

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

МАТЕРІАЛИ
XXVI МІЖНАРОДНОГО МОЛОДІЖНОГО ФОРУМУ
РАДІОЕЛЕКТРОНІКА
ТА МОЛОДЬ
У ХХІ СТОЛІТТІ



Том 1

Харків 2022



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНИКИ



МАТЕРІАЛИ ТЕМАТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
"АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ"

В РАМКАХ 26-ГО МІЖНАРОДНОГО
МОЛОДІЖНОГО ФОРУМУ

"РАДІОЕЛЕКТРОНІКА І МОЛОДЬ В ХХІ СТОЛІТТІ"



Харків 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ



МАТЕРІАЛИ ТЕМАТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ»

В РАМКАХ 26-го МІЖНАРОДНОГО МОЛОДІЖНОГО ФОРУМУ
«РАДІОЕЛЕКТРОНІКА ТА МОЛОДЬ В ХХІ СТОЛІТТІ»

Том 1

Харків 2022

УДК 615.47+616.7

Тематична конференція «Актуальні питання біомедичної інженерії» в рамках 26-го Міжнародного молодіжного форуму «Радіоелектроніка та молодь в ХХІ столітті». Зб. матеріалів конференції. Т.1. – Харків: ХНУРЕ, 2022. – 134 с.

У збірник включені матеріали тематичної конференції «Актуальні питання біомедичної інженерії» в рамках 26-го Міжнародного молодіжного форуму «Радіоелектроніка та молодь у ХХІ столітті».

Видання підготовлено кафедрою біомедичної інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки

61166 Україна, Харків, просп. Науки, 14

тел./факс: (057) 702-13-64

E-mail: d_bme@nure.ua

Програмний комітет тематичної конференції:

- Аврунін О.Г.** д.т.н., професор, завідувач кафедри біомедичної інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки, лауреат Державної премії України в галузі освіти, м. Харків, Україна.
- Гришков О.П.** Ph.D, PostDoc, науковий керівник 3 проєктів Інституту квантової оптики та Центру біомедичної інженерії Університету імені Вільгельма Лейбниця, м. Ганновер, Німеччина.
- Дуденко В.Г.** д.м.н., професор, завідувач кафедри клінічної анатомії та оперативної хірургії Харківського національного медичного університету, м. Харків, Україна
- Калашник М.В.** к.м.н., доцент кафедри отоларингології Харківського національного медичного університету, головний позаштатний спеціаліст з отоларингології Головного управління охорони здоров'я обласної державної адміністрації, м. Харків, Україна
- Кіпенський А.В.** д.т.н., професор, декан факультету соціально-гуманітарних технологій, професор кафедри промислової і біомедичної електроніки НТУ «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна.
- Косуліна Н.Г.** д.т.н., професорка кафедри електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії та електротехніки Державного біотехнологічного університету, м. Харків, Україна
- Лисенко О.М.** д.т.н., професор, завідувач кафедри конструювання електронно-обчислювальної апаратури НТУ «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна.
- Музика К.М.** д.т.н., професорка, завідувачка науково-дослідної та навчальної лабораторії «Аналітичної оптохемотроніки» імені М. Рожицького кафедри

біомедичної інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки, м. Харків, Україна.

Панченко О.А.

д.м.н., професор, Заслужений лікар України, директор Державного закладу «Науково-практичний медичний реабілітаційно-діагностичний центр МОЗ України», Донецька область, м. Костянтинівка, Україна

П'ятикоп В.О.

д.м.н., професор, завідувач кафедри нейрохірургії Харківського національного медичного університету, м. Харків, Україна

Павлов С.В.

д.т.н., професор кафедри біомедичної інженерії Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, Україна.

Росіхін В.В.

д.м.н., професор кафедри урології та дитячої урології Харківської медичної академії післядипломної освіти, голова харківського осередку Асоціації урологів України, м. Харків, Україна

Семенець В.В.

д.т.н., професор кафедри біомедичної інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, лауреат Державної премії України в галузі освіти, м. Харків, Україна

Хушам Фарук

Ісмаїл Саєд

к.т.н., доцент кафедри біомедичних технологій Медичного коледжу Іная, м. Ер-Ріяд, Королівство Саудівська Аравія.

Тематична конференція

«Актуальні питання біомедичної інженерії»

Керівник тематичної конференції:

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри біомедичної інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки, Лауреат Державної премії України в галузі освіти

Аврунін Олег Григорович

Секретар тематичної конференції:

Кандидат технічних наук, доцент кафедри біомедичної інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки

Селіванова Каріна Григорівна

Тематичні напрями:

1. Біомедичні електронні пристрої, прилади та системи;
2. Моделювання, обробка і аналіз медико-біологічної інформації;
3. Біонанотехнології та біосенсиори у медицині та екології;
4. Спортивно-реабілітаційна інженерія та біометрія.

FEATURES OF VISUALIZATION OF THE LUMBAR SPINE IN PATHOLOGIES

Abramova H.¹

Supervisor – D.Sc., Professor Avrunin O.G.²

¹ University of Zurich, Department of Radiation Oncology, Zurich, Switzerland

² Kharkiv National University of Radio Electronics, Department of Biomedical Engineering, Kharkiv, Ukraine

hanna.abramova@nure.ua

The lumbar spine, due to its axial location in the human skeleton and the predominance of spongy bone tissue in the structure of vertebral bodies (66%) with a constant and diverse functional load, is an important diagnostic object. The lumbar spine experiences two multidirectional effects: static - resistance to load and transmission of power impulses, and dynamic - motor function. In other words, the lumbar spine is an element of transmission and adaptation. The dynamic function involves intervertebral discs, muscles and articular surfaces of the vertebrae, and the presence of physiological curvature of the lumbar spine - lumbar lordosis-also plays a significant role. Thus, the spine is the main supporting structure of the human body.

Due to the anatomically intensive structure, the lumbar spine is the most loaded. It is affected by the weight of the entire trunk, which leads to the appearance of many pathological conditions. It is in this department that primary lesions in multiple myeloma (MM) begin. Also in this department there are manifestations of other common bone tissue pathologies, such as osteoporosis, hemangioma and metastatic lesion [1-4]. And since treatment and development prospects differ for each case, the exact definition of the type of pathology is not burdensome for treatment tactics and possible surgical planning [5, 6].

For the lumbar region, namely for the L1-L5 vertebrae, a number of parameters were calculated to analyze each of them. In total, 15 morphological features were calculated, among which 4 were identified as the most significant for the characteristics of the type of lesion and subsequent prediction [7-8]. These signs are: the width of the cortical layer, the average height and width of the vertebral column, the brightness coefficient, the area of the vertebra in the sagittal section, the index of the degree of compression. These signs were calculated for the following cases: norm, osteoporosis, hemangioma, multiple myeloma and metastatic lesion caused by breast cancer (because the highest percentage of the probability of bone metastases occurs with breast cancer (about 60%) [9].

Selected cases are justified by the following: osteoporosis is one of the most common diseases in people over 50, which is characterized by a decrease in bone density and mass and, as a consequence, a violation of the structure of bone tissue. Spinal hemangioma is a benign vascular tumor inside the spine. It is

a fairly common benign neoplasm. Hemangiomas occupy 2-3% of all spinal tumors and the first place among bone tumors. Multiple myeloma is a type of bone marrow cancer. Breast cancer is considered as an example of metastatic bone damage. All these cases are compared with the indicators of the studied parameters in a normal healthy person.

A decrease in the biomechanical properties of vertebrae is a consequence of a violation of their morphological and functional integrity, which in turn causes deterioration, and in some cases leads to a critical state of the musculoskeletal system. In this paper, a set of experimental data was calculated for four cases: norm, osteoporosis, hemangioma, and multiple myeloma. This data allows you to classify the primary image according to the selected characteristics.

References:

1. Dontas I. A, Yiannakopoulos C.K. //J.Musculoskelet Neuronal Interact. 2007 Jul-Sep;7(3):268-72.
2. Krug R, Burghardt AJ, Majumdar S, Link TM. High-Resolution Imaging Techniques for the Assessment of Osteoporosis. Radiol. Clin. North Am. 2010. № 48(3). P. 601–621.
3. Integrated imaging approach to osteoporosis: state-of-the-art review and update / G. Guglielmi, S. Muscarella, Bazzocchi //Radiographiks. – 2011. – V. 31. – № 5. – P. 1343–1364.
4. Chang G, Deniz CM, Honig S, Egol K, Regatte RR, Zhu Y, Sodickson DK, Brown R. MRI of the 7T: feasibility of bone microarchitecture, high-resolution cartilage, and clinical imaging. Magn. Reson. Imaging. 2014. № 39(6). P. 1384–1393.
5. Tymkovich, M.Y., Avrunin, O.G. Farouk, H.I. Reconstruction method of the intact surface of surgical accesses. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2014, 9(70), P. 37- 41.
6. Avrunin O.G. Using a priori data for segmentation anatomical structures of the brain / O.G. Avrunin, M.Y. Tymkovich, S.P. Moskovko, et. al. Przegląd Elektrotechniczny: doi:10.15199/48.2017.05.20. V. 93-5. 2017. P. 102-105.
7. Alessandro Stecco, Alessandra Trisoglio Whole-Body MRI with Diffusion-Weighted Imaging in Bone Metastases: A Narrative Review, Diagnostics (Basel) 2018 Jul 9;8(3):45
8. Niels W. C. J. van de Donk , Charlotte Pawlyn , Kwee L. Yong. Multiple myeloma. 2021 Jan 30;397(10272): P. 410-427.
9. Siegel, R.L., Miller, K.D., Jemal, A.: Cancer statistics, 2019. CA: A Cancer Journal for Clinicians(2019). Vol. 69(1). – P. 7–34.

UDC004.925

MODULE OF 3D-SCANNING OF BIOLOGICAL OBJECTS

Abdelwahed Hossameldin

Scientist supervisor – Ph.D Associate Professor Selivanova K.G.

Kharkiv National University of Radio Electronics

(61166, Kharkiv, Nauka Avenue, 14, Department of Biomedical Engineering, phone: (057) 702-13-64), e-mail:

khossameldin.abdelvakhed@nure.ua

This work consists of developed program module of 3D Laser Scanning of Biological Objects and will help the Doctor for 3D scanning. Which will help user to make 3D image clear.

Laser scanning is a highly accurate method to capture the details of any object. By using laser light, advanced scanners create 3D representations known as point clouds. These point clouds contain data that is used by the Laser Scanner and emits a beam of infrared laser light onto a rotating mirror that effectively paints the surrounding environment with light. The scanner head rotates, sweeping the laser across the object or area [1]. Laser scanning technologies for the reconstruction of objects are widely used today, including in medicine. In the simplest case, the work is reduced to registering the object's profile image [2-3]. Fig. 1 shows a 3D scanner of the BME Department of Kharkiv National University of Radio Electronics. This device we used in our experimental research for 3D scanning of biological objects.



Figure 1– A 3D Laser of the BME Department of KhNURE

In this work, we scanned one biology object. We got profiles of 360⁰ degrees during the rotation of the object. Development of software for the 3D representation of scanned objects includes the use of OpenGL (Open Graphics Library). Fig. 2 demonstrates a sample of one profile, which was scanned by a 3D Laser during the experiment [1-3]. The profile is not uniform and has a certain gradient.



Figure 2 – A sample of profile of 3D scanning of the object

Fig. 3 represents the program module interface of 3D visualization of the scanned object, projection from the down.

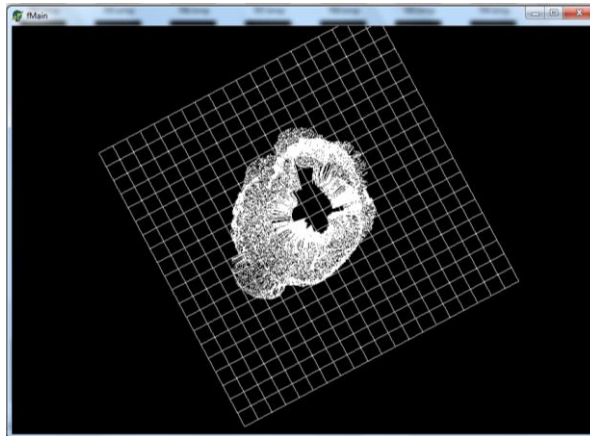


Figure 3 – 3D visualization of the scanned object

References:

1. Selivanova KG, Avrunin OG, Tymkovych MY, Manhora TV, Oleh S, Bezverkhyi OS, et al. 3D visualization of human body internal structures surface during stereo-endoscopic operations using computer vision techniques. *Przeglad Elektrotechniczny*. 2021;97(9):30–3. <https://doi.org/10.15199/48.2021.09.06>
2. Tymkovych, M., Gryshkov, O., Avrunin, O. et al. (2021). Application of SOFA Framework for Physics-Based Simulation of Deformable Human Anatomy of Nasal Cavity. 8th European Medical and Biological Engineering Conference. EMBEC 2020. IFMBE Proceedings, vol 80. Springer, Cham. pp 112–120.
3. M. Tymkovych, K. Selivanova, O. Avrunin and O. Gryshkov, "Detection of Chest Deviation During Breathing Using a Depth Camera," *2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*, 2021, pp. 85-88, doi: 10.1109/PICST54195.2021.9772111.

BODY CONTOURING SYSTEM

Ali Tamimi Zhadekh

Scientist supervisor – Ph.D Associate Professor Lilya Averyanova

Kharkiv National University of Radio Electronics

(61166, Kharkiv, Nauka Avenue, 14, Department of Biomedical Engineering,
phone: (057) 702-13-64), e-mail: ali.tamimi.zadekh@nure.ua

In this work, an available technical solution that helps people who have obesity is considered. Developed system will use low frequency ultrasound to help people get rid of fat from non-surgical operations or side effects.

Most of the world's population lives in countries where overweight and obesity kills more people than underweight. Over 340 million children and adolescents, aged 5-19 were overweight or obese in 2016 [1]. Common problem of obesity is likely associated with sedentary lifestyles and unbalanced diets. Over 60% of men and 70% of women are dissatisfied of the unwanted fat appearance of their body. We know that most people with obesity do not have a healthy life. Obesity causes many diseases. It is important that we help a person to be healthy and happy in his life [2].

The purpose of work is analysis and developing the method and device for non-surgical lipolysis using radio frequency (RF) method and 3D body scanning into one system for monitoring the dynamics of fat reduction [3]. It is not an overall weight-loss method it is not a treatment for obesity. The aim is aesthetic - the patient wishes to change and enhance the contour of his/her body. Therefore, the development of available technology of external lipolysis is relevant task [4, 5].

Low Frequency Ultrasound (LFU) is also known as Ultrasound Cavitation. Ultrasonic cavitation works best on parts with localized fat. Such areas include the abdomen, flanks, thighs, hips, and upper arms. This procedure cannot be performed on body parts like the head, neck, and other bony areas of the body. The LFU technology allows a predetermined amount of energy to be focused onto the subcutaneous adipose tissue. As the ultrasound waves converge towards the targeted area, they cumulate at a certain point and produce the so-called cavitation (a specific phenomenon that generates small gas bubbles inside adipose tissue).

The developed structure scheme consists of complex Ultrasonic treatment device that includes 3 one-way transducers, pulse generator, low-noise amplifier and some supplied circuits.

Pulse Generator and High Voltage Amplifier form a low frequency, high voltage pulses to excite the US transducer to produce ultrasound waves. For US low frequency liposuction 40 kHz frequency pulses are usually used (fig. 1). Transducers 1, 2, 3 are managed by Selector Transducer and used for cavitation effects in fat at the depth 1,5 cm, 3 cm, 4,5 cm.

