

**Прилади і системи біомедичних технологій**

пространственного разрешения медицинских тепловизоров, работающих в спектральных диапазонах 3-5 и 8-12 мкм.

**Література**

1. E. P. Khizhnyak and M. C. Ziskin. Infrared Thermography in Experimental Dosimetry of Radio Frequency and Millimeter Wavelength Radiation Exposure. Radio Frequency Radiation Dosimetry, Kluwer Academic Publishers, 2000, pp. 199 - 205.
2. Волков В. Г. Тепловизионные приборы нового поколения / В. Г. Волков, А. В. Ковалев, В. Г. Федчишин // Специальная техника. – 2001. - №6. - С.19 – 23.
3. Вайнер Б. Г. Матричное тепловидение в физиологии. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004.
4. Ушакова М. Б. Тепловизоры на основе неохлаждаемых микроболометрических матриц: современное состояние зарубежного рынка и перспективы развития (М.: ОНТИ ГУП НПО "Орион", 2001).
5. Певцев Е., Чернокужики В. // Электрон, компоненты. – 2001. – № 1. – С. 32 - 36; № 5. – С. 30 - 34; № 3. – С. 12-20.
6. Рогальский А. Инфракрасные детекторы : пер. с англ.; под ред. А. В. Войцеховского. - Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 2003. – 636 с.
7. Vincent J. D. "Radiometry" Fundamentals of Infrared Detector Operation and Testing (New York: Wiley, 1990) Ch. 3.
8. Иваницкий Г. Р., Деев А. А., Маевский Е. М. и др. // ДАН. – 2003. – Т. 393, № 3. – С. 419 – 423.
9. Кухлинг Х. Справочник по физике. – М.: Мир, 1985. – С. 208 - 212.
10. Проссер Л. В кн.: Сравнительная физиология животных. – М.: Мир, 1977., Т. 2. Гл. 9.
11. Иваницкий Г. Р. Тепловидение в медицине: сравнительная оценка инфракрасных систем диапазонов длин волн 3-5 и 8-12 мкм для диагностических целей / Г. Р. Иваницкий, А. А. Деев, Е. П. Хижняк, Л. Н. Хижняк // ДАН. – 2006. – Т. 407, № 2. – С. 258 – 262.

*Надійшла до редакції  
14 червня 2013 року*

© Ахмед Малик Лазим Аль-Мзирави, Колобродов В. Г., Котовский В. И., 2013

УДК 616-073.8; 616-71

**ОСОБЛИВОСТІ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНТЕРПРЕТАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ  
ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ  
МЕТОДОМ ГАЗОРОЗРЯДНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ**

<sup>1)</sup>Антонюк В. С., <sup>1)</sup>Маслюк К. А., <sup>2)</sup>Бондаренко Ю. Ю., <sup>2)</sup>Бесєдіна Н. П.

<sup>1)</sup>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна; <sup>2)</sup>Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси, Україна

*Розглянуто застосування методу газорозрядної візуалізації для відстеження змін у фізіологічному стані працівника з метою створення сприйнятливих умов для його роботи та відпочинку. Експериментально встановлено, що після 12-годинного фізичного навантаження відбувається пригнічення як загального стану організму, так і його окремих органів. Надані рекомендації щодо збільшення діапазону відображення зображень до рівня, що забезпечуватиме необхідну для завершення центрування контрастність. Виконано аналіз виявлення пригнічення чи збудження організму людини в цілому та її окремих органів – серця, нервової*

*системи та нижніх відділів хребта.*

*Ключові слова: газорозрядна візуалізація, комп'ютерна інтерпретація, фізіологічний стан.*

## **Вступ**

Дослідження різноманітних параметрів живих чи неживих об'єктів за допомогою газорозрядної візуалізації (ГРВ) доводить, що цей метод діагностики варто удосконалювати та розширювати. Так було проведено багато досліджень направлених на компонентний аналіз фізичних (зокрема, рідиннофазних) об'єктів [1]. Результати цих досліджень можна використовувати і в медицині, адже людина на 80% складається з рідини (вода, кров, сеча, лімфа). Метод ГРВ широко використовують в урологічній практиці, в практиці лікарів стаціонару, для лікування цукрового діабету [2-3]. Використання методу ГРВ для виявлення залежності психологічного та фізіологічного стану людини від її виду діяльності на сьогодні повністю не досліджена, проте досить актуальна. Відомо [4-5], що продуктивність та ефективність будь-якої праці прямо залежна від психологічного та фізіологічного стану людини, яка її виконує. Своєчасне відстеження змін у фізіологічному стані працюючого, створення сприйнятливих умов для його роботи та відпочинку є задачею важливою та необхідною, рішення якої на сьогодні обмежене через відсутність достовірних методів та засобів спостереження.

