и катастрофи сочи, че в болшинството случаи те стават по вина на така наречения човешки фактор. Именно това прави особено актуална задачата да се намерят методи, които обективно да оценяват влиянието на външните фактори върху психиката и физиологичните структури на организма.

Съществуващите приборни методи за наблюдение не винаги позволяват ефективно проследяване на особеностите в психо-физиологичното състояние на човека в режим на реално време, което е свързано със сложността на обработването на данните, значителното количество артефакти, несъвършенството на методите за наблюдение [1, 2].

Положението кардинално се променя след появяването на приборите за диагностика на базата на метода газоразрядна визуализация (ГРВ). Методът е основан на ефекта на светенето на обекти от различно естество в електромагнитни полета. Технологията ГРВ-биоелектрография е известна на учените повече от две столетия. През 1882 г. белоруският учен Наркевич-Иодко открива способ да фотографира светенето на обекти, разположени във високочестотно електрическо поле. В процеса на изследванията на биологичните

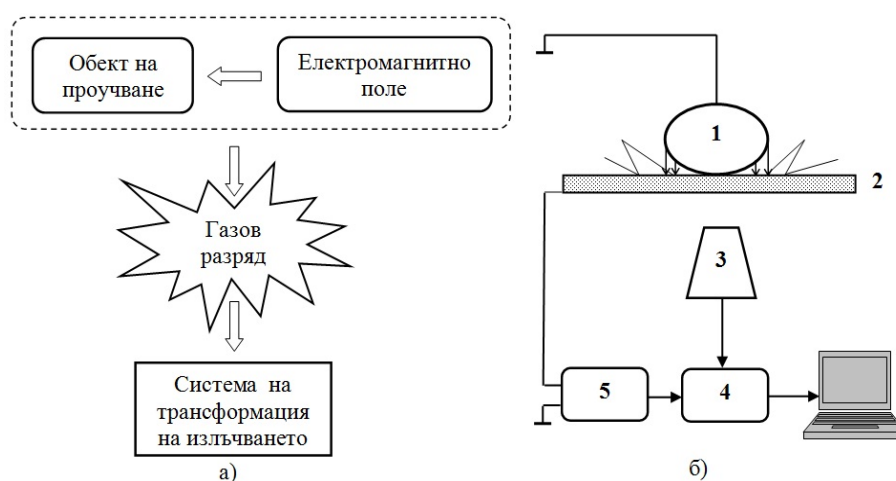
обекти ученият регистрира изключително любопитен факт: разрядният процес се оказва зависим не само от физическото, но и от психическото им състояние. Всестранно този процес изучават още през 1939 г. руските учени Валентина и Семьон Кирлиан. Те провеждат изследване върху светенето на неорганични и биологични обекти, в това число листа на растения и пръсти на хора, в електромагнитно поле. Резултата регистрират на фотохартия. Днес, поради важността на техните изследвания, в света наред с термина „ГРВ-биоелектрография“ се използва и понятието „ефект на Кирлиан“. Двамата Кирлиан проектират и създават необходимата апаратура, а резултатите от изследванията им са толкова зашеметяващи и перспективни, че всичко е строго засекретено. Първата им публикация [3] се появява едва през 1968 г. Тази технология с успех се използва в Украйна в областта на ракетно-космическите изследвания. След разпадането на СССР центърът за изследвания се премества в Санкт Петербург (Русия), където под ръководството на проф. Константин Коротков методът получава по-нататъшно развитие и започва промишлено производство на съответната апаратура. ГРВ-прибори сега се използват практически във всички водещи страни в света. През 1978 г. е създаден Международен съюз за медицинска и приложна биоелектрография (IUMAB, International Union of Medical and Applied Bioelectrography) с щаб-квартири в САЩ и Великобритания. Цели на неговата дейност са: утвърждаване на значимостта и научния статус на биоелектрографията по пътя на системни изследвания; консолидация на усилията на учените, участващи в различни аспекти на биоелектрографските изследвания; развитие на тези изследвания в строги научни рамки.