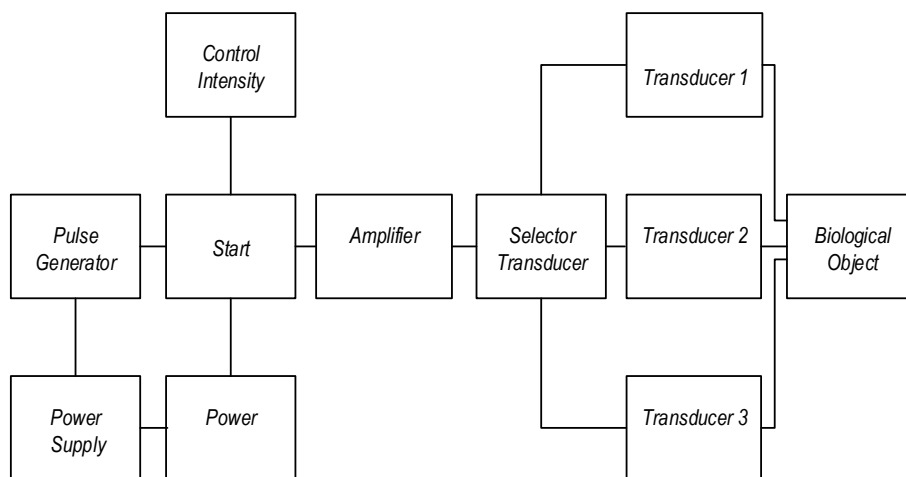


Figure 1 – Block diagram of Ultrasonic device

This method of external delivering ultrasound to the fat without depositing significant ultrasound energy in the skin would provide the benefits of ultrasound disruption of fat with greater safety. The 3D optical scanning system may be used to confirm the changes of body contours during this treatment. The main advantage of developed device is easy and safe liposuction and availability for wide use. Specialized device for US liposuction can be widely used by medical practitioners of Cosmetology clinics [3-4].

References:

1. WHO: Obesity and overweight. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
2. Milanese C, Cavedon V, Piscitelli F, Zancanaro C. Effect of low-intensity, low-frequency ultrasound treatment on anthropometry, subcutaneous adipose tissue, and body composition of young normal weight females. *J Cosmet Dermatol.* 2014 Sep;13(3):202-7. doi: 10.1111/jocd.12101. PMID: 25196687.
3. Соснина Ю.К. Особенности ультразвуковой диагностики структурных нарушений суставного хряща / Ю.К. Соснина, Л.А. Аверьянова // Вестник Национального технического университета Харьковский политехнический институт. Серия: Информатика и моделирование. – 2009, Вып. 13. - С. 159-166.
4. Макієнко А. С. Післядипломна підготовка інженерів-фізиків та медичних фізиків на освітній базі Харківського національного університету радіоелектроніки / А. С. Макієнко, Л. О. Авер'янова, В. П. Старенький // Медична фізика – сучасний стан, проблеми, шляхи розвитку. Новітні технології: міжнар. наук.-техн. конф., 23–25 вер. 2020 г. : тези доп. – К., 2020. – С. 6-9.
5. Аврунин О.Г., Аверьянова Л.А., Бых А.И., Головенко В.М., Скляр О.И. Методика создания виртуальных средств имитации работы рентгеновского компьютерного томографа. *Техническая электродинамика. Тем. Вып. Т.5.* Киев, 2007. С. 105–110.

UDC 615.47

CHEMILUMINESCENCE DETECTION UNIT FOR FLOW INJECTION ANALYSIS USING AN AVALANCHE PHOTODIODE

Ashish Luke Shaji

Scientist supervisor – Sc.D., Professor Dmytro Snizhko

Kharkiv National University of Radio Electronics

(61166, Kharkiv, Nauky Ave, 14, Department of Biomedical Engineering,
phone: (057) 702-13-64)

e-mail: ashishshaji625@gmail.com

In this work, chemiluminescence (CL) detection based on an avalanche photodiode (APD) instead of a photomultiplier tube (PMT) is proposed. The main system is a combination of an CL detection unit and a flow injection analysis (FIA) unit. This system can be used in medical applications such as protein blotting, immunoassay, pharmacological and toxicological testing.

A flow detection system mainly used in flow analysis is liquid phase CL. CL methods are based on the measurement of electromagnetic radiation emitted by an exothermic chemical reaction which is usually an oxidation reaction. CL detection has several attractions such as high sensitivity, compact and simple instrumentation, controllable emission rate and a wide dynamic range. Low limits of detection are achievable rather to a luminescent spectroscopy analysis because an external light source is not necessary for excitation and hence there is no source noise or light scattering, [1].

The combination of flow analysis with CL detection is therefore advantageous because it enables precise control and timing of the different steps involved in the analysis as well as on-line sample treatment, high sample throughput and low sample and reagent consumption [1-2].

The purpose of this work is the development of a CL–FIA system with an APD as an optical detector. A structure of proposed work is shown fig. 1.

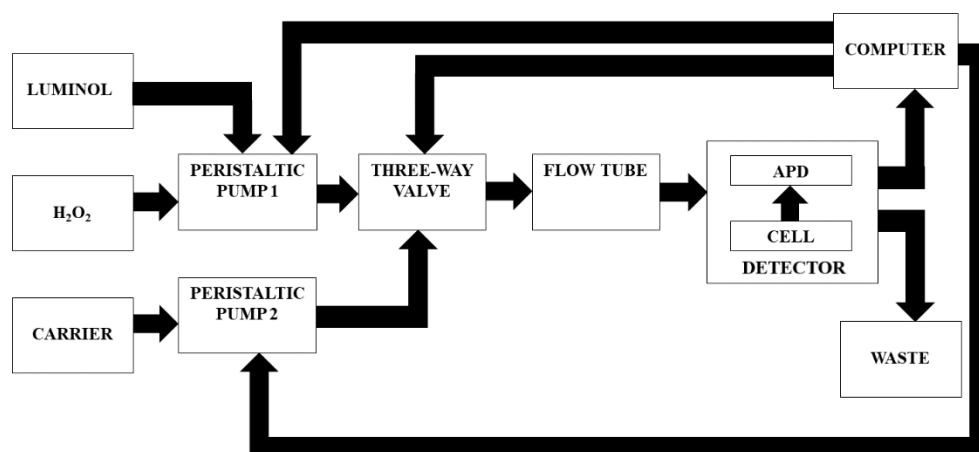


Figure 1 - Block Diagram

Luminol ($C_8H_7N_3O_2$) is a chemical that exhibits CL, with a blue glow, when mixed an oxidizing agent such as hydrogen peroxide (H_2O_2). The propelling unit that is used to transfer the samples through the system is a peristaltic pump along with a three-way valve. The flow rate of the pumps and direction of flow of the valve is controlled with the computer. The complete CL reaction takes place on flow through the tube. The light from the reaction is detected with the help of an APD. The final data signal after being converted to digital form is transferred to the computer [3-7].

The proposed system is beneficial as an APD has a higher sensitivity range, a quicker response time, higher performance and it has the ability to detect low-intensity light. The system can therefore be effectively used in pharmaceutical testing.

References:

1. Timofeeva, I. I., Vakh, C. S., Bulatov, A. V., & Worsfold, P. J. (2018). Flow analysis with chemiluminescence detection: Recent advances and applications. *Talanta*, 179, 246-270.
2. Lawrence, W. G., Varadi, G., Entine, G., Podniesinski, E., & Wallace, P. K. (2008, February). A comparison of avalanche photodiode and photomultiplier tube detectors for flow cytometry. In *Imaging, Manipulation, and Analysis of Biomolecules, Cells, and Tissues VI* (Vol. 6859, pp. 128-138). SPIE.
3. Сніжко, Д. В. Концепція побудови сенсорних систем з використанням нанофотонних та наноелектрохімічних технологій : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.27.06 "Технологія, обладнання та виробництво електронної техніки" / Д. В. Сніжко ; М-во освіти і науки України, Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. – Харків, 2021. – 48 с
4. C. Wang, Y. Chen, D. Snizhko, F. Du, X. Ma, B. Lou, J. Li, and G. Xu, «Development of luminol-fluorescamine-PVP chemiluminescence system and its application to sensitive tyrosinase determination», *Talanta*, vol. 218, p. 121–177, Oct. 2020. 41
5. F. Du, X. Ma, F. Yuan, C. Wang, D. Snizhko, Y. Guan, and G. Xu, «Sonochemiluminescence Based on a Small, Cheap, and Low-Power USB Mesh-Type Piezoelectric Ultrasonic Transducer», *Analytical Chemistry*, vol. 92, no. 7, pp. 4755–4759, Mar. 2020.
6. T.H. Fereja, F. Du, C. Wang, D. Snizhko, Y. Guan, and G. Xu, «Electrochemiluminescence Imaging Techniques for Analysis and Visualizing», *Journal of Analysis and Testing*, vol. 4, no. 2, pp. 76–91, Apr. 2020.
7. Д.В. Сніжко, А.В. Кукоба, «Потенціостат», Патент України, UA №120330, 11.11.2019. 5. T.H. Fereja, S.A. Kitte, W. Gao, F. Yuan, D. Snizhko, L. Qi, A. Nsabimana, Z. Liu, and G. Xu, «Artesunate-luminol chemiluminescence system for the detection of hemin», *Talanta*, vol. 204, pp. 379–385, Nov. 2019.

EYE TRACKING SYSTEM FOR NYSTAGMUS DETECTION

Faraj Youssef

Scientific Supervisor – Ph.D, Ass. Professor Averyanova L.O.,

Kharkiv National University of Radio Electronics

(61166, Kharkiv, Nauka Avenue, 14, Department of Biomedical Engineering,
phone: (057) 702-13-64), E-mail: farajyoussef555@gmail.com

The purpose of this study is to create method that can be used from anywhere in the world to online diagnose nystagmus that can be identified by studying the trajectory of involuntary eye movement.

There are hundreds of different eye diseases and vision problems. Some have no cure, but many others are treatable. Nystagmus is a condition where the eyes move rapidly and uncontrollably. They can move: side to side (horizontal nystagmus), up and down (vertical nystagmus), in a circle (rotary nystagmus). The movement can vary between slow and fast and usually happens in both eyes. The eyes may shake more when looking in certain directions. People with nystagmus may tilt or turn their head to see more clearly. This helps to slow down the eye movements [1].

There are two main types of Nystagmus: Congenital and Acquired. The brain controls eye movement. In people with nystagmus, the areas of the brain that control eye movements do not work properly (see fig. 1).

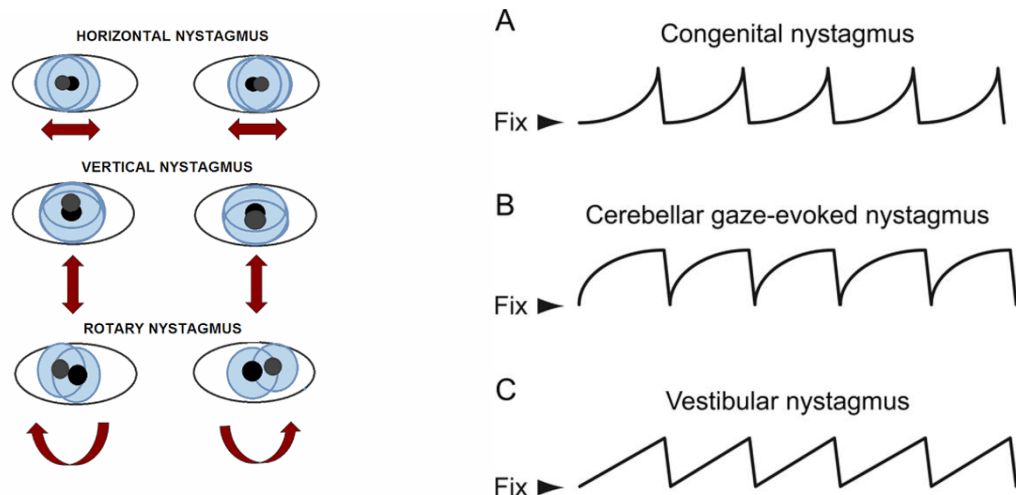


Figure 1 – Nystagmus eyes movements

Nystagmus is diagnosed by an ophthalmologist. The tests that may be used to diagnose nystagmus are: eye-movement recordings (to confirm the type of nystagmus and see details of the eye movements), a neurological exam, tests to get images of the brain etc. But very often such examinations are not available because of absence of qualified specialists and specific equipment. Also, the need to work on this topic is due to the current lack of free, publicly available medical applications for eye movement diagnosis, which use the lens movement

trajectory to provide a professional assessment of the subject's condition based on well-known eye movement analysis methodologies [1].

The idea of this work is to create online application for medical vision diagnostics for timely detection of problems and defects caused by various factors that negatively affect the patient's vision or psychological state. Such an analysis plays an important role both for the maintenance of the personal condition of various professions that have important social and psychological responsibility, and for everyday use by an ordinary person to prevent the development of complications of defects of a psychological and physiological nature, which will contribute to the increase in the number of identified and eliminated potentially dangerous for person's diagnoses. This will contribute to the increase in the standard of life of people all over the world and in a certain way will facilitate the work of specialists.

Visual impairments that can be recognized by determining the trajectory of the involuntary movement of the eyes or their pupils (fig. 2), based on the analysis of the input image from portable web cameras of various devices (tablets, personal computers (hereinafter referred to as PCs), laptops or mobile devices).

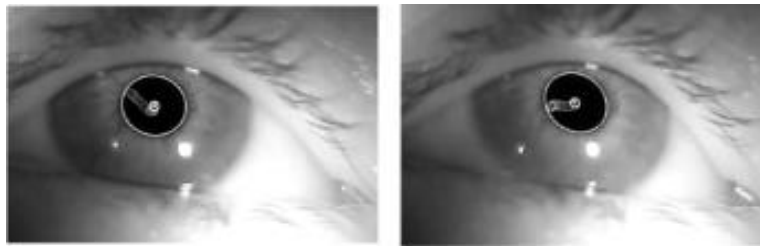


Figure 2 – Recognition of the pupil center for recording eye movement trajectory

Based on all of the above, it can be confidently stated that specialized online applications that can successfully convert images and videos to a completely real diagnosis through diagnosis can be used both by specialists to facilitate their work and by an ordinary person to recognize the presence of defects and the need to eliminate them.

References:

1. Авер'яноваЛ. О. Комп'ютерні технології корекції амбліопіїв системі фізичної реабілітації у дітейз порушенням зору / Л. О. Авер'янова, К. Г. Селіванова // Сучасні здоров'язбережувальні технології: монографія / за загальною редакцією проф. Ю.Д. Бойчука. – Харків: Оригінал, 2018. – 724 с. – С. 627-633

DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL CHIRPED BRAGG GRATINGS IN MEDICAL TECHNOLOGIES

Karnakova G.J.¹, Pavlov S.V.²

Scientific supervisor – professor Wojcik Waldemar
M.H. Dulati Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

E-mail: gaini.karnakova@mail.ru

² Vinnytsia National Technical University, Department of Biomedical Engineering, Vinnytsia, Ukraine

The development of fiber-optic technology allows it to be widely used in various fields of industry. Due to its physical properties, the optical fiber is devoid of the disadvantages of a copper cable. Measurements are another important application of optical fibers. Possible applications for lattices are still in development. One of the applications is temperature measurement using Bragg gratings [1]. There is no universal Bragg fiber array model suitable for all applications. Bragg gratings are used in fiber-optic communication systems in chromatic dispersion compensation devices. Such gratings can be widely used in the creation of sensitive elements of fiber-optic measuring systems based on arrays of Bragg gratings. The article presents studies of the mathematical model of chirped Bragg lattices. To build a model, it is necessary to determine the main parameters, such as the effective refractive index, the lattice period, the lattice length and other input parameters.