Існує досить багато різноманітних методів діагностики психічного та фізичного стану організму людини. Найперспективнішим в цьому напрямку виступає метод газорозрядної візуалізації – комп'ютерна реєстрація та аналіз газорозрядного світіння будь-яких біологічних об'єктів, поміщених в електромагнітне поле високої напруженості. Перевагою цього методу серед загальноприйнятих традиційних є його неінвазивність, нетравматичність, відсутність протипоказань за віком і за станом здоров'я обстежуваного, можливість багаторазового застосування в ході терапії з метою контролю її ефективності.

Метод ГРВ пальців кінцівок людини, на яких зосереджені початкові і кінцеві точки енергомеридіанів, відображають, на наш погляд, на відміну від енергодіагностики по окремих меридіанах (за Фойлем) інтегративний енергостан організму.

Метою роботи є встановлення причин виникнення похибок при діагностиці фізіологічного стану людини, пов'язаних з комп'ютерною інтерпретацією отриманого газорозрядного світіння та надання рекомендацій щодо їх усунення.

## **Методика досліджень**

Принцип реалізації методу газорозрядної візуалізації (рис. 1) полягає в тому, що на прозорий електрод блоку електронно-оптичного (БЕО) та поміщений на нього досліджуваний об'єкт від генератора частоти, який керується персональним комп'ютером, подаються електричні імпульси. За умови високої напруженості електромагнітного поля в газовому середовищі простору контакту

об'єкту і прозорого електроду розвивається коронний газовий розряд, параметри якого визначаються властивостями об'єкту [6].

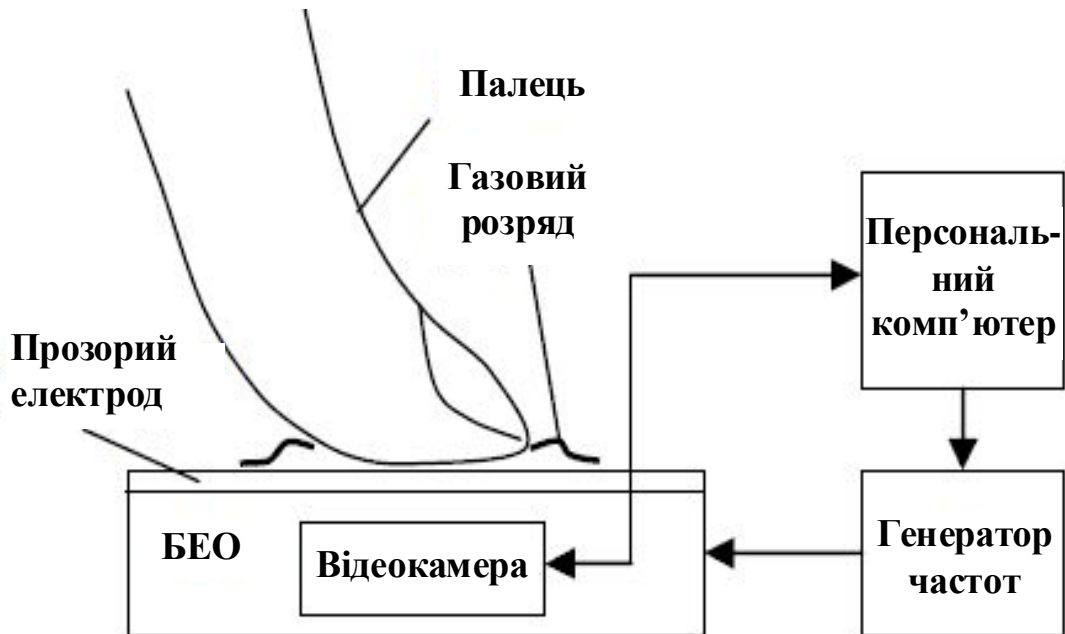


Рис. 1. Принцип реалізації методу газорозрядної візуалізації

Прилад для газорозрядної візуалізації дозволяє реєструвати у вигляді цифрових зображень і кількісно оцінювати світіння, що виникає поблизу поверхні об'єкта. При цьому досліджується стимульована електромагнітним полем і газовим розрядом емісія фотонів, електронів та інших частинок біологічного об'єкта. Основна діагностична інформація отримується з характеристик світіння, яке є просторово розподіленою групою ділянок різної яскравості (рис. 2).