ГРВ-биоелектрографията успешно се използва в много направления - от тестване на спортисти и прогнозиране на техните постижения до изучаване на свойствата на металите и сплавите. Тук разглеждаме възможностите ГРВ-биоелектрографията да бъде използвана в психологията (изучаване и прогнозиране на психо-емоционалните състояния на човека в екстремални ситуации) и медицината (експресна диагностика, контролиране на психо-физиологичното състояние на човека при изпълнение на неговите професионални задължения).

Бих искал да насоча внимание на читателите към възможността чрез ГРВ-апаратура да бъде оценявано състоянието на жизнената дейност на човека, в частност как върху нея влияят радиацията, електромагнитното, акустичното и други полета. Възможно е също така да се отчитат метеофактори, въздействащи върху функционалното състояние на организма и да се прогнозира развитие на патологични реакции.

### Основни принципи на ГРВ-биоелектрографията

Принципът на газоразрядната визуализация [4] е представен на фиг. 1.



Фиг. 1. Принцип на газоразрядната визуализация: а) схема за преобразуване на информацията за параметрите на изследвания обект в информация за характеристиките на ГРВ-грами б) схема на устройството за ГРВ.

Между изследвания обект 1 и диелектричната пластина 2, върху която е поставен обектът, се подават импулси на напрежение от генератора на електромагнитно поле 5. На обратната страна на пластината 2 е нанесено прозрачно токопроводящо покритие. При високо напрежение на полето в газова среда между обект 1 и пластина 2 се развива лавинообразен газов разряд, чиито параметри се определят от свойствата на обекта. Светещият разряд с

помощта на видеопреобразовател 4 се преобразува от ЗСП-матрица 3 в сигнали, които се записват в компютър. Получените ГРВ-грами се обработват и на тяхна основа се правят диагностични заключения.

### Общи принципи на ГРВ-анализа

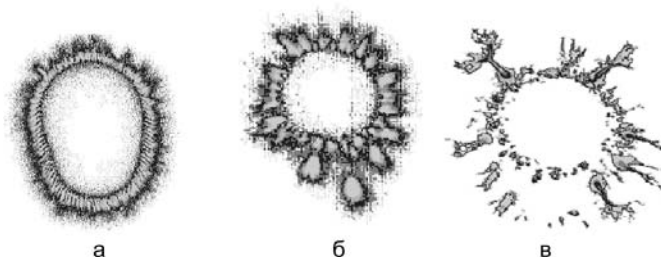
От гледна точка на биофизиката ГРВ измерва стимулирано оптоелектронно излъчване на биологичен обект (в този случай човешки пръсти). Зрително, на екрана на монитора на компютъра, това изглежда като изображение на контура на пръста със светещ ореол около него.

Изучаването на биосистемите чрез ГРФ-биоелектрография ще разглеждам в две направления: визуализация на тяхното светене и използване на специални оптоелектронни сензори.

Изучаването на биосистемите на основата на визуализация на тяхното светене е, така да се каже, класическо приложение на кирлианографията. Диагностика на физическото състояние на човека при него се извършва, като се анализира светенето по сектори. Определя се състоянието на различните органи и системи на организма: норма или патология. Диагностика на физическото състояние може да бъде осъществена на следните две равнища:

1) Визуално, анализирайки ГРВ-грамите на петте пръста на лявата и дясната ръка. Дори и без голям опит в ГРВ-диагностиката визуално може да се различи здравият от болния човек.

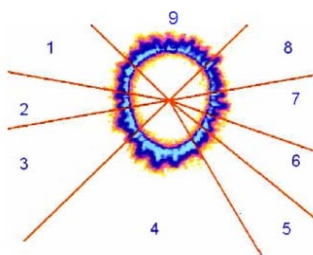
На фиг. 2 даже с просто око се виждат различията.