Introduction. The temperature sensitivity of the chirped Bragg lattice can be determined by the value of the effective refractive index in the core and the period of the chirped Bragg lattice [2]. These values depend on temperature and deformation. This relationship underlies the use of Bragg gratings with chirp for measuring temperature and voltage in medical practice.

Method. To develop a method of mathematical model of chirped lattices, we assume that the refractive index and the value of the lattice depend on the variable z (Figure 1), where z is the axis of the optical fiber along which the lattice is written (the lattice is written into the fiber along the z axis).

Therefore, the refractive index of the lattice is represented as:

$$n(x, y, z) = n(z) = n_0 + \delta n_0 + \delta n(z) \cos\left(\frac{2\pi}{\Lambda} z + \varphi(z)\right), \quad (1)$$

where: n_0 is the refractive index of the core in the fiber section without a lattice, n_1 is the minimum refractive index inside the lattice structure, n_2 is the maximum value of the refractive index inside the lattice structure, δn_0 is the average value of the refractive index of the modulation (constant component of direct current), $\delta n(z)$ -is the amplitude modulation per factor (variable), Λ is the lattice period, L is the lattice length [3].

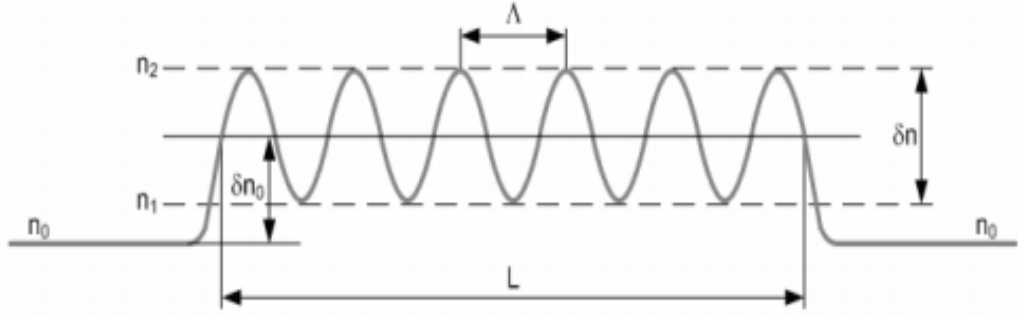


Figure 1 - Lattice as a refractive index of modulation

A homogeneous Bragg lattice (uniform lattice) is considered as a system with uniformly distributed parameters. All parameters of the lattice model (including the period) are fixed along the entire length.

The change in the amplitude of the refractive index and the lattice period are constant values. The lattice uses one transmission matrix (fixed lattice period and refractive index modulation period). We describe the process of light passing through the lattice structure using the equation:

$$\begin{bmatrix} R_{+L/2} \\ S_{-L/2} \end{bmatrix} = F_M \begin{bmatrix} R_{-L/2} \\ S_{+L/2} \end{bmatrix}, \quad (2)$$

$R_{+L/2}$ represents the signal transmitted through the grating, the value of the signal after passing through the grating, $S_{-L/2}$ is the reflected signal through the grating, $R_{-L/2}$ is the signal fed into the grating in the + z direction, while $S_{+L/2}$ is the signal entered according to with the direction - z.

Modeling. To conduct simulation tests, it is necessary to write a model using the programming syntax of the Matlab environment. The Bragg fiber-optic lattice model should contain the following parameters:

- grid length,
- refractive index n_{eff} ,
- number of grid periods,
- Bragg wavelength,
- apodization profile if the grid under test is an anodized grid,
- the average value of the refractive index modulation,
- the amplitude of the refractive index modulation,
- grid period,
- refractive index of the core in a fiber without a lattice.

Fiber-optic Bragg model in the Matlab programming environment was implemented, after entering the input values of the lattice, it became possible to obtain spectral characteristics for various preset temperature values, examples of which are given below. It should be emphasized that with the help of such a

mathematical model, it is possible to model lattices with different parameters and in different configurations [5].

Experimental results. The approximate diagrams of the simulated lattice in the Matlab development environment are in the wavelength range from 1550 nm to 1556 nm. Due to the fact that there is a mathematical model and its input parameters can be chosen arbitrarily, and we can simulate lattices for temperature values.

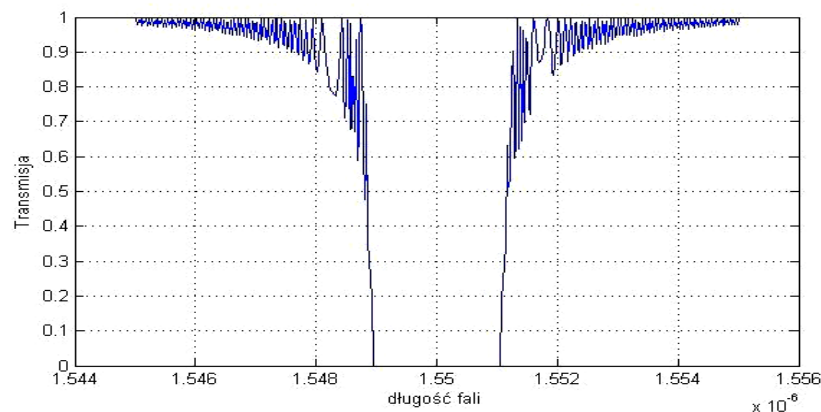


Figure 2 - Simulated spectral characteristics of the lattice for temperature

The spectral characteristics of the simulated lattices are shown in the figures below. The longer the period of this lattice, the greater the value of the Bragg wavelength for this lattice, which is confirmed in Figure 3. A similar comparison is shown in Figure 4. For different values of the effective refractive index in the n_{eff} lattice, the values of the Bragg wavelength, which will lead to a shift in the spectral characteristics of the gratings in the wavelength region. Lattices with different values of the effective refractive index and the same other parameters will have exactly the same shape of spectral characteristics (also the same half width) [4].

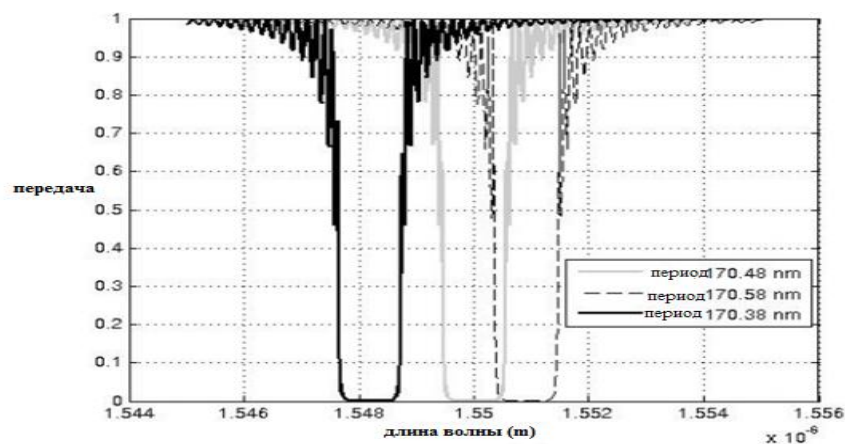


Figure 3 - Transmission spectra obtained by the matrix method for different values of the lattice period Λ

Figure 4 shows a comparison of the spectral characteristics of the gratings for different lengths. The longer the grid, the greater the slope of the "peak" transmission is more vertical. As can be seen, the 0.1mm long grating is practically not used for most applications of spectral characteristics. Its spectrum is so blurred that the reflection coefficient reaches only 30% of the desired value (equal to 99.9%).

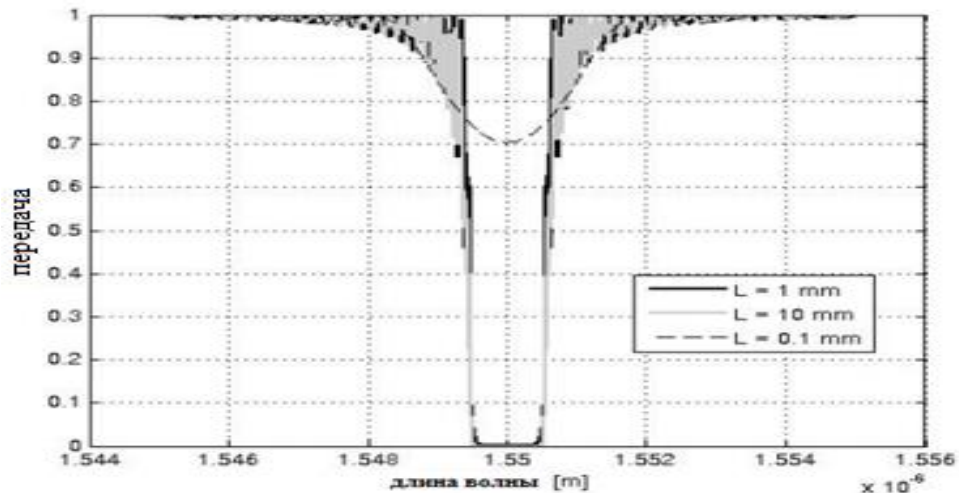


Figure 4 - Transmission spectra obtained by the matrix method for different values of the lattice length L

Figure 5 shows the results of modeling the transmission spectrum for different values of LPM, but with the same values of δn and the same lattice lengths. If the lattice parameters are positive, then the period of the chirped lattice will increase along the direction of light propagation. If negative, then this period will decrease. In our model, we will include both positive and negative values. As can be seen from Figure 5, the characteristics of spectral lattices with LCM are shifted relative to the lattice without chirp. The "blurring" of the spectrum is also noticeable. Blur is the absolute value of the chirp. If the lattice parameters are negative, the wavelength of the central lattice (the length of the Bragg wave) moves to the left (towards smaller wavelengths). If positive, then the central wavelength (Bragg wavelength) is shifted to the right (towards longer waves). Information about the effect of the chirp of the lattice on its spectrum is very important when using the lattice as a sensor, for example, stress.

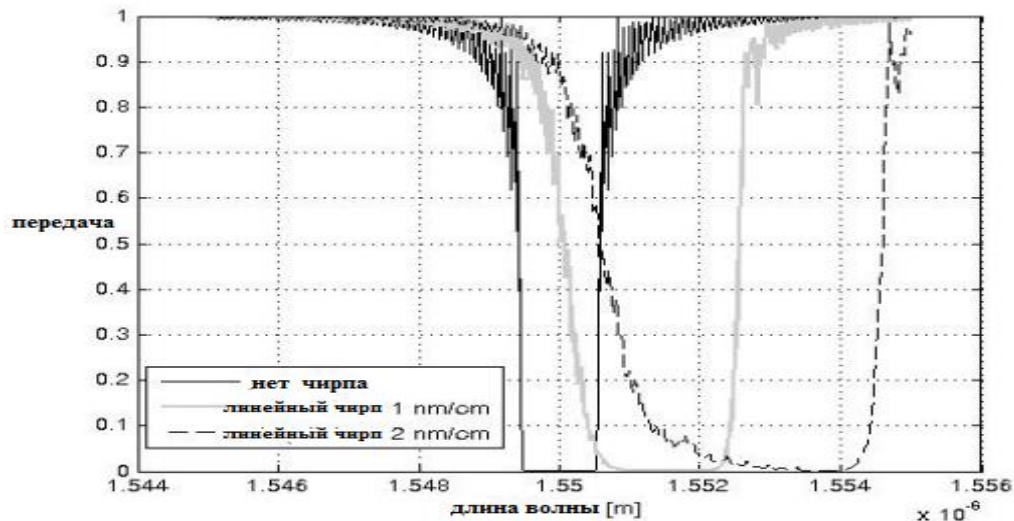


Figure 5 - Simulated transmission spectra of three cells of different chirp values

Conclusion. The created model can also be used to simulate sensors made on different chirped gratings. This model allows us to determine the spectral responses of chirped lattices and a wide range of changes in the medical parameters of these chirped lattices.

References:

1. G. White, M. Sivitanides, „Cognitive Differences Between Procedural Programming and Object Oriented Programming”, Information Technology and Management 6, 333–350, 2005.
2. H.V. Baghdasaryan, T.M. Knyazyan, „Modelling of linearly chirped fiber Bragg gratings by the method of single expression”, Optical and Quantum Electronics 34: 481–492, 2002.
3. ВаржельС.В. Волоконные брэгговские решетки. – СПб: Университет ИТМО, 2015. - С. 28-31.
4. J. Kwon, Y. Jeon, B. Lee, „Tunable dispersion compensation with fixed center wavelength and bandwidth using a side-polished linearly chirped fiber Bragg grating”, Optical Fiber Technology 11 (2005) 159–166.
5. Z. Lin, X. Chen, F. Wu, J. Shi, Y. Yin, S. Xie, „A novel method for fabricating apodized &ber Bragg gratings”, Optics & Laser Technology 35 (2003) 315 – 318

PET-CT SCAN FOR ONCOLOGY

Kariani Hussein

Scientist supervisor – Ph.D, Associate Professor Selivanova K.G.

KharkivNationalUniversity of Radio Electronics

(61166, Kharkiv, Nauka Avenue, 14, Department of Biomedical

Engineering, phone: (057) 702-13-64), e-mail: khussein.kariani@nure.ua

In this work, we propose complex system that consists of the historical combination of computer tomography ‘‘CT’’ and Positron emission tomography for oncology and the detection of the rays which is generated by the devise.

Imaging technologies support a personalized approach for cancer care. Early recognition of anatomical changes and physiologic behavior can lead to improved tumor diagnosis and management. Several imaging techniques are used for assessing tumor properties, including Magnetic Resonance Imaging (MRI), ultrasound (US), Computed Tomography (CT), Single-Photon Emission Computed Tomography (SPECT) and Positron Emission Tomography (PET). PET plays an important role in oncology for diagnosing and staging of cancer as well as for therapy response, as it images whole body metabolism. It is a non-invasive technique for quantitative assessment of tumor behavior, often combined with CT for anatomical information and attenuation correction. It is used for staging or restaging patients with several types of cancer, as it is considered as a safe, accurate and reproducible technique. By using a radioactive tracer coupled to glucose, tissues with high glucose metabolism can be visualized as shown in Fig. 1. High glucose metabolism is a common characteristic for tumors. After imaging is performed, staging or restaging of the tumor is performed, based on the TNM-system. It evaluates the extent of tumor invasion, number and location of lymph nodes (N) and the presence and location of metastases (M). To further investigate the origin and extent of tumor tissue, pathology is often performed by means of surgery or biopsy, resulting in a pathological TNM (pTNM) staging. Based on TNM-staging, a patient-specific treatment plan is made [1, 2].