На практиці здійснення реєстрації газорозрядного світіння виконується за допомогою телевізійної системи «Стример» (виготовлено в Росії) та її модифікацій. Подальша математична обробка отриманих результатів за допомогою спеціального програмного забезпечення дозволяє зробити висновок про поточний фізіологічний стан людини. Завдяки чому з'явилася можливість застосовувати апаратуру ГРВ в якості медичного діагностичного обладнання. Проте існує ймовірність помилкової діагностики, яка пов'язана із складністю комп'ютерної інтерпретації отриманих даних одного піддослідного під впливом різних чинників зовнішнього середовища, а також фізіологічного та психологічного навантаження.

Тому, коректна інтерпретація результатів дослідження фізіологічного стану людини методом газорозрядної візуалізації є задачею актуальною, вирішенню якої і присвячена дана стаття.

### Проведення експериментальних досліджень

Діагностична процедура полягає в тому, що після отримання первинної інформації у вигляді зафіксованих фотознімків світіння пальців у результаті

комп'ютерної обробки даних виконується секторна діагностика, що заснована на діагностичній таблиці [6], яка пов'язує характеристики світіння окремих зон пальців рук з функціональним станом органів і систем організму та ґрунтується на ідеях традиційної китайської медицини, системі меридіан та акупунктурних точок. Водночас, яскравість світіння газового розряду дає уявлення про стан здоров'я людини в цілому, а діагностичну інформацію за окремими органами і системами несуть периметр ( $P$ ) і площа світіння ( $S$ ).

Правильність орієнтації пальців в момент фіксації світіння впливає на подальшу секторну діагностику. Для усунення цієї проблеми необхідно або перефіксувати некоректні знімки, або провести корекцію на стадії підготовки зображень до аналізу, шляхом їх примусового центрування.

Визначення параметрів діапазону слід виконувати регуляторами діапазону (в верхній лівій частині панелі). Для цього необхідно встановити необхідну палітру, та скоректувати діапазон, встановивши лівий регулятор (рівень «чорного») вище нульової позначки таким чином, щоб фон зображення при не інвертованій палітрі був білим з мінімально допустимим рівнем шумів. Після чого необхідно встановити правий регулятор (рівень «білого») нижче значення 255 таким чином, щоб забезпечити повне вписування обраної палітри в динамічний діапазон та відображення всіх необхідних кольорів палітри. Параметри оптимального діапазону змінюються від людини до людини, проте для конкретно взятого піддослідного мають бути величиною сталою для забезпечення достовірності дослідження, а отже мають бути зафіксовані у персональних файлах піддослідного.

### **Обговорення результатів дослідження**

До проблем, що виникають при комп'ютерній інтерпретації отриманих даних слід віднести такі:

- правильність орієнтації пальців рук при отриманні початкової інформації (ГРВ-знімків);
- визначення та використання сталих параметрів діапазону при обробці та аналізі даних кожного окремого піддослідного;
- зміна яскравості світіння ГРВ-грам досліджуваного під впливом зовнішніх чинників, що впливали на нього.

Водночас, найбільшу проблему при комп'ютерній інтерпретації отриманих даних, на погляд авторів, становить зміна яскравості світіння ГРВ-грам досліджуваного під впливом зовнішніх чинників, що впливали на нього. Слід зауважити, що початкова діагностична інформація може відрізнитися не лише за контуром та яскравістю у кожній конкретній людини, але й змінюватися в одній людині відповідно до зміни чинників, які впливали на неї.