Фиг. 2. Примери на ГРВ-грами: а – пръст на ръката на практически здрав човек; б – пръст на ръката на кардиологично болен; в - пръст на ръката на човек в стрес.

2) С помощта на специални таблици, по които може с висок процент достоверност да бъде определено развитието на патологичен процес в определен орган. Най-широко се използват таблиците на Петер Мандел (Mandel P., Германия) и Константин Коротков (Русия). Диагностика се извършва като се анализира светенето по сектори (секторен анализ на изображението на короната на светене). Използвайки такива таблици, изучвайки деформациите в светенето (разкъсвания, наличие на петна, снопове сияние - светещи тесни канали и т.н.), е възможно оперативно да се приеме решение за психо-соматичното състояние на изследвания. Този метод за диагностициране обаче изисква ползвателят на ГРВ-прибора да има съответна подготовка.

След многогодишни изследвания учените са установили как се изменя светенето на отделни сектори на пръстите при различни заболявания или, което е особено важно, когато едва започва развитието на патологичен процес в някой от органите. По този начин става възможно да се прави свръхранна диагностика на заболяванията. Като пример на фиг. 3 е представена интерпретация на светенето на 4-ия пръст на лява ръка.



Фиг. 3. Интерпретация на светенето на 4-ия пръст на лява ръка: 1-хипоталамус, 2-нервна система, 3-далак, 4-уро-генитална система, 5-надбъбречна жлеза, 6-панкреас, 7-щитовидна жлеза, 8-хипофиза, 9-епифиза.

По това как се променя характерът на светенето в секторите може да се съди за наличие или зараждане на патологичен процес.

### **Възможности на ГРВ-биоелектрографията за диагностициране на състоянието на висшите (познавателни) корови функции**

Вниманието на учените от различни области на медицината и психологията все по-често се насочва към така наречения човешки фактор, влияещ върху безопасността в съвременния техногенен свят. С цел да се минимизира влиянието на този фактор продължава активното търсене на методи за обективно оценяване не само на психофизиологичните особености и физическото състояние на човека, но и на значимите в това отношение състояния на висшите корови функции (ВКФ), наричани още когнитивни, познавателни.

Известно е, че когнитивните функции са тясно свързани помежду си; към тях се отнасят най-сложните функции на главния мозък – интелект, реч, праксис (способност за извършване на целенасочени двигателни актове), гнозис (познание за предметите, явленията, тяхното значение и смисъл), памет, внимание. Понижаване на отделни ВКФ (памет, внимание) се наблюдава при много неврологични заболявания, както и по време на лечение с психотропни лекарства. Този процес влияе не само върху качеството на живот, но и върху професионалната пригодност особено на тези лица, чиято работа изисква внимание, както е например в аерокосмическия бранш.

Дългогодишните изследвания в много медицински учреждения по света показват, че ГРВ-технологиите са не само обективен метод за диагностика, допълващ клиничното впечатление за състоянието на когнитивните функции; те често са единственият метод, позволяващ оперативен и достоверно да се получи информация за ВКФ на оператора на сложни ергатични системи.