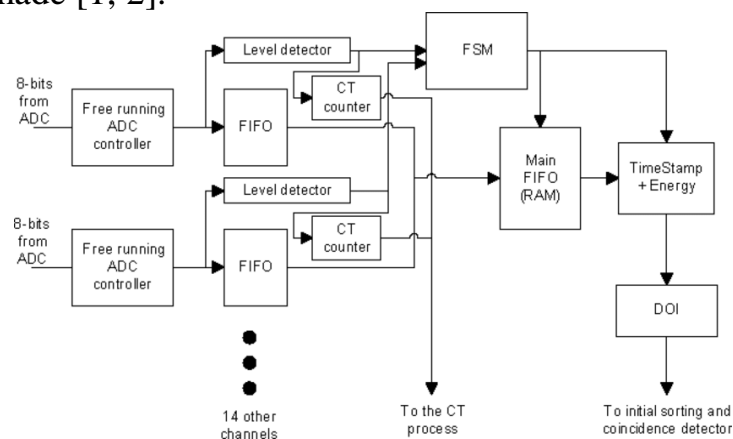


Figure 1 – A Function circuit diagram of PET/CT mechanism

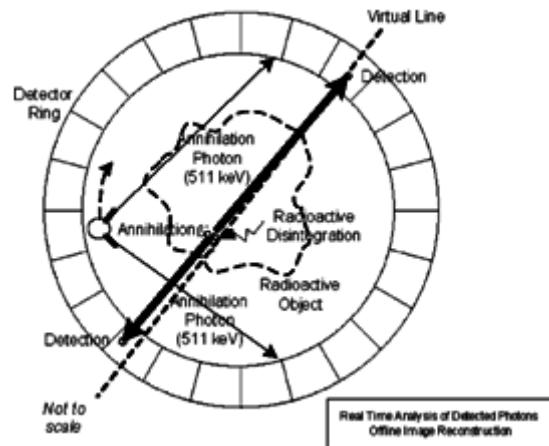


Figure 2 – Diagram of radiation detection

Due to the high physiological FDG uptake in the brain, FDG PET/CT is of limited value for detection of brain metastases. Consequently, FDG PET/CT is generally not used for the primary detection or exclusion of brain metastases.

1. Increased FDG uptake is observed in many neoplastic lesions, granulation tissue (e.g. wound healing), infections and other inflammatory processes. A detailed description of pitfalls and situations that can lead to false-positive (benign processes that can show FDG uptake) or false negative FDG PET/CT interpretation has been published.

2. Patterns of FDG uptake, established CT morphological criteria and correlation with patient history, physical examination and other imaging modalities may be helpful for differentiation between malignant and benign lesions.

3. SUVs and related quantitative measures, such as metabolic tumor volume (MTV) and total lesion glycolysis (TLG), have gained increasing importance for therapy response monitoring and for prognostic assessment.

4. There is no single lower limit of the intensity of FDG uptake for the detection of abnormal uptake within lesions as it depends on the degree of contrast between the tumour and its immediate surroundings. This contrast is related to several pathophysiological factors, the most significant of which are histology (FDG avidity of the type of tumour), volume of vital tumour cells, movement during static acquisition.

References:

1. Averyanova, L., Starenkiy, V. (2020), "Analysis of radiation therapy equipment status in Ukraine", *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, No. 1 (11), P. 106–113. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2020.11.106>.

2. Аврунин О.Г., Аверьянова Л.А., Бых А.И., Головенко В.М., Скляр О.И. Методика создания виртуальных средств имитации работы рентгеновского компьютерного томографа. *Техническая электродинамика*. Тем. Вып. Т.5. Киев, 2007. С. 105–110.

MELAMINE –MONOMERS INTERACTION: QUANTUM MECHANICAL BASED STUDIES

Maryam Kaabi

Scientist supervisor – Dr. Sci. Professor Kateryna Muzyka
Kharkiv National University of Radio Electronics
(61166, Kharkiv, Nauky Avenue, 14, Department of Biomedical Engineering)

e-mail: mariam.kaabi.salemi@nure.ua

In this work we have modeled recognition of melamine as a model template by thirteen functional monomers using density functional theory (DFT) method at ω B97X-D/6-31G(d) level of theory. The calculations shown above allow selecting promising functional monomers (AMPSA, itaconic and acrylic acid) for the creation of high performance MIP for melamine.

Molecular imprinting is a rapidly developing technique to prepare polymers with high recognition properties for target templates and it involves three steps: preparation of covalent conjugate or non-covalent adduct between a functional monomer and a template molecule; polymerization of this monomer-template conjugate (or adduct); and removal of the template from the polymer [1]. One of the greatest advantages of molecularly imprinted polymers (MIPs) over natural molecules is freedom of molecular design[1-2].

The purpose of this work is development a computational approach based on DFT-method applied to screening the optimum monomer for imprinting of melamine.

Table 1 - Calculated values of the binding energy of 1:1 monomer/template complex and water (PCM)

Monomer	Binding energy E_{bind} , kcal/mol
AMPSA	-36.2
Itaconic acid	-13.5
Acrylic acid	-12.3
N,N'-methylenebis-acrylamide	-10.7
Methacrylamide	-9.3
N,N-diethylaminoethylmethacrylate	-8.4
EGMP	-8.1
Acrylamide	-7.5
Allylamine	-6.6
1,3-DVB	-6.1
Styrene	-4.9
Acrolein	-4.8
Acrylonitrile	-3.3

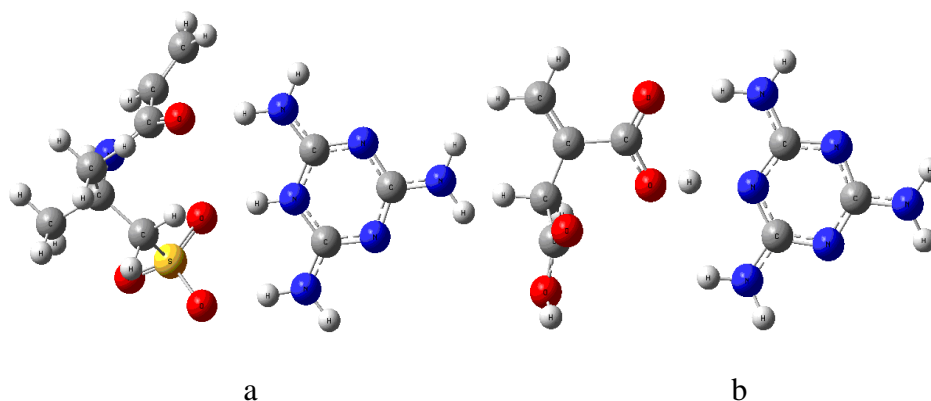


Figure 1 -Molecular structure of the pre-polymerization 1:1 complexes of melamine with (a) AMPSA ($E_{\text{bind}} = -36,2$ kcal/mol) and (b) itaconic acid ($E_{\text{bind}} = -13,5$ kcal/mol) in water (PCM).

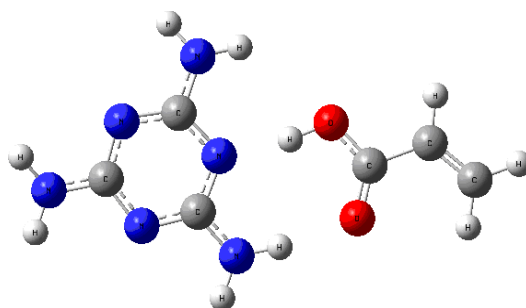


Figure 2 - Molecular structure of the pre-polymerization 1:1 complex of melamine with acrylic acid ($E_{\text{bind}} = -12,3$ kcal/mol) in water (PCM)

The results shown in Table 1 allowed us to conclude that melamine in water and acetonitrile may form the most energetically favorable complexes with AMPSA, itaconic and acrylic acid. The optimized geometries of the most energetically favorable pre-polymerization complexes of melamine and different functional monomers in water medium are shown in Figures 1-2.

References:

1. K. Muzyka, S. Piletsky, M. Rozhitskii. (Eds: C. Alvarez-Lorenzo, A. Concheri), Molecularly Imprinted Polymers: A Handbook for Academia and Industry, iSmithers, 2013, Chapter, 197-228.
2. Muzyka K., Khaled G., Kukoba A., Bilash O., Konovalova I. and Xu G., Nanotechnological Electrochemiluminescent Transducer for Heterogeneous Detection of 5,6,11,12-tetraphenyltetracene, 2019 IEEE 39th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO): Abstract (Kyiv, Ukraine, 17 April 2019), Kyiv, 2019. pp. 526-529.

SECOND-ORDER DIFFERENCE PLOT PARAMETERS OF EEG FOR EPILEPTIC STATE DETECTION

Mohammed Maitha Hesham

Supervisor – Ph.D. Associate Professor Zhemchuzhkina T.V.

Kharkiv National University of Radio Electronics,

BME Department, Kharkiv, Ukraine

tel. +38(050) 188-09-41, e-mail: Maitkha.khesham.mokhammed@nure.ua.

This work is devoted to EEG indicators of epilepsy to classify epileptic EEG from non-epileptic to improve diagnostic methods. The features were extracted from second-order difference plot (SODP). SODPs were divided into four quadrant and three circle regions in order to extract number of points in each region as informative features. We analyzed EEG signals for 5 groups with healthy, ictal and pre-ictal states. Data were prepared for next analysis with artificial neuron network to classify ictal, pre-ictal and inter-ictal states.

Our brain is one of the most critical parts of our body. A small change in it creates not only neurological problems but also physical and mental problems. An epileptic seizure is one of them. It is a chronic disorder of the human brain that affects people of all age group. Electroencephalography (EEG) is the important method in the diagnosis of epilepsy. Parameters extracted from EEG signals are very useful for detection and discrimination of epileptic seizures [1], [2].

Second Order Difference Plot (SODP) is a feature extraction method which is formed employing time domain information. The method of SODP can be used as an independent feature extraction tool as well as a supplemental technique to confirm the frequency domain results. If $X(t)$ is the EEG signal, SODP is formed by $X(n+1) - X(n)$ and $X(n+2) - X(n+1)$ points on the plot. In other words, SODP includes scattering of consecutive difference values of points in EEG signal. Thus, the statistical condition of consecutive differences can be observed [3].

We analyzed EEG signals from data base available on the Internet [4]. EEG data are presented in five groups. Each of five groups contains 100 single-channel EEG recordings with duration 23.6 s. Sets A and B consisted of segments taken from healthy volunteers in relaxed awake state with eyes open (A) and eyes closed (B). Segments in set D were recorded from within the epileptogenic zone, and those in set C from the hippocampal formation of the opposite hemisphere of the brain. While sets C and D contained only activity measured during seizure free intervals, set E only contained seizure activity. Here segments were selected from all recording sites exhibiting ictal activity. We used MatLab to analyze this data by constructing SODP, division of it on 12 areas and counting number of points in each area (fig. 1).

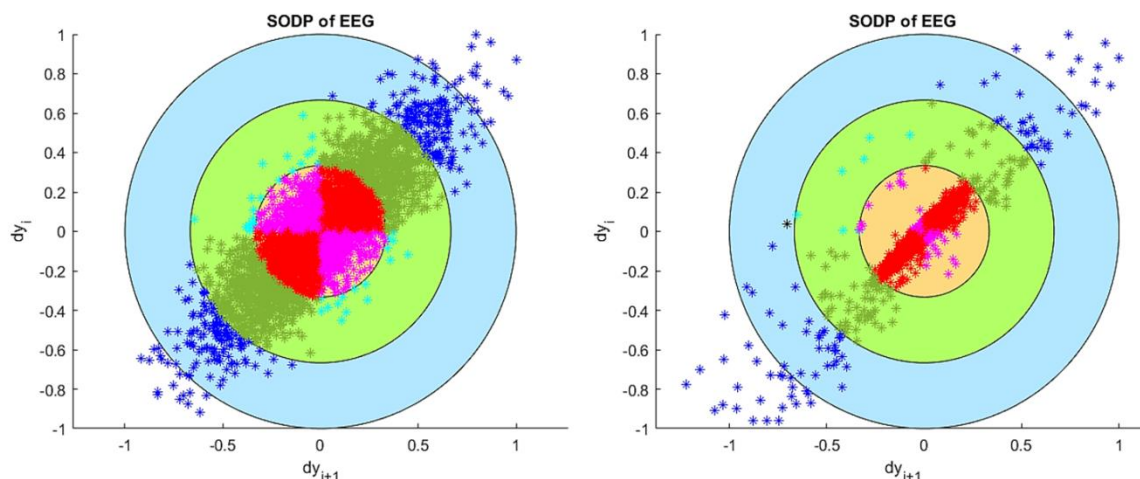


Fig. 1 – SODP for healthy group (left) and ictal group (right)

We got 12 parameters extracted from SODP for EEG signals from 5 groups. Prospect of the work is construction of the neuron network for classifying EEG signals by these features on ictal, pre-ictal and non-epileptic states. New informative features and classifying methods can help to improve diagnostic methods in detection of epilepsy. For an epileptic patient, recognizing the period when a seizure is occurring is necessary for the caregiver to prevent serious injuries due to the seizures.

References:

1. Rahul Sharma. Comparison of Area Measured by Second Order Difference Plot and Circular Tendency Measured of EEG Signal of Epileptic Seizure / Rahul Sharma, Devendra Kumar Shakya//International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. – 2017.– Vol.6. – No.7. – P.12932-12939.
2. Zhemchuzhkina T.V. Analysis of higher order spectra of epileptic EEG signals / T.V. Zhemchuzhkina, Tarchani Meriame // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тезидоповідейXXXміжнародноїнауково-практичноїконференції MicroCAD-2022, 19-21 жовтня 2022 р. – Харків : НТУ «ХП», 2022. – С. 878.
3. Yayık, Apdullah & Yildirim, Esen & Kutlu, Yakup & Yildirim, Serdar. (2015). Epileptic State Detection: Pre-ictal, Inter-ictal, Ictal. International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering. 3. 10.18201/ijisae.14531.
4. Andrzejak, Ralph & Lehnertz, Klaus & Mormann, Florian & Rieke, Christoph & David, Peter & Elger, Christian. (2002). Indications of nonlinear deterministic and finite-dimensional structures in time series of brain electrical activity: Dependence on recording region and brain state. Physical review. E, Statistical, nonlinear, and soft matter physics. 64. 061907. 10.1103/PhysRevE.64.061907.

THRESHOLD SEGMENTATION METHOD FOR DETERMINING THE WORKING LENGTH

Perepelytsia O.M.

Supervisor – Ph.D. Associate Professor Nosova T.V.

Kharkiv National University of Radio Electronics, Department of Biomedical Engineering, Kharkiv, Ukraine

oleksii.perepelytsia@nure.ua

The main part of a successful endodontic treatment is the accurate determination of a working length of a root canal (the distance between the external landmark on the crown of the tooth to the apical border)[1]. As a border for root canal filling and treatment the apical constriction zone is most recommended. Intraoral X-Ray lets you obtain needed information about the direction of bending of the root canals and determine the working length. Yet, the radiograph is a two-dimensional summary image and is not able to recreate the whole anatomy of the apical part of the root - often layering and image deformation take place. There is a possibility of mistaking during the X-Ray interpretation, which is connected with subjectivity of the specialists` estimation result. That is why being guided only by this working length determination method can be impractical [2].

The threshold method was used to select the object of study (tooth root). This is a binarization method based on dividing an image into 2 parts based on threshold values. The value (T) is selected according to the task to be performed (from 0 to 255). All brightness values that are in the range of values higher than T are called object values, everything below is the background value. Next is the boundary layer - a curved line that separates the elements of the object and the background. A segment is selected along this line if it satisfies the low-pass noise filtering condition.

Physiologically sealed root canal corresponds to intervals with large brightness indicators. To select these areas, it is enough to select the value of T and determine all points that have $f(x, y) > T$, which belong to the object, and otherwise - belong to the background [3].

X-ray images always contain small details and noise, which often interfere with the analysis process. Preprocessing or correction is a stage that allows solving this problem, for example, using low-pass and median filtering algorithms [4, 5]. If smoothing (noise removal) correction is executed on individual images, then the preprocessing of the sets of sections ensures the alignment of the geometric and brightness-contrast characteristics of the images in the set. For this purpose, methods for leveling brightness histograms in a sequence of images and reconstruction are used. The result of preprocessing is a set of images with relatively the same brightness-contrast characteristics and a smooth surface [6, 7]. The result of threshold segmentation is shown in fig. 1.