На рис. 2 представлені результати дослідження впливу фізіологічного навантаження на піддослідного. Піддослідною була дівчина віком 20 років, яка проходила діагностику після тривалого відпочинку (рис. 2, а) та після повернення з 12-ти годинної робочої зміни (рис. 2, б).

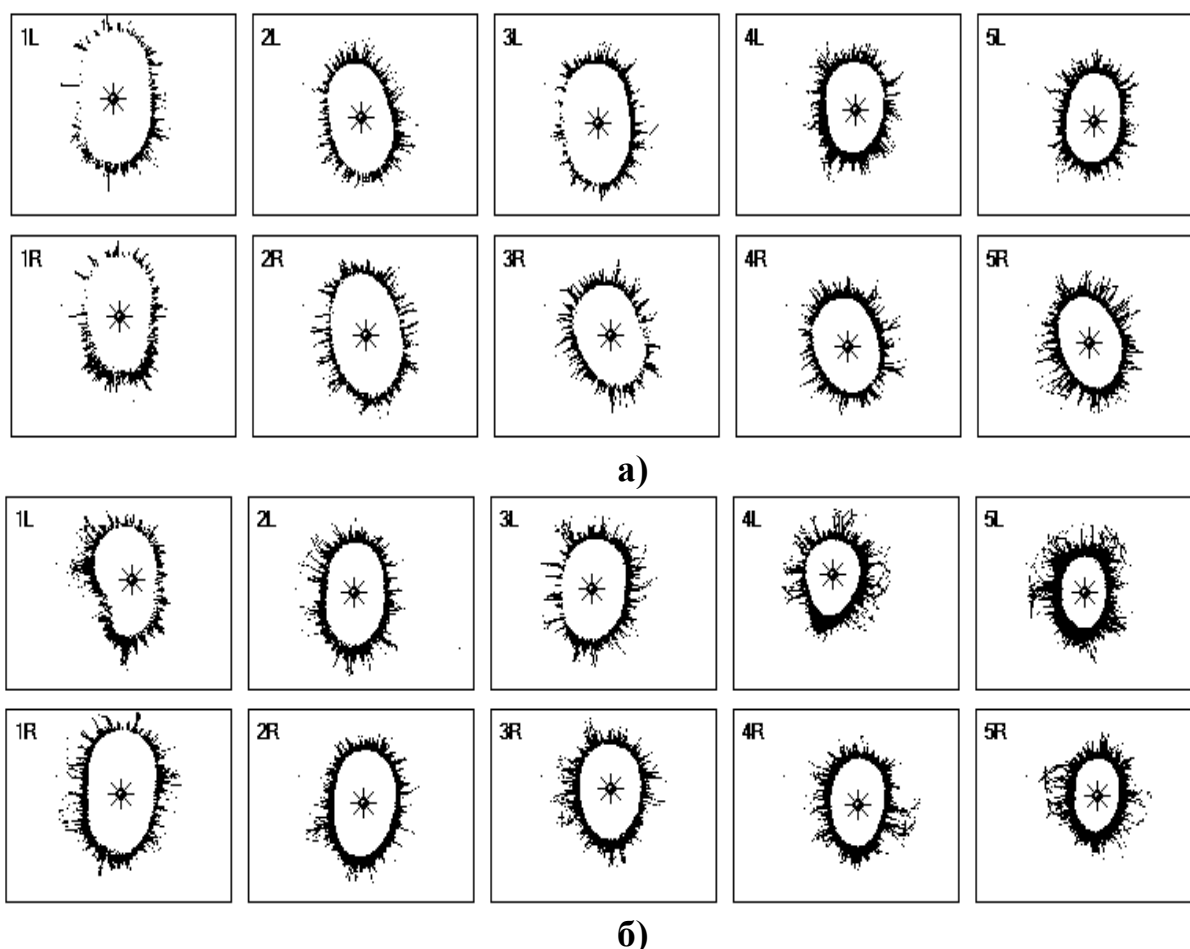
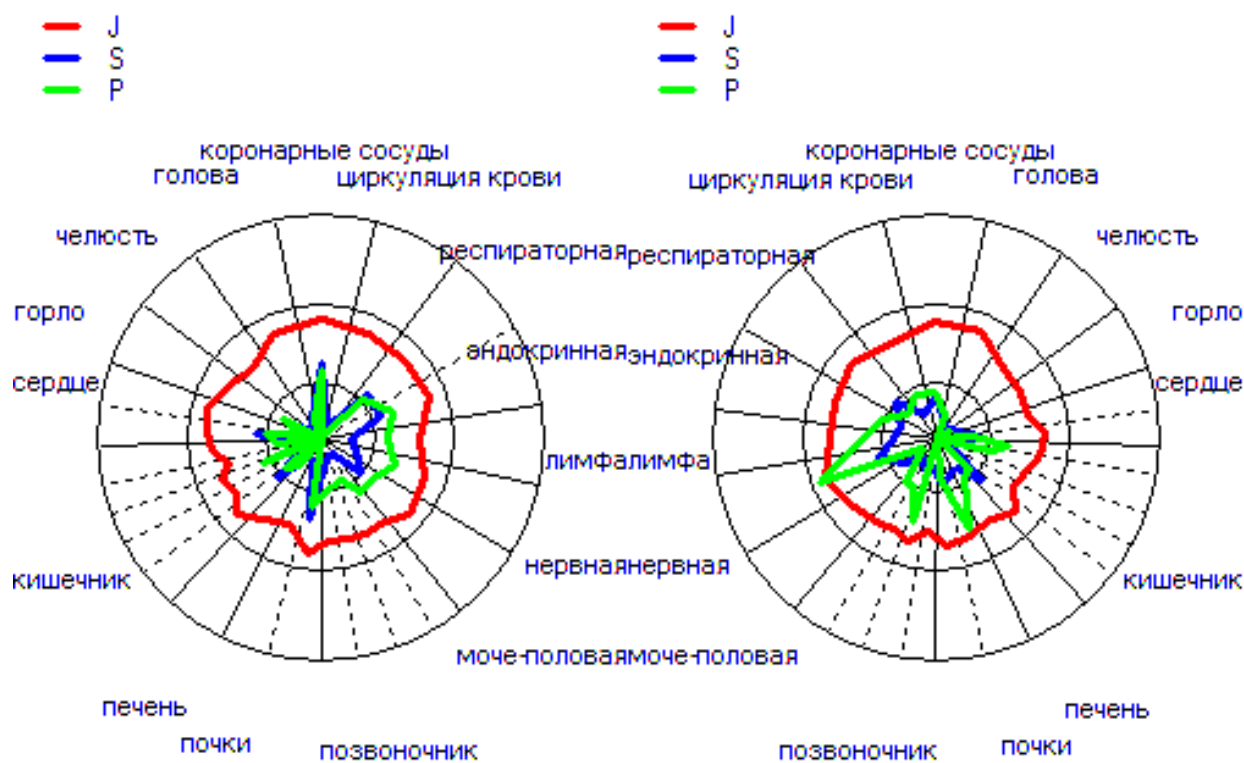