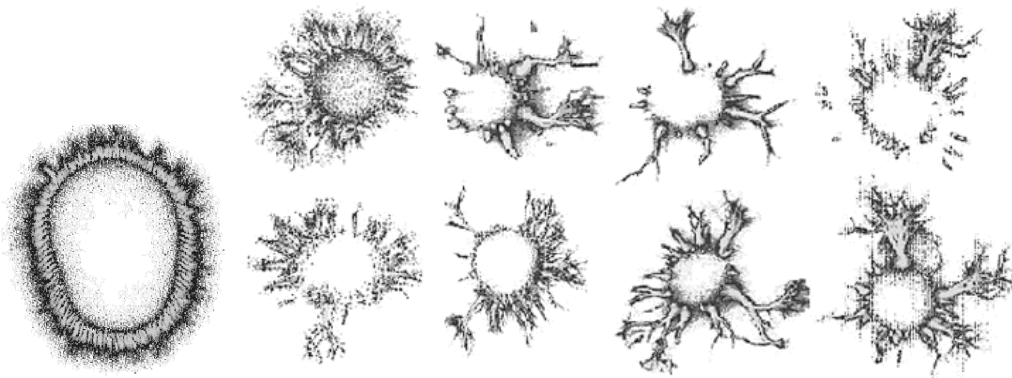
За да се определят параметрите, отразяващи състоянието на ВКФ, е целесъобразно да се анализират: нормализирана площ (НП), средна интензивност на светенето (СИ), коефициент на формата (КФ). Необходимо е те да бъдат отчетени за всеки изследван без филтър (wF) и с филтър (F). Съпоставянето на резултатите от психодиагностичното изследване на когнитивните функции (логическа памет, произволно внимание, бързина на мислене) и ГРВ-параметрите НП и СИ показва статистически значими корелации между тях. На най-високото равнище на логическа памет съответстват ниски значения на параметрите НП и СИ на лявата ръка; на най-високото равнище на произволно внимание съответстват ниски значения на параметрите НП и СИ на дясната и лявата ръка.

Значението на параметрите НП и КФ отразява психо-емоционални нарушения (тревожност, депресия). Данните от психологическия тест на Спилбърг-Ханин (ситуативна тревожност) значимо корелират с КФ. Възможно е да се направи оценка на ВКФ, изследвайки само един пръст на ръката. Например, ръстът на параметъра НП 1L wF (параметър НП на първия пръст на лявата ръка без филтър) показва намалена скорост на мислене; ръстът на параметъра НП 5L wF (параметър НП на петия пръст на лявата ръка без филтър) означава намалено произволно внимание (сравнението е със значенията по тестове на Шулта). И така, методът ГРВ-биоелектрография може с успех да се използва като интегрален метод за обективно оценяване не само на емоционалния, но и на когнитивния компонент в дейността на човека-оператор.

Проведените мои изследвания дават основание да се предположи с голяма степен на вероятност възникването на изменено състояние на съзнанието (ИСС) у авиационните специалисти в екстремални ситуации, когато се проявява силно така нареченият човешки фактор. ИСС може да изменя текущото (естествено) състояние на човека както с положителен знак (вдъхновение, душевен подем, озарение и др.), така и с отрицателен (депресия, агресивност и др.). ИСС може да способства за свръхбързо приемане на адекватно решение за изход от аварийна ситуация или да затормози (а понякога и въобще да блокира) процеса на вземане на правилно решение.

На фиг. 4 е показано как се променят ГРВ-грамите на човек при различни състояния на съзнанието. Това е много важно достойнство на ГРВ-биоелектрографията.

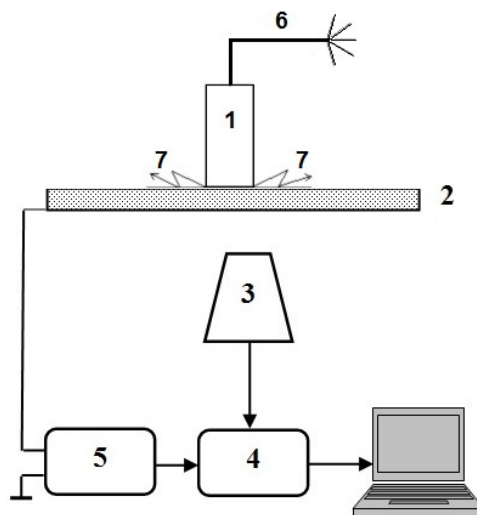
За диагностика на психическото състояние по-точно се прави анализ на общата картина на светенето (площ, интензивност, фрактална размерност), интегрален анализ на изображението на короната на светенето. Определя се състоянието на психиката: норма (спокойно състояние), възбудено състояние, угнетеност, страх, радост, меланхолия, вълнение.