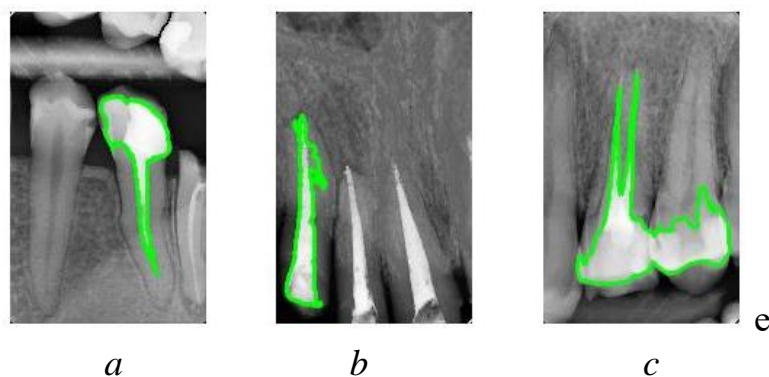


Figure 1 -The result of drawing segmented contours of the root of the teeth on the initial image: a - tooth No1, b - tooth No2, c - tooth No3

References:

1. Kovetskaya EE. Methods for determining the working length of the root canal. *Modern dentistry*. 2006; 3:35–9 Available from: <http://www.mednovosti.by/journal.aspx?article=2740>. (In Russian).

2. Perepelytsia, O., & Nosova, T. (2022). Determining the working length of a root canal using intraoral radiography segmentation . *Informatyka, Automatyka, Pomiar W Gospodarce I Ochronie Środowiska*, 12(1), 44-46. <https://doi.org/10.35784/iapgos.2878>

3. The MathWorks, Inc. Image Processing Toolbox [Internet]. [cited 2021 Aug 02]. Available from: <https://www.mathworks.com/products/image.html>

4. Avrunin, O. G., Nosova, Y. V., Abdelhamid, I. Y., Pavlov, S. V., Shushliapina, N. O., Wójcik, W., Kalizhanova, A. (2021). Possibilities of automated diagnostics of odontogenic sinusitis according to the computer tomography data. *Sensors (Switzerland)*, 21(4), 1-22. doi:10.3390/s21041198

5. Avrunin, O., Tymkovich, M., Semenets, V., Piatykop, V. (2019). Computed tomography dataset analysis for stereotaxic neurosurgery navigation. Paper presented at the Proceedings of the International Conference on Advanced Optoelectronics and Lasers, CAOL, 2019-September 606-609. doi:10.1109/CAOL46282.2019.9019459

6. Avrunin, O. G., Tymkovich, M. Y., Abdelhamid, I. Y., Shushliapina, N. O., Nosova, Y. V., Semenets, V. V. (2019). Features of image segmentation of the upper respiratory tract for planning of rhinosurgical surgery. Paper presented at the 2019 IEEE 39th International Conference on Electronics and Nanotechnology, ELNANO 2019 – Proceedings, 485-488. doi:10.1109/ELNANO.2019.8783739

7. Avrunin, O., Tymkovich, M., Drauil, J. Automated technique for three- dimensional reconstruction of cranial implant based on symmetry (2015) *Information Technologies in Innovation Business Conference, ITIB 2015 – Proceedings*, pp.39-42.

УДК 614.876:629.7

HARMFUL IONIZING RADIATION IN SPACE AND THE USAGE OF BORON NITRIDE NANOTUBES FOR ASTRONAUTS' RADIATION PROTECTION

Rohulia A.O.

Scientific director – Ph.D. Associate Professor Averyanova L.O.
Kharkiv National University of Radio Electronics, BME Department
Kharkiv, Ukraine

ph. +38(067)923-10-47, email: alina.rohulia@nure.ua.

This research aims to endorse the concept of usage of boron nitride nanotubes (BNNTs) in astronauts' protection from harmful ionizing space radiation. To highlight the importance of provided work, types of radiation and their dangers on human's organism were examined. Furthermore, it was studied that BNNTs have numerous highly required properties for the material to be used in space conditions. Thus, BNNTs were suggested as useful and essential material for the purpose of making a layered spacesuit to shield astronauts from radiation. With the increasing interest of society towards space exploration, new space missions are being conducted by government organizations such as NASA, ESA, and private companies like SpaceX and Blue Origin. Consequently, it is being planned to launch rockets not only with artificial objects but also with humans in the near future.

As known, there are a lot of risks and dangers to a person's life in the conditions of outer space. Although technicians have already found practical solutions for many issues that astronauts may deal with, the problem of protection from radiation remains unsolved. However, it is being currently studied by specialists in both biomedical engineering and space medicine fields.

Radioactive environment consists of three main parts: galactic cosmic rays, particles trapped by the Earth's magnetic field, and solar energetic particles. Secondary particles may injure surface tissues such as the eyes and skin as well as cause the risk of degenerative tissue defects such as cataracts, circulatory and digestive diseases. Energetic particles radiated during solar flares affect deep tissues such as bones and the cardiovascular system. Thus, skin melanoma and a loss of bone mass may occur. Moreover, there is a big chance of facing other types of cancerous diseases, sterility, and neurological disorders.

For the past few years, the use of nanomaterials has increased significantly. Meanwhile, a nanomaterial called Boron Nitride Nanotube (BNNT) has drawn the attention of many scientists and engineers due to its complex properties and various functions. BNNTs are a type of one-dimensional nanostructure and are known as tubular structural analogs of carbon nanotubes (CNTs). Nevertheless, in BNNT carbon atoms are replaced entirely by boron and nitrogen atoms, arranged in a hexagonal lattice.

As for their properties, Young's modulus and yield strength are higher in CNTs, yet thermal conductivity and oxidation resistance (up to 900 °C) are

similar. However, BNNTs are more thermomechanically stable, they are an excellent insulator with a bandgap between 5.5 and 5.9 eV, and have high hydrophobicity, heat and electrical insulation, resistance to oxidation and flame, and hydrogen storage capacity. The most important is that BNNTs' molecular structure is attractive for hydrogenation as they are compounded of isotope ^{10}B that has a high level of neutron absorption cross-section (3835 barn). Hence, hydrogenated BNNT is an excellent neutron shielding nanomaterial and has a great ability to protect astronauts from ionizing radiation. BNNTs, enriched with hydrogen (H-BNNT), are going to be used in spacesuits created for astronauts' extravehicular activity. Among nanomaterials manufacturing companies there is American Boronite Corporation that has developed a method for producing a large amount of high qualified BNNTs. Hence, currently there is an opportunity for testing BNNTs as a radiation shielding component for advanced spacesuits. Furthermore, the layers of BNNTs are going to be inputted among others. As for that, another benefit of BNNTs nanostructures is that the whole fabric made up of them is light and will not make the suit more bulky and uncomfortable for wearing and working in. Due to the different radiosensitivity of organs and tissues, some areas of the body require extra protection. For example, such organs of the reproductive and gastrointestinal system as testis, ovary, mucous membrane, and small-intestinal villus can be covered by the wide belt of thick BNNTs layers. Organs of the hematopoietic system like thymus gland and lymph nodes of the neck can be protected by shrink-wrapping spacesuits with the high collar.

Overall, BNNTs have a whole set of interesting properties: the material is strong, thermally stable, chemically passive, conducts heat excellently, and of course, catches neutrons. Accordingly, we can think of its application in space exploration missions to protect health and the life of astronauts from harmful ionizing radiation.

References:

1. Fahad A. Zaman, Lawrence W. Townsend, Naser T. Burahmah. Radiation Risks in a Mission to Mars for a Solar Particle Event Similar to the AD 993/4 Event. *Aerospace*. 2021. URL: <https://www.mdpi.com/2226-4310/8/5/143>.

2. Чернявський, І., Старенький, В., Макієнко, А., Авер'янова, Л., Петриченко, О., & Поплавець, С. (2021). Контроль спектральних характеристик медичного прискорювача на основі порівняння масових коефіцієнтів ослаблення різних матеріалів. *Український радіологічний та онкологічний журнал*, 29(3), 9-21. <https://doi.org/10.46879/ukroj.3.2021.9-21>

3. Старенький В. П. Аналіз інформаційних і технічних можливостей сучасних систем планування дистанційної радіотерапії / В. П. Старенький, Л. О. Авер'янова, Л. Л. Васильєв, Ю. О. Орлова // *Клиническая информатика и телемедицина*. - 2011. - Т. 7, вып. 8. - С. 79-82.

UDC 615.47

DETERMINATION OF CURRENT-WAVELENGTH CHARACTERISTICS DEPENDENCY ON TEMPERATURE

Shedreyeva I., Dzhanzuzakova R., Aldabergenova A.

Scientific supervision – professor Wojcik Waldemar

¹Taraz Regional University named after M.Kh.Dulaty

(60, Tole bi, Taraz, 080000, Kazakhstan), E-mail: indisher@mail.ru

Determination process of temperature dependence of sensor main parameters based on fiber Bragg grating requires the arrangement of multitude additional analytical works. Since fiber optic with Bragg grating, in general terms depends on two parameters.

As it was considering in the previous section, the sensitiveness of fiber Bragg grating depends on variation of its period Λ and effective refractive index n_{eff} . These two parameters depend on external temperature and pressure. Based on this dependence the work on research of fiber Bragg grating is arranged. This section is meant for laboratory measurements and research, it consists of content of laboratory measurements and analysis of the results. Research device intended to be used to make measurements of dependency of optical wavelength passing through fiber Bragg grating. After measurement the action of temperature on transmission characteristics of grating, it is possible to determine the action of temperature on Bragg's wavelength. Then can proceed to regularity of temperature dependence via math modeling of fiber Bragg grating main parameters. It will be presented in the next section. Determination process of temperature dependence of sensor main parameters based on fiber Bragg grating requires the arrangement of multitude additional analytical works. Since fiber optic with Bragg grating, in general terms depends on two parameters.

Only current wavelength characteristics of light passing through the grating are registered in measurements by means of experimental devices [1].



Figure 1 -

Wavelength transmission characteristic of Bragg grating light passing through the grating in a particular temperature

By computer processing of current wavelength characteristics, as shown at Picture 1, the bend point of this function can be recorded as one of the value of wavelength for one particular temperature.

Transmission spectra of fiber Bragg grating with tilts 3° , 5° , 7° is shown at Figure 2.

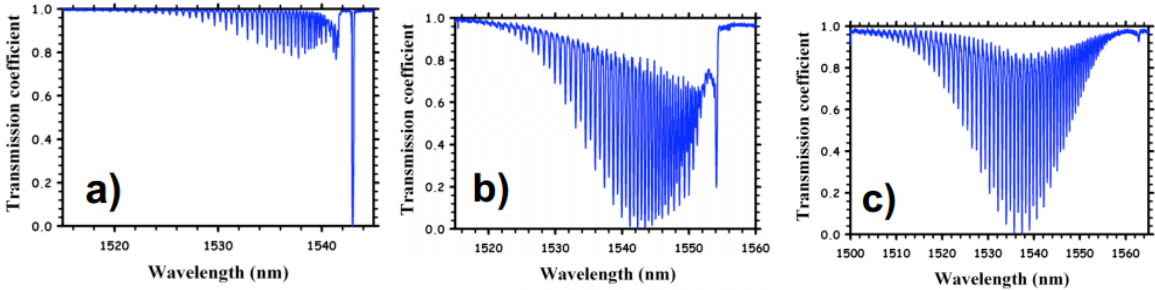


Figure 2 - Transmission spectra of fiber Bragg grating with tilts a) 3° , b) 5° , c) 7°

In experimental research we measure curved Bragg grating to determine the correctness of temperature dependence of researched Bragg grating with preset parameters. Measuring devices: Bragg grating, light source, thermometer, optical analyzer recording wavelength characteristics of rays reflected from Bragg grating or passed through the grating, camera probe, heating – hot air-blower or automatically controlled heater. Simple light and power sources with the following technical specifications were used as input signal:

- Wavelength 1550nm - 1561nm;
- Operating temperature in oven -20 and +120 °C.

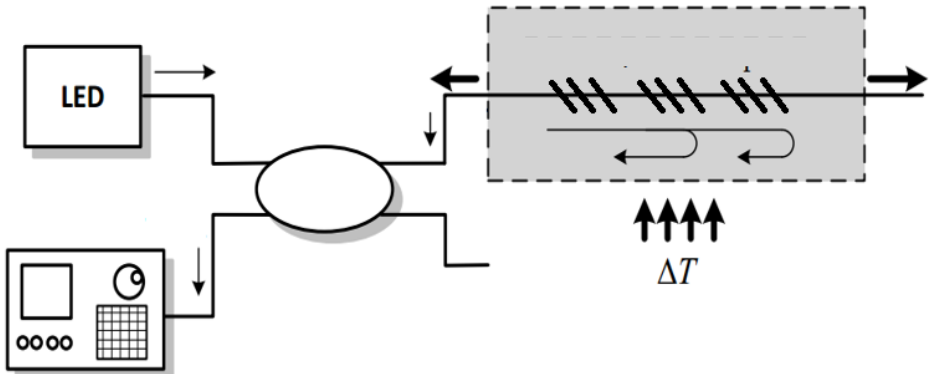


Figure 3 - Diagram of laboratory unit for measurement of current wavelength characteristics

In the implemented research the current wavelength characteristics of several types were received on the basis of Bragg gratings. Few light-emitting halogen bulbs were utilized as light source for current wavelength characteristics since the radiation range of each differs.

The values of the best results out of several dozens of measurements results were aimed to use for mathematic model development. The immensity of such experimental work lies in the fact that sensitiveness of sensor to wavelength variation range correspondent to required temperature range is not resolved by the fact that each sensor has different results for different temperature range, also depends on light spectra depending on chemical properties of selected fibers. The individual laboratory measurement and mathematical calculations are required for each sensor. Consequently, due to the impossibility of developing a universal mathematical model, it's necessary to develop a mathematical model for the final sensor for each user [2].

Main implemented research:

$$K_T = \frac{\Delta\lambda_B}{\Delta T}, \quad (1)$$

Research results -20°C и 120°C with tilts 3° , 5° , 7° are presented below (Figures 5 and 6).