Рис. 2. Результати дослідження впливу фізіологічного навантаження на людину: а – світіння, зафіксоване після тривалого відпочину; б – світіння, зафіксоване після 12-ти годинної робочої зміни

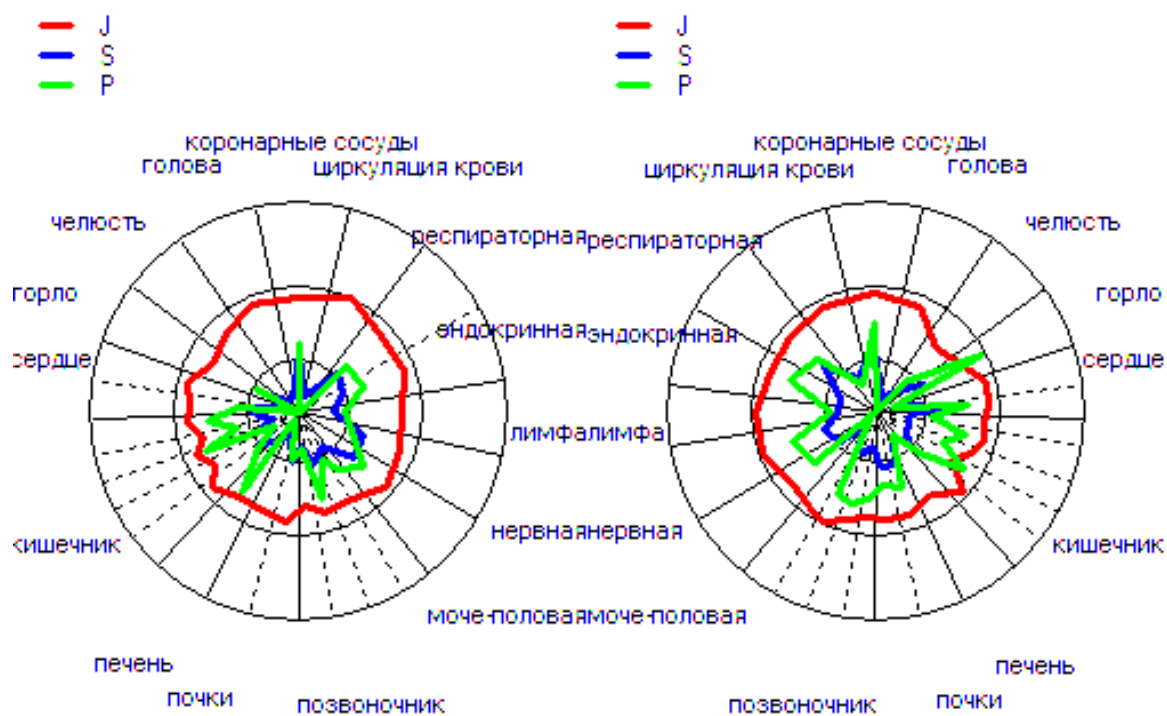
Як видно з рис. 3 зафіксовані світіння мають різну яскравість. На рис. 3 представлені діаграми, отримані в результаті конвертації отриманих даних світіння в програму обробки GDV Designer.

Складність інтерпретації при цьому виникає на стадії отримання первинної діагностичної інформації, оскільки, як видно з рисунка 3(а), яскравість світіння досить мала, що значно ускладнює процес виділення центру світіння по кожному з 10 знімків. Центрування зображення є необхідною процедурою підготовки зображень до аналізу розміщення інформації у відповідних секторах, від якої залежить якість остаточних висновків про стан досліджуваного об'єкта.

Для усунення цієї проблеми автори рекомендують збільшити діапазон відображення зображень до рівня, що забезпечуватиме необхідну для завершення центрування контрастність, провести аналіз, а для подальшого порівняння з результатами більш ранніх досліджень повернути діапазон відображення до сталого для даного досліджуваного рівня, після чого виконати остаточний аналіз для виявлення пригнічення чи збудження систем організму.



а)



б)

Рис.3. Результаты обработки данных свитиння в программе GDV Designer:  
а – тривалий відпочинок; б – після 12-ти годинної робочої зміни

Порівняння результатів обробки даних світіння до фізичного навантаження (рис. 3, а) та після вказаного навантаження (рис. 3, б) показує, що фізичне навантаження привело до пригнічення загального стану організму (криві периметру та площі світіння розташовані в рамках малого діагностичного кола).

Крім того, діагностика показала, що в цілому психологічний стан піддослідної стабільний (яскравість світіння (J) – має майже рівний колоподібний контур, який вписаний в середнє діагностичне коло, при обох дослідженнях). Сплески напруженості окремих органів на діаграмах обох досліджень (піки в контурі периметру (P) світіння) свідчать про стабільні хронічні проблеми з коронарними судинами та головними болями, що дозволяє припускати наявність в досліджуваній вегето-судинної дистонії.

Аналогічний сплеск піку в контурі периметру на нижній діаграмі в області респіраторної та лімфатичної систем, а також в області нирок дозволив підтвердити прогресуючу гостру респіраторну вірусну інфекцію в момент дослідження.

В нижній діаграмі, не зважаючи, на те, що показники площі та периметру світіння сконцентровані в зоні пригнічення функцій більшості органів, також мають декілька сплесків (нервова система, нижні відділи хребта, серце), що свідчать про максимальне фізичне навантаження, яке припало саме на ці системи. Це припущення повністю підтверджено піддослідною, оскільки її робочим місцем є пульт централізованої охорони, тобто робота виконується в сидячій позі (проте місце для сидіння не є зручним, що викликає додаткове навантаження на хребет) та супроводжується стабільним нервовим напруженням при спостереженні за органами індикації пульта, що викликає додаткове навантаження на нервову систему та серце.