Фиг. 4. Пример за ГРВ-грама на пръсти при: А - нормално състояние на съзнанието, Б – изменено състояние на съзнанието.

### Изучаване на обекти и явления от живата и неживата природа с помощта на специални оптоелектронни сензори

Фиг. 5 представя принципа на работа на един от сензорите за измерване на електромагнитното замърсяване на околната среда.



Фиг. 5. Принцип на работа на оптоелектронния сензор; където: 1 – метален цилиндър, 2 – пластина с прозрачно токопроводящо покритие, 3 – ЗСП-матрица, 4 – видеопреобразовател, 5 – генератор на високоволтови импулси, 6 – антена, 7 – газов разряд.

Чувствителният елемент на сензора е специален метален цилиндър, поставен върху пластина с прозрачно токопроводящо покритие. На другата страна на пластината се подава високо напрежение, под чието действие възниква газов разряд. Пространственото разпределение на разряда се фиксира със специализирана видеокамера. Видеопреобразовател осъществява цифровизация на изображението и го прехвърля към компютър за по-нататъшна обработка. Към цилиндъра, освен антената, могат да бъдат свързани различни електроди за изследване на свойствата на околната среда (вода, почва, камъни и др.).

Многобройни експерименти потвърдиха легитимността на използването на този метод за записване на параметрите на околната среда. Беше разработен специален сензор, който може директно да регистрира показателите на хомеостазата на биосистема. В момента подготвям документи за патентоването на такъв сензор.

Същността на метода за оценяване на хомеостазата се състои в това, че изчислява текущата стойност на ентропията по Шенон, като го сравнява с максимално възможната стойност.

По-подробно възможностите за използване на ГРВ-технологията за мониторинг на околната среда разглеждам в другата си статия в настоящия сборник.

## **Заклучение**

Един от перспективните методи за оценяване на функционалното състояние на човека е методът газоразрядна визуализация. Използването на съвременни компютърни технологии в обработката на ГРВ-грамите значително ускорява получаването на резултати от изследванията, намалява влиянието на субективния фактор при формирането на заключения за професионалната пригодност на изследвания.

ГРВ-биоелектрографията с висока ефективност може да бъде използвана не само за оценяване на текущото психо-физиологично състояние на заетите в аерокосмическия отрасъл, но и за прогнозиране на поведението на операторите в други критични сфери на дейност (морски, воден, железопътен, автомобилен транспорт и др.) с цел предотвратяване на аварийни ситуации.

ГРВ-приборите биха могли много успешно да служат и при тестване за професионална пригодност за работа в сложни ергатични системи. Не по-малко ефективни биха били при разработването на образователни и тренингови програми в курсовете за повишаване на квалификацията на заетите в аерокосмическия отрасъл.

## **Литература:**

1. Маклаков, Г. Психофизиологично осигуряване на надеждност в дейността на операторите на сложни ергатични системи. Jubilee International Congress Science, Education, Technologies "40 Years Bulgaria Space Country", Vol. 2. Sofia, Bulgaria, SRTI-BAS, 2012, pp. 153-162.
2. Маклаков, Г. Методи за регистриране изменените състояния на съзнанието на операторите на сложни ергатични системи: проблеми и перспективи. Scientific Congress with International Participation "Space, Ecology, Safety" SEC 2012, Sofia, Bulgaria, SRTI-BAS, 2013, pp. 175-162.
3. Кирлиан, В. Х., Кирлиан С.Д. В мире чудесных разрядов. М., Знание, 1964, 40 с.
4. Коротков, К. Г. Основы ГРВ биоэлектрографии. СПб, Изд. СПбГИТМО, 2001, 360с.
5. Коротков, К. Г. Принципы анализа в ГРВ биоэлектрографии. СПб, Изд-во "Реноме", 2007, 286 с.