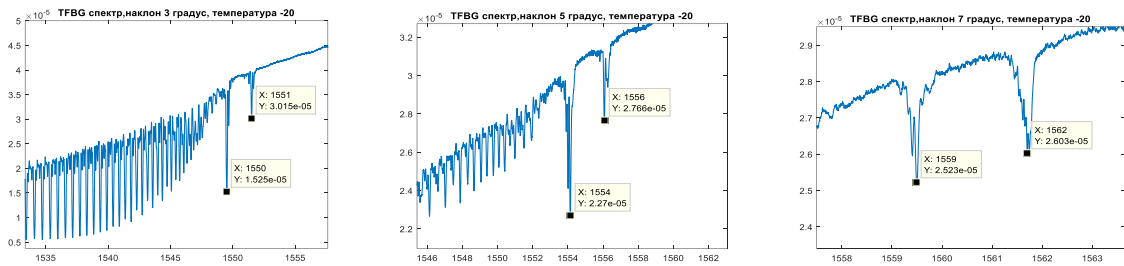


Figure 5- Curved Bragg grating current-wavelength characteristics at temperature, -20°C

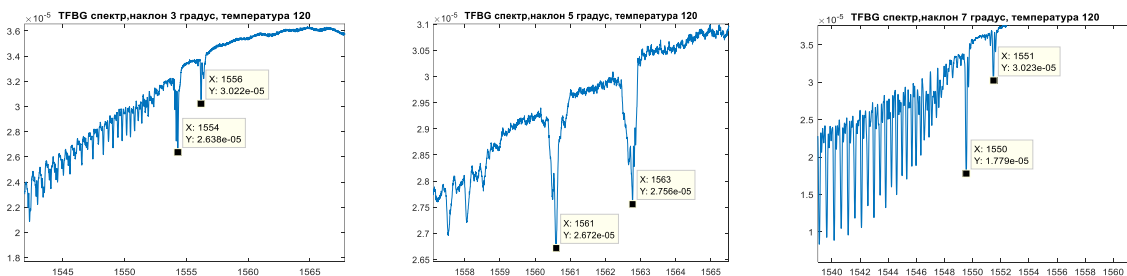


Figure 6 - Curved Bragg grating current-wavelength characteristics at temperature, 120°C

Table 1 -Values of temperature and wavelength of fiber Bragg grating

λ_B [HM] 3°	λ_B [HM] 5°	λ_B [HM] 7°	T [°C]
1550	1550	1559,9	-20
1550,1	1550,1	1660	-10
1554,2	1550,1	1560,1	0
1554,3	1550,2	1560,1	10
1554,3	1550,2	1560,2	20
1554,4	1550,3	1560,2	30
1554,4	1550,3	1560,3	40
1554,5	1550,4	1560,3	50
1554,5	1550,4	1560,4	60
1554,6	1550,5	1560,4	70
1554,7	1550,6	1560,6	80
1554,7	1550,7	1560,7	90
1554,8	1550,8	1560,8	10
1554,8	1550,9	1560,9	110
1554,9	1551,9	1561	120

In Curved Bragg grating “ghost” appears - ghost mode and a Bragg resonance (λ_B).

Using the results it is possible to show main parameters of fiber Bragg grating: L grating length, Λ grating period, n_{eff} effective refractive index, α grating coefficient, and for determination of temperature dependency it is required to build mathematic model.

References:

1. Multispectral High Temperature Thermography. Waldemar Wójcik, Vladimir Firago, Andrzej Smolarz, Indira Shedreyeva, Bakhyt Yeraliyeva. Sensors 22 (3), 742
2. Theoretical investigations of the interaction of acoustic apparatus with technological environment working process. IM Bernyk, OF Luhovskyi, W Wójcik, I Shedreyeva, G Karnakova. Przegląd Elektrotechniczny.-2019.-№ 4.-P. 30-35.

IDENTIFICATION OF EPILEPSY BY HIGHER ORDER SPECTRUM AND POWER SPECTRUM PARAMETERS

Tarchani Meriame

Supervisor – cand.techn.sc., assoc.prof. Zhemchuzhkina T.V.
Kharkiv National University of Radio Electronics, BME Dep.,
Kharkiv, Ukraine

tel. +38(099) 566-88-19, e-mail:meriam.tarshani@nure.ua

This work is devoted to calculation of higher order spectra (HOS) features of healthy and epileptic EEG signals. HOS are defined to be spectral representations of higher order cumulants of a random process. Bispectra for different groups of EEG signals were constructed. By these bispectra and power spectra entropy features were calculated. Numerical values of calculated parameters were prepared for construction of mathematical model to cluster EEG data by these parameters on different groups to detect seizure state.

Epilepsy is characterized by the spontaneous and unforeseeable occurrence of seizures, during which the perception or behavior of patients is disturbed. An automatic system that detects seizure onsets would allow patients or the people near them to take appropriate precautions, precautions, and could provide more insight into these phenomena [1].

Higher order spectral (HOS) techniques are advantageous in gaining information about the nonlinear dynamics of a system from observed signals. Epilepsy related information may manifest itself in disturbed distributions of bispectral values indicatives of changes in phase coupling between harmonic modes and changes in the randomness of the EEG signal. Such information was used to defined and extract HOS based features for classification.

HOS and power spectral density (PSD) based features are 1st and 2nd order entropy [1]: $P = -\sum_k p_k \log p_k$, where p_k for PSD entropy: $p_k = \frac{|X_k|^n}{\sum_k |X_k|^n}$, p_k for HOS entropy: $q_k = \frac{|B(f_1, f_2)|^n}{\sum_{\Omega} |B(f_1, f_2)|^n}$, n – order of the entropy.

Five sets (denoted A-E), containing 100 single channel EEG segments of 23.6 s duration, were used for analysis. Sets A and B consisted of segments taken from surface EEG recordings that were carried out on five healthy volunteers using a standardized electrode placement scheme. Volunteers were relaxed in an awake state with eyes open (A) and eyes closed (B). Segments in set D were recorded from within the epileptogenic zone, and those in set C from the hippocampal formation of the opposite hemisphere of the brain. While sets C and D contained only activity measured during seizure free intervals, set E only contained seizure activity. Here segments were selected from all recording sites exhibiting ictal activity [2]. We constructed bispectra [3] and calculated entropy parameters for all signals from this base. Bispectra for EEG signals for different groups are shown in fig.1.

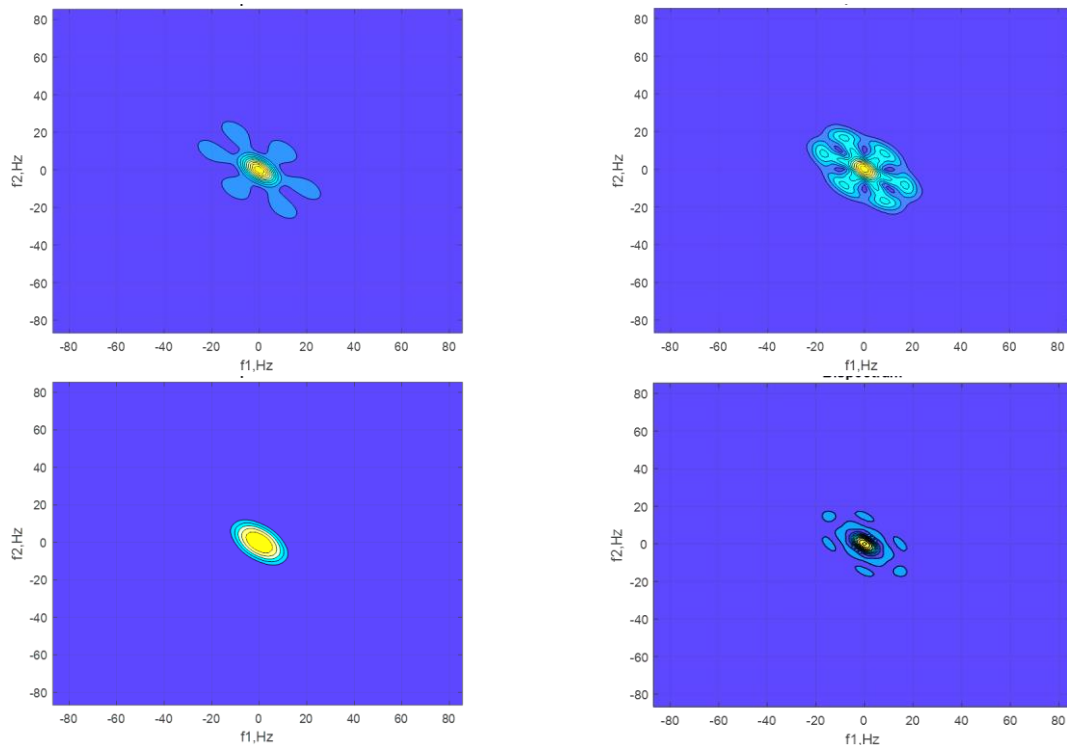


Fig. 1 –Bispectra for healthy with open eyes(top left);healthy with closed eyes (top right); opposite to epileptic zone (bottom left); epileptic zone (bottom right)

Bispectra and PSD were constructed for all EEG signals for all five groups. By bispectra and PSD entropy features of the first and the second order were calculated and saved with reference on group of EEG signal. Thus, it was prepared an array for construction of the model for clustering of EEG data on ictal, pre-ictal or inter-ictal state by values of entropy parameters.

References:

1. Chua, Kuang Chua and Chandran, Vinod and Acharya, Rajendra and Lim, Choo Min (2008) Automatic Identification of Epilepsy by HOS and Power Spectrum parameters using EEG Signals: A comparative study. In Proceedings 30th Annual International IEEE EMBS Conference, pages pp. 3824-3827, Vancouver, Canada.
2. Andrzejak, Ralph & Lehnertz, Klaus & Mormann, Florian & Rieke, Christoph & David, Peter & Elger, Christian. (2002). Indications of nonlinear deterministic and finite-dimensional structures in time series of brain electrical activity: Dependence on recording region and brain state. Physical review. E, Statistical, nonlinear, and soft matter physics. 64. 061907. 10.1103/PhysRevE.64.061907.
3. Zhemchuzhkina T.V. Analysis of higher order spectra of epileptic EEG signals / T.V. Zhemchuzhkina, Tarchani Meriame // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXX міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2022, 19-21 жовтня 2022 р. – Харків : НТУ «ХП», 2022. – С. 878.

UDC 615.47

LUMPED METHOD IN STUDYING THE HEMODYNAMICS OF HUMAN CARDIOVASCULAR SYSTEM

Yassine Sfairi

Scientist supervisor – Dr. Sci. Professor Kateryna Muzyka
Kharkiv National University of Radio Electronics
(61166, Kharkiv, Nauka Avenue, 14, Department of Biomedical
Engineering, phone: (+212-625563058)
e-mail:yassin.sfairi@nure.ua

Electrical analogy (Lumped method) is an easy way to model human cardiovascular system. In this paper Lumped method is used for simulating a complete model. It describes a 42-vessel model and cardiac system of human body with details that could show hydrodynamic parameters of cardiovascular system. this paper includes studying of whole cardiovascular system and modeling different cardiovascular pathologies such as arterial aneurysms or cardiac abnormalities.

Human cardiovascular diseases, which cause the majority of deaths, are the most disastrous health problems in industrialized nations. To analyze cardiovascular system and effects of diseases on it different ways are usable such as lumped model, one, two or three dimensional modeling and experimental methods. In this context, different approaches were used with the goal of providing better understanding and simulation of the blood flow in the human cardiovascular system.

In our model, every blood vessel, atrium, ventricle and set of all capillaries and arterioles have been presented by a block consisting of a resistor, an inducer and a capacitor. Voltage, current, charge, resistance and capacitance in the electronic circuit are respectively equivalent to blood pressure, blood flow, volume, resistance and compliance in the cardiovascular system. Ground potential (reference for voltage measurements) is assumed to be zero as usual. The correlation between electrical characteristics of the system and their mechanical counterparts are as follow:

1mmHg = 1 volt (pressure~ voltage)

1ml/pa = 1000 μ F (compliance~ capacitance)

1 pa.s/ml = 1k Ω (resistance- resistance)

1 pa.s²/ml =1 μ H (inertia ~ inductor)

The initial values were calculated using the classical formulas of lumped parameter modeling as follows [1, 2]

In this simulation, cardiac output and aortic pressure should be 100 (ml/s) and 120-68 mmHg. This was exactly calculated in our circuit.

In this work, we propose a complex system that consists of the method studying of the hemodynamics of the human cardiovascular it means that we have to understand the meaning of hemodynamics and how it works the system

of the hemodynamics of human cardiovascular and we have also to understand the Simulation of the Aorta Artery Aneurysms with an electrical circuit simulation programs and compare the result how it looks like.

The model is capable of showing pressure and volume signals for different arteries throughout carotid to femoral triggered by initial systolic contraction. The result is in complete agreement with experimental observations of physiological text. The experimental data of physiological reference confirm this result for left ventricle variations[3-8].

References:

1. Wang J. Z., Tie B., Welkowitz W., Kostis J., Semmlow J. (1989). Incremental network analogue model of the coronary artery. *Med. Biol. Eng. Comput.* 27 416–422.
2. Pietrabissa R., Mantero S., Marotta T., Menicanti L. (1996). A lumped parameter model to evaluate the fluid dynamics of different coronary bypasses. *Med. Eng. Phys.* 18 477–484.
3. Muzyka, Kateryna. "Current trends in the development of the electrochemiluminescent immunosensors." *Biosensors and Bioelectronics* 54 (2014): 393-407.
4. Г. Б. Халед, А. В. Кукоба, О. М. Білаш, Ю. Т. Жолудов, Д. В. Сніжко, К. М. Музыка. Електрохемілюмінесцентна платформа для твердофазного визначення слідових концентрацій поліциклічних ароматичних вуглеводнів // *Радіотехніка: Всеукр. між-від. наук. -техн. зб.* 192, с. 106 -112 (2018).
5. Y. Zholudov, D. Snizhko, A. Kukoba, H. Bilash, M. Rozhitskii. Aqueous electrochemiluminescence of polycyclic aromatic hydrocarbons immobilized into Langmuir–Blodgett film at the electrode // *Electrochimica Acta*, 54 (2), pp. 360-363 (2008).
6. I. A. Nicholls, K. Adbo et al. Can we rationally design molecularly imprinted polymers // *Analytica Chimica Acta*. 435 (1), pp. 9-18 (2001).
К. М. Музыка, S. Piletsky, M. Rozhitskii. Chapter. 5 MIP-based Voltammetric Sensors. in *Molecularly Imprinted Polymers: A Handbook for Academia and Industry*, Alvarez-Lorenzo C.; iSmithers, UK, pp. 197-228 (2013). (Chapter).
7. К. Музыка. Метод теорії функціонала густини у дослідженні псевдо-іммунологічної специфічності штучного рецептора на меламін // *Східно-європейський журнал передових технологій*. № 5(6), С. 22-26 (2014).
8. К. Музыка. Обчислювальний експеримент в обґрунтуванні вибору функціонального мономеру для синтезу «штучного рецептора» на меламін // *Сенсорна електроніка та мікросистемні технології*. Т. 11(1), с. 33-41 (2014).

АНАЛІЗ ПНЕВМАТИЧНОЇ ПОТУЖНОСТІ ПРИ ДИХАННІ ЛЮДИНИ

Аврунін О. О.

Науковий керівник: старший викладач Онищенко А.А.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. фізики,
м. Харків, Україна

тел. +38(050) 954-80-79, e-mail: oleksandr.avrunin@nure.ua

The possibilities of estimating the pneumatic power during breathing are considered. The comparison of energy characteristics during nasal and oral breathing is described. Own research - rhinomanometry and spirometry was carried out using a device for testing nasal breathing. The rationale for the use of nasal dilators for cardio loads is being carried out.

Зовнішнє дихання – один з найважливіших фізіологічних процесів [1]. Від нього безпосередньо залежить транспортування кисню, без якого не можливі більшість функцій організму людини, зокрема робота м'язів [2]. Завдяки високій індивідуальній варіабельності фізіологічних процесів, доцільно провести оцінку кореляції енергетичних характеристик дихання з роботою м'язів при фізичних навантаженнях. Такі показники не є стандартними для медичних протоколів при процедурах риноманометрії та спірометрії [3].

Метою роботи є аналіз пневматичної потужності при диханні людини і порівняти її з потужністю деяких видів фізичних навантажень людини. Пневматична потужність визначається за формулою [4]

$$N = \Delta p \cdot Q, \quad (1)$$

де Δp – перепад тиску, а Q – витрата повітря при диханні.