### **Висновки**

1. Метод газорозрядної візуалізації є досить точним та інформативним для своєчасного відстеження змін у фізіологічному стані працівника.
2. Задля покращення процесу інтерпретації отриманих даних рекомендується збільшити діапазон відображення зображень до рівня, що забезпечуватиме необхідну для завершення центрування контрастність, провести аналіз, а для подальшого порівняння з результатами більш ранніх досліджень повернути діапазон відображення до сталого для даного досліджуваного рівня, після чого виконати остаточний аналіз для виявлення пригнічення чи збудження систем організму.
3. Порівняння результатів обробки даних світіння приладу газорозрядної візуалізації «Стример» до фізичного навантаження та після вказаного навантаження показує, що фізичне навантаження привело до пригнічення загального стану організму. При цьому найбільше відхилення від нормального функціонування мали серце, нервова система та нижні відділи хребта, що пов'язано зі специфікою роботи піддослідної.

4. Необхідність проведення подальших досліджень для того, щоб створити базу даних про зміни у фізіологічному стані працівників, що призведе до зростання ефективності праці.

#### **Література**

1. Завгородний А. Б. Физические механизмы формирования изображений при газоразрядной визуализации жидкофазных объектов // *Материалы второй конференции молодых ученых "Электроника-2009"*. – Киев, 2009. – С. 26 - 37.
2. Шарапов В. Использование метода газоразрядной визуализации для исследования психофизиологического состояния человека / В. М. Шарапов, С. В. Роттэ // *Вісник ЧДТУ*. – 2008. – № 9. – С. 179 – 183.
3. Песоцкая Л. А. Применение Кирлиан-диагностики в терапевтическом стационаре / Л. А. Песоцкая, В. А. Черниловский, Т. А. Абаянцева // *Журнал практичного лікаря*. – 2004. – №3. – С. 54 - 56.
4. Щербатых Ю. В. Психология труда и кадрового менеджмента в схемах и таблицах / Ю. В.Щербатых. - М.:КноРус, 2011. – 248 с.
5. Факторы, влияющие на работоспособность и продуктивность труда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://jobsearch.com.ua/articles/factory-vliyaayushhie-na-rabotosposobnost-i-produktivnost-truda/>. - Назва з екрана.
6. Коротков К. Г. Основы ГРВ биоэлектрографии. – СПб.: СПбГИТМО (ТУ), 2001. – 360 с.

*Надійшла до редакції*

*14 червня 2013 року*

© Антонюк В. С., Маслюк К. А., Бондаренко Ю. Ю., Беседіна Н. П., 2013

УДК 681.784.7:615.849.5

### **СВІТЛОДІОДНИЙ ВИПРОМІНЮВАЧ ДЛЯ ФОТОДИНАМІЧНОЇ ТЕРАПІЇ СВиФТ-90**

<sup>1)</sup>Денисов М. О., <sup>1)</sup>Редчук О. О., <sup>1)</sup>Корольова Т. В., <sup>2)</sup>Руденко Я.Ю.

<sup>1)</sup>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна, <sup>2)</sup>ПАТ Науково-виробничий центр «Борщагівський хіміко-фармацевтичний завод», м. Київ, Україна

*Для відпрацювання в лабораторних та клінічних умовах технічних аспектів технології фотодинамічної терапії з використанням першого вітчизняного фотосенсибілізатора Гіперфлав розроблений та виготовлений дослідний зразок світлодіодного випромінювача СВиФТ-90 двох модифікацій. При проведенні попередніх випробувань для різних режимів роботи приладу, управління якими здійснюється з пульту керування, експериментально визначено освітленість в операційній зоні, що співпадає з вихідним торцем волоконно-оптичного інструмента. Також визначені напрямки подальших робіт, спрямованих на суттєве підвищення вихідних характеристик світлодіодного випромінювача.*

**Ключові слова:** фотодинамічна терапія, світлодіодний випромінювач, волоконно-оптичний інструмент, операційна зона.

#### **Вступ**

Метод фотодинамічної терапії (ФДТ) є одним з найбільш ефективних та найменш інвазивних сучасних методів лікування диспластичних змін та пух-