Експериментальні дослідження проводились за допомогою пристрою для тестування носового дихання ТНДА [3] у людини чоловічого полу 18 років без виражених захворювань дихальної системи (див. рис 1, б). При цьому проводилось визначення витрати повітря та відповідного перепаду тиску на верхніх дихальних шляхах при форсованому диханні носом та витрати повітря при ротовому диханні з використанням відповідних фізіологічних показників перепаду тиску у легенях. Отримані максимальні значення при носовому диханні 9 кПа перепаду тиску та 0,005 м³/с витрати повітря згідно з формулою (1) дозволили визначити пневматичну потужність у 45 Вт. При ротовому диханні максимальна витрата повітря склала 0,0076 м³/с, що при максимальному фізіологічному перепаду тиску у легенях (40 кПа) складає суттєво більшу величину пневматичної потужності – близько 300 Вт. Якщо провести порівняння потужності, яка розвивається при людиною при типових навантаженнях, наприклад, 200 Вт – ходьба зі швидкістю (7 км/год), 320 Вт – їзда на велосипеді зі швидкістю 20 км/год, 690 Вт – їзда на велосипеді зі швидкістю більш 20 км/год, або

при вітрі, 750 Вт – біг зі швидкістю 9 км/год, а також до 4000 Вт – при силових навантаженнях (наприклад, у важкої атлетиці), то, виходячи з положення, що потужність дихальних м'язів може складати до 10% від загальної потужності м'язів, можна зробити висновок, що стабільне носове дихання забезпечується лише при швидкій ходьбі та не швидкісній їзді на велосипеді, при інших навантаженнях (біг, швидкісна їзда на велосипеді з вітром) велика імовірність переходу на ротове дихання. Тому доцільно використовувати різні назальні розширювачі (див. рис 1, б) для підвищення витрати повітря при більш фізіологічному носовому диханні.



Рисунок 1 – Дослідження за допомогою риноманометра ТНДА (а) та використання назального розширювача (б)

До того ж, наведені види навантажень є тривалими та можуть підтримуватись десятки хвилин і можливий послідовний перехід на ротове дихання. Натомість, короткочасне пікове навантаження при підйомі штанги потребує ротового дихання для відповідного забезпечення тканин киснем. Перспективою роботи є набір статистичних результатів для різних груп та дослідження впливу різних типів назальних розширювачів на показники носового дихання і ефекту втоми при тривалих навантаженнях.

Список використаних джерел:

1. Гриппи М. Патофізіологія легких / М. Гриппи; пер. с англ. – М.: БИНОМ, 2005. – 327 с.
2. Носова Я. В. Особливості функціональної діагностики стану верхніх дихальних шляхів у спортсменів / Я. В. Носова, О. Ю. Прісич, О. Г. Аврунін // Інформатика, управління та штучний інтелект. Тези восьмої міжнародної науково-технічної конференції. – Харків: НТУ "ХПІ", 2021. – С. 101.
3. Аврунін О.Г. Особенности исследования носового дыхания при физических нагрузках / О. Г. Аврунін, Я. В. Носова, С. А. Худаева. Здоров'я нації та вдосконалення фізкультурно-спортивної освіти в Україні: тези доповіді 5-й всеукраїнської науково-практичної конференції. 2018. С. 117–119.
4. Аврунін О.Г., Бодянський Є.В., Семенець В.В., Філатов В.О., Шушляпіна Н. О. Інформаційні технології підтримки прийняття рішень при визначенні порушень носового дихання. Харків : ХНУРЕ, 2018. 132 с. URL: <https://doi.org/10.30837/978-966-659-235-7>

МОБІЛЬНИЙ ЗАСТОСУНОК ДЛЯ РОЗВИТКУ ДРІБНОЇ МОТОРИКИ РУК У ДІТЕЙ

Андрущенко М.Р.¹, Сидоренко З.М.²

¹Науковий керівник – к.т.н. доцент Селіванова К.Г.

¹Харківський національний університет радіоелектроніки, кафедра біомедичної інженерії, м. Харків, Україна

тел. +38 (057)-702-13-64, e-mail: marko.andrushchenko@nure.ua

²Харківський національний університет радіоелектроніки, кафедра безпеки інформаційних технологій, м. Харків, Україна

тел. +38 (057)-702-14-25, e-mail: zoia.sydorenko@nure.ua

An insufficient level of development of fine motor skills or motor disorders is important to detect at an early age of the child because it can lead to disorders in communication, perception of information, mental retardation, etc.

Недостатній рівень розвитку дрібної моторики рук чи розлади моторної сфери важливо виявити у ранньому віці дитини, оскільки це може призвести до порушень у спілкуванні, сприйнятті інформації, психічному розвитку, розумової відсталості та ін. [1]. Доцільно проводити тестування дитини у віці від 3 до 5 років. Однак, у сучасних реаліях зробити це важко через світову пандемію та військовий стан в Україні. Тому, актуальним завданням є розробка саме мобільного застосунку для реалізації тестування в ігровій формі, котрі можуть встановити батьки у себе на смартфоні чи на іншому гаджеті [2]. Саме розробка програми у вигляді мобільних додатків чи застосунків є найкращим варіантом, оскільки такий вид програмного забезпечення має кращий функціонал, дозволяє виконувати процес у будь який зручний час та місці, використовуючи різні цифрові пристрої [3].

Реалізований проєкт надає такі можливості як тестування графічних навичок та дрібної моторики рук у домашніх умовах, а також можливість поширення результатів акредитованим особам (фахівцям) для діагностування порушень і розробки індивідуальної програми тестування.

У мобільному застосунку реалізовані такі екрани:

- екран авторизації;
- екран реєстрації;
- екран із тестами;
- екран із результатами тестування;
- екран із детальною інформацією про тести.

Ці екрани реалізовані у вигляді віджетів, які можна використовувати в інших проєктах. Вони представлені на рис. 1.

Таким чином, впровадження мобільних застосунків чи додатків у спеціалізовані навчальні заклади дошкільної і шкільної освіти, корекційні школи, медичні установи надає можливості автоматизації процесу тестування, впровадити нові авторські ідеї [4-6].

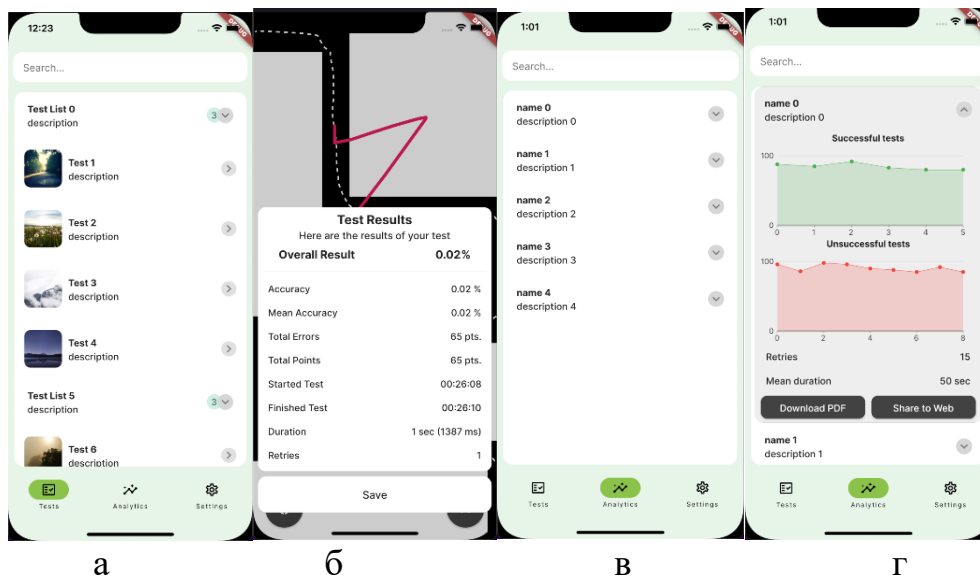


Рисунок 1 – Сторінка перелік тестів (а) та приклад проходження тесту (б) з результатами (в, г)

Список використаних джерел:

1. Селиванова К.Г. Виртуальный тренажер для развития мелкой моторики рук / К.Г. Селиванова, В. Худайбердиев // Актуальные проблемы автоматизации и приборостроения: материалы Всеукр. науч.-техн. конф. – Х.: ФОП Панов А.М., 2016. – С.68–69.

2. Селиванова К.Г. Разработка интерактивных тестов для оценки уровня развития мелкой моторики / К.Г. Селиванова, О.Г. Аврунин, В.В. Семенец // Вісник Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна: Х. 2014. – № 1143, Вип.6. – С. 72-72.

3. Селиванова К. Г. Компьютерная система интерактивного тестирования психомоторики / К. Г. Селиванова // Полиграфические, мультимедийные и web-технологии. Т.1. Тез. Докл. 1-й Международной науч.-техн. конф. – Харьков: ХНУРЭ, 2016. – С. 81-82.

4. Селиванова К.Г. Биотехническая система диагностики состояния мелкого моторного развития / К.Г. Селиванова, Ж.Б. Иванченко, О.Г. Аврунин // Вестник Нац. техн. ун-та "ХПИ": сб. науч. тр. Темат. вып. : Новые решения в современных технологиях. – Харьков: НТУ "ХПИ". – 2015. – № 39 (1148). – С. 78-82.

5. Аврунин О.Г. Разработка метода автоматизированного тестирования мелкой моторики ведущей руки на графическом планшете / О.Г. Аврунин, К.Г. Селиванова // Прикладная радиоэлектроника : науч.-техн. журн. – Х. : ХНУРЭ, 2013. – Т. 12, № 3 – С. 459–465.

6. Селиванова К.Г. Возможности исследования тонкой моторики рук в динамике с помощью графического планшета / К.Г. Селиванова // Сборник материалов докладов «Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы», Биомедсистемы, 2012. – С. 164-166.

УДК 004.94+617.57-77

КОМП'ЮТЕРНЕ ТРИВИМІРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ КОНСТРУЮВАННІ ПЕРСОНАЛІЗОВАНОЇ КИСТІ ЛЮДИНИ

Боцман М.Р.

Науковий керівник – к.т.н., ст. викл. Тимкович М.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. БМІ,
м. Харків, Україна

тел. +38 (057)-702-13-64, e-mail: matvii.botsman@nure.ua.

More and more citizens of Ukraine suffer traumatic injuries as a result of the aggressive war of the Russian Federation. A significant number of such injuries are injuries of the upper limbs, including its loss. The paper considers the necessity of using modern three-dimensional scanning tools for the development of a personalized prosthesis. Further steps in the development of a parameterized prosthesis of a human hand are shown, which will make it possible to develop and manufacture a prosthesis in a short time. Further stages of the work are aimed at the direct development of a method of computer design of a personalized human hand.

Повернення та відновлення функцій опорно-рухового апарату є невід'ємною складовою у сучасному протезуванні. Причинами втрати кінцівки можуть бути як травматичні пошкодження, так і судинні хвороби, інфекції, генетичні патології. За статистикою ВООЗ, близько 25 % людей мають порушення та захворювання опорно-рухового апарату [1]. Ампутація кисті є однією з найпоширеніших операцій у поясі верхніх кінцівок і викликає зниження функціональності руки й наносить психологічну та соціальну шкоду. Актуальність теми протезування досить висока, так як багато людей потребують у протезуванні тих чи інших органів або частин тіла, особливо жорстоку війну російської федерації проти України. На сьогодні існує досить багато технологій та технічних рішень протезування, які мають доволі великий перелік методів кріплення, методів управління та звісно ж велику кількість виконуючих функцій.

Активні протези є найбільш поширеними у використанні через те, що вони міцні, мають високий термін експлуатації, не потребують частого обслуговування та в порівнянні з міоелектричними протезами вони коштують дешевше. Активні протези використовують тросову систему для забезпечення функціональних маніпуляцій кисті. Ремені та кріплення утримують протез, а завдяки рухам плеча або ліктьового суглоба відбувається управління руки.

Протез повинен відповідати якісним та параметричним характеристикам моделювання. До якісних можна віднести: зручність, комфорт, косметичний зовнішній вигляд тощо. У розробці протезів параметричне моделювання відіграє роль підгонки та збалансування

оптимальних розмірів протезу відносно індивідуальних параметрів кінцівки.

Наша робота передбачає розробку універсальної моделі протезу кисті по відсканованим параметрам непошкодженої кінцівки. Наступний крок після сканування – це розробка 3D образу з урахуванням геометричної параметризації [2, 3].

Першочерговий перелік параметрів руки людини (рис.1):

- Ширина кисті. Вимірюється довжина від другого до п'ятого п'ястково-фалангового суглобу;
- Довжина передпліччя. Відстань від ліктьового суглоба до зап'ястя;
- Коло передпліччя. Діаметри від ліктя до зап'ястя з інтервалом вимірювання один сантиметр;
- Коло біцепсу. Діаметр найширшої частини двоголової м'язи плеча.

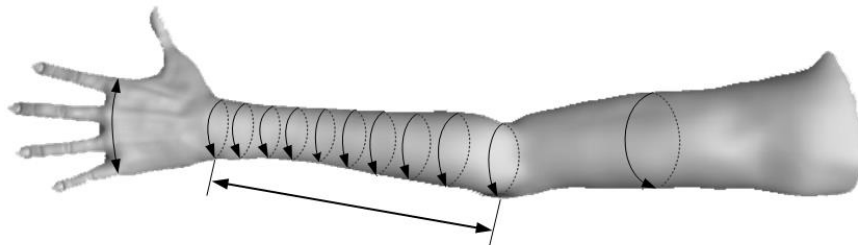


Рисунок 1 – Перелік параметрів руки людини

Методика 3D сканування руки та отримання параметризованої моделі дає можливість прискорити процес виробництва протезів та додає більш точні вимірювання параметрів.

Наступним етапом є дослідження сучасних засобів тривимірного сканування та можливості їх використання в задачі 3D моделювання. Перспективою роботи є впровадження результатів дослідження на практиці.

Список використаних джерел:

1. World Health Organization. Musculoskeletal health. Взято 27 жовтня 2022 з <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>

2. Фильзов М., Тымкович М.Ю. Использование технологии быстрого прототипирования для задач натурального предоперационного планирования и обучения // Актуальні проблеми автоматизації та приладобудування: матеріали 3-ї Всеукр. наук.-техн. конф., 8-9 грудня 2016 р. / ред. кол. П.О. Качанов [та ін.]. – Харків: НТУ "ХПІ", 2016. – С.78-79.

3. Дуденко В.Г., Аврунин О.Г., Тымкович М.Ю., Куринной В.В.. Построение персонализированной анатомической модели диафрагмы человека / Ж. Експериментальна і клінічна медицина. – 2014. – № 2 (63). – С. 68-70.

УДК 621.3:[629.7]

КОМПЛЕКСНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПІЛОТА ПІД ЧАС ПОЛЬОТУ

Буленко О.В.

Науковий керівник – к.т.н., доцент Кухаренко Д.В.
Кременчуцький національний університет імені Михайла
Остроградського, кафедра КІЕ, м. Кременчук, Україна
тел. +38(096) 176-81-93, e-mail: dkuch100@gmail.com

In my opinion, such research methods as ECG (electrocardiogram) – the location of the electrodes presumably in the safety belt in the heart region, EEG (electroencephalogram) – the location of the electrodes in the pilot's helmet and the electromyogram of the pilot's limbs should be introduced into the system of research into the parameters of the pilots' condition during the flight. - location of electrodes in gloves. Thus, the combination of three diagnostic methods will be able to provide an explanation of the aviation event that has occurred and reduce their probability, thanks to the implementation of specialized expert systems that will assist pilots during flights.

У складі транспортної системи України важливе місце належить авіації. Необхідною складовою авіаційного транспорту є аеронавігаційна система (АНС), призначена для ефективного та безпечного виконання польотів. Аеронавігаційна система являє собою складну людино-машинну систему (ЛМС), яка завдяки використанню спеціальних технічних засобів забезпечує організацію повітряного руху безпечним, регулярним та ефективним аеронавігаційним обслуговуванням. Виконання цих вимог за різної інтенсивності та щільності польотів, несприятливих погодніх умов, можливих відмов засобів аеронавігації і впливу людського фактора, є складним завданням, вирішенням якого займаються вчені й авіаційні фахівці протягом усієї історії авіації. Статистичні дані про авіаційні події (АП) за останні десятиліття вказують на домінуючу роль впливу людського фактора на загальну кількість АП, що становить близько 80% [1]. Тому оцінювання, аналіз, прогнозування та підвищення ефективності людського фактора залишаються актуальними. Значна частка АП (49%) припадає на свідомі порушення членами екіпажів повітряних кораблів (ПК) льотних законів, правил та інструкцій [1] та порушення в процесі передпольотної підготовки (42%) [1]. Це свідчить, по-перше, що АНС за принципами функціонування слід вважати соціотехнічними системами (СТС), і по-друге, що саме оптимізація соціально-психологічних факторів як у процесі виконання польоту, так і на стадії передпольотної підготовки обумовлює значні можливості скорочення кількості АП. Отже, вирішення проблеми дослідження параметрів стану пілотів під час польоту та їх колективів в АНС як соціотехнічної системи, є метою цієї роботи. У систему дослідження параметрів стану пілотів під час польоту, на мою думку, треба ввести такі методи дослідження, як ЕКГ (електрокардіограма) – розташування електродів імовірно у паску безпеки в області серця, ЕЕГ (електроенцефалограма) – розташування електродів у шоломі пілота та електроміограма кінцівок пілота – розташування

електродів у рукавицях. Електрокардіографія – це метод діагностики роботи серця, що фіксує коливання електрополя серцевого м'яза. Таке обстеження серця проводиться за допомогою електрокардіографа – апарату з клемами (їх закріплюють на тілі), який зазначає зміни серцевого ритму в різних фазах і виводить їх у вигляді графіка на папір, тобто електрокардіограми. Вивчаючи графік і порівнюючи його з еталоном, лікар визначає, чи нормально працює серцевий м'яз або є якісь перебої. ЕКГ допомагає своєчасно виявити порушення ритмів серця і частоти скорочень, аритмію і пошкодження міокарда. Електроенцефалограма – крива, отримана при реєстрації коливань електричного потенціалу головного мозку через покриви голови. На голову людини одягається спеціальна шапочка з електродами-антенами, з'єднаними з самим приладом. Сигнали, що надходять з кори головного мозку, передаються на електроенцефалограф, який перетворює їх в графічне зображення (хвилі). Це зображення нагадує ритм серця на електрокардіограмі (ЕКГ). Метою дослідження є виявлення епілептичної активності та визначення типу епілептичних припадків; діагностика інтракраніальних осередків ураження (абсцес, пухлини); оцінка електричної активності головного мозку при хворобах обміну речовин, ішемії мозку, його травмах, менінгіті, енцефаліті, порушення розумового розвитку, психічних захворюваннях і лікуванні різними препаратами; оцінка ступеня активності головного мозку, діагностика смерті мозку. ЕЕГ відображає мозаїку активності кори головного мозку, яка у здорової людини відрізняється певною картиною, відповідної гармонії протікання основних нервових процесів в мозку. При патології мозку ця гармонія процесів порушується. ЕЕГ може показати один з основних параметрів роботи нервової системи – властивість ритмічності, яке відображає узгодженість роботи різних структур мозку. Саме ця можливість робить ЕЕГ унікальним і, безумовно, цінним методом діагностики. Електроенцефалографічні обстеження дозволяють розкрити як людський мозок використовує свої функціональні резерви. Електроміографія (ЕМГ) є діагностичною процедурою для оцінки стану м'язів, нервів і нервових клітин, які їх контролюють. Метод допомагає виявити причину таких частих проблем, як м'язова слабкість в кінцівках, порушення чутливості (оніміння і ін.), Або болю, а також дозволяє виявити, з чим вони пов'язані – з патологією спинного мозку, корінців, нервів або м'язів. Таким чином поєднання трьох методів діагностики зможе дати пояснення про авіаційну подію, яка сталася і зменшить їх ймовірність, завдяки впровадженню спеціалізованих експертних систем, які будуть допомагати пілотам під час польотів.

Список використаних джерел:

1. Прийняття рішень оператором аеронавігаційної системи. Режим доступу до ресурсу: https://dspace.nau.edu.ua/bitstream/NAU/26366/1/Монографія_Прийняття%20рішень%20оператором.pdf.

УДК 615.832.9

ЛОКАЛЬНА КРІОТЕРАПІЯ В КЛІНІЧНІЙ ПРАКТИЦІ

Волчкова Л.О.

Науковий керівник - к.психол.н. доцент Кабанцева А.В.

Державний заклад «Науково-практичний медичний реабілітаційно-діагностичний центр Міністерства охорони здоров'я України»

м. Костянтинівка, Донецька обл. Україна

e-mail: rdckonst@ukr.net

Scientific work is devoted to the issues of substantiation of use, the mechanism of action, technique and methodology for applying modern methods of local cryotherapy. The therapeutic effect of cold through the use of water-containing cryoagents for therapeutic purposes has a long history. The end of the 20th century was characterized by the development of new cryogenic carriers, the study of the effect of cold on various body systems, and the discovery of the mechanisms of human adaptation to its action.

В умовах воєнних дій, що супроводжуються збільшенням нервово-психічного напруження, і як наслідок викликає загострення хронічної патології, зокрема примноження м'язових спазмів актуальним виступає застосування інноваційних методів лікування, серед яких метод локальної кріотерапії.

Основні ефекти дії локальної кріотерапії: зняття болю, зменшення запального набряку та ліквідація м'язового спазму. За даними ряду авторів, холод має антигіпоксичну, гемостатичну та репаративну дію [1, 2]. Місцева холодова дія призводить до локального уповільнення обмінних процесів в охолоджених тканинах, зниження потреби та споживання ними кисню [3].

У цей час вважається, що звуження судин під час кріовпливу є першою захисною реакцією на охолодження і спрямоване на збереження тепла, друга захисна реакція – розширення просвіту кровоносних судин, що сприяє посиленому теплоутворенню. Таким чином, після локальної кріотерапії виникає холодова гіперемія, у механізмі якої відіграють роль утворення комплексу судинорозширювальних речовин, зниження м'язового тону, аксон-рефлекси. Ритмічні коливання процесів звуження та розширення судин шкіри запобігають ішемічному пошкодженню тканин.

Вплив кріотерапії на нервово-м'язовий апарат пов'язаний насамперед із збудженням шкірних рецепторів. Тривале охолодження викликає їх гальмування, у зв'язку з чим з'являються і суб'єктивні відчуття: спочатку відчуття холоду, потім печіння та поколювання, далі біль, що змінюється анестезією та аналгезією. Можливість регулювання м'язового тону за допомогою кріотерапії має велике практичне значення. Залежно від

інтенсивності та тривалості кріовпливу можна досягти релаксації м'язів або підвищення їх тонусу.

Кріотерапія сприяє швидкому придушенню активності запального процесу, особливо при гострому запаленні, одночасно відбувається стимуляція процесів регенерації та підвищення загальної резистентності організму.

Ступінь прояву лікувальних впливів кріотерапії залежить від наступних параметрів: інтенсивність, тривалість, динаміка впливу, площа поверхні тіла, часовий інтервал між впливами, а також від характеру патології, індивідуальних особливостей і віку пацієнта. Чим менший час процедури, тим вище тонізуюча здатність кріотерапії. Більш тривала процедура, навпаки, має спазмолітичну дію. Для збереження анагетичного ефекту кріотерапії доцільно повторювати процедури з інтервалом 4-5 год.

Клінічну ефективність даний метод показав у травматології та ортопедії (захворювання та травми м'яких тканин, зв'язок, сухожилів, суглобів та кісток, зокрема: свіжі спортивні травми, травматичні пошкодження опорно-рухового апарату у дітей; постімобілізаційні контрактури; порушення рухових функцій різного генезу); неврології (спастичний гемі-і парепарез, мігрень, невралгія, розсіяний склероз, стан після порушення мозкового кровообігу, вертеброгенна патологія); ревматологія (запальні захворювання суглобів – ревматоїдний, подагричний, псоріатичний артрит; ревматичне ураження м'яких тканин – періартрит, спондилоартрит; дегенеративне захворювання суглобів – остеоартроз I-IV стадій; дерматології та косметології – запальні ексудативні хвороби шкіри, вугровий висип, себорея, atopічний дерматит).

Список використаних джерел:

1. Панченко О.А., Оніщенко В.О., Сердюк І.А. (2018). Кріотерапія в системі оздоровлення та реабілітації. Психосоціальна підтримка осіб з травмою війни: міжнародний досвід та українські реалії: матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції (Маріуполь, 28 лютого 2018 р.). 56-59.

2. Панченко О.А., Радченко С.М., Сердюк І.А. (2017). Психофізіологіческие аспекты гемодинамики при криовоздействии у пациентов с сосудистой патологией. Сучасна система освіти і виховання: досвід минулого - погляд у майбутнє: збірник тез наукових робіт учасників Міжнародної науково-практичної конференції 6-7 жовтня 2017 р. – Київ. 136-137.

3. Панченко О.А., Лях Ю.Є., Оніщенко В.О. (2011). Прогнозування реакції системи терморегуляції на курсовий екстремальний кріовплив. V З'їзд українського біофізичного товариства: тези доповідей. – Луцьк: Волинський національний університет імені Лесі Українки. 108.

УДК 621.3:[616.3]

МЕТОД ДІАГНОСТИКИ ШЛУНКОВО – КИШКОВОГО ТРАКТУ ЗА ДОПОМОГОЮ КАПСУЛЬНОЇ ЕНДОСКОПІЇ

Волков А.В.

Науковий керівник – к.т.н., доцент Кухаренко Д.В.
Кременчуцький національний університет імені Михайла
Остроградського, кафедра КІЕ, м. Кременчук, Україна
тел. +38(096) 176-81-93, e-mail: dkuch100@gmail.com

The design of the capsule for endoscopy for the chamber is equipped with two additional cameras on the cob and in the end and with a MEMS sensor (accelerometer, gyroscope and magnetometer, so that the battery does not work), to ensure the selection of additional information about the small image of the frontal image of the capsule at the moment of the capsule , and th panoramic. Also, the grain of the capsule can help the survivors to carefully look at the pathology and growth of the lice. For which it is possible to use an electroactive polymer, which, under the influence of an electric strum, will increase the capsule in rosemary.

Капсульна ендоскопія – сучасний малоінвазивний метод обстеження шлунково-кишкового тракту (ШКТ) з використанням спеціальної ендоскопічної капсули, здатної передавати відеосигнал. Подібний спосіб дослідження травної системи є аналогом ендоскопічного дослідження і може бути використаний в тих випадках, коли повноцінна фіброгастродуоденоскопія неможлива у конкретного пацієнта. Капсульна ендоскопія шлунка дозволяє оцінити стан слизової оболонки органу, а так само виявити підозрілі доброякісні і злоякісні новоутворення.

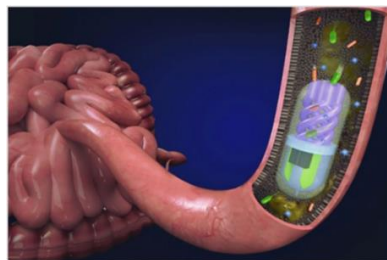


Рисунок 1 – Схематичне зображення капсульної ендоскопії

Відеоендоскопія з використанням капсули – процедура візуального обстеження шлунка та відділів кишечника. Пацієнт ковтає капсулу, після чого та самостійно просувається по шлунково-кишковому тракту, відправляючи на комп'ютер лікаря зображення та відео з можливістю налаштування кількості кадрів в секунду. Даний метод часто обирається самими пацієнтами, так як повністю безпечний і непов'язаний з неприємними відчуттями, на відміну від різновидів гастроскопії. Капсульна ендоскопія показана при наявності у хворого больового синдрому у верхній частині живота або в навколупупкової області без встановленої причини. Крім цього, процедуру використовують у таких

ситуаціях: підозра на внутрішньо кишкову кровотечу при неможливості проведення ендоскопічного дослідження. У цьому випадку за допомогою капсули можна швидко виявити рівень і джерело кровотечі. Запальні захворювання травного тракту (гастрит, ентерит тощо). Клінічна картина доброякісних або злоякісних новоутворень в органах травного тракту. Хвороба Крона з ураженням кишечника і шлунка на будь-якому рівні, а також можливість контролю ефективності захворювань даних органів.

Капсульна відеоендоскопія дозволяє якісно дослідити стан органів ШКТ. При цьому методу виділяють як певні переваги, що виділяють його серед аналогічних методів, так і недоліки, лімітуючі застосування. Основні позитивні сторони процедури наступні: низький ризик розвитку побічних ефектів і відсутність травмування внутрішніх органів. Відеокамера має невеликий розмір і не здатна пошкодити стінку шлунка або кишечника при дотриманні показань і протипоказань до обстеження. Метод безболісний і непов'язаний з дискомфортом, характерним для будь-якого ендоскопічного методу. Малі витрати часу у зв'язку з можливістю відходу пацієнта з лікувального закладу. Людині необхідно повернутися до свого лікаря через 10-12 годин після проковтування капсули. Не вимагається застосування наркозу, який може знадобитися при колоноскопії та інших подібних процедурах. Відеокапсула краще всього підходить для дослідження довгого тонкого кишечника. Ендоскопічне обстеження не завжди можливо в зв'язку з фізичною нездатністю ендоскопа обстежити кишку такої протяжності. Використовувана відеокапсула одноразова, що знижує ризик передачі між пацієнтами інфекцій (гепатит В, ВІЛ тощо). Капсульна відеоендоскопія – популярний і ефективний метод обстеження органів ШКТ з низьким ризиком розвитку ускладнень і дискомфорту у пацієнта. Дотримання показань і протипоказань до дослідження дозволяє вибирати тільки тих хворих, у яких дана процедура покаже найвищу безпеку і ефективність. Призначення капсульного обстеження повинно проводитися тільки після консультації у лікаря. Запропонована конструкція капсули для ендоскопії з акумулятором і додатковим камерами на початку і в кінці та MEMS-сенсором (акселерометр, гіроскоп, магнітометр, що не завдасть шкоди акумулятору), забезпечить збір додаткової інформації про місцезнаходження капсули в момент кадру та зображенням не тільки фронтальної картини, а й панорамної. Також зупинка капсули може допомогти дослідникам уважно оглянути патологію та зробити висновок. Для цього можна використати електроактивний полімер, який піддіє електричного струму буде збільшувати капсулу в розмірі.

Список використаних джерел:

1. Капсульна ендоскопія: показання, проведення, недоліки. Режим доступу до ресурсу: <https://ihealth.in.ua/diagnostika/kapsylna-endoskopiia-pokazannia-provedennia-nedoliki.html>.

УДК 004.89+617-089

ВИКОРИСТАННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ ЗГОРТКОВОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ДЕТЕКТУВАННЯ ХІРУРГІЧНОГО ІНСТРУМЕНТУ ПРИ ЛАПАРОСКОПІЧНИХ ВТРУЧАННЯХ

Гришков О.П.¹, Тимкович М.Ю.²

Науковий керівник – д.т.н., професор Аврунін О.Г.²

¹Ганноверський університет імені Готфріда Вільгельма Лейбніца, Інститут квантової оптики, м. Ганновер, Німеччина

²Харківський національний університет радіоелектроніки, кафедра біомедичної інженерії, м. Харків, Україна

тел. +38 (057)-702-13-64, e-mail: maksym.tymkovych@nure.ua.

The paper analyzes the current state in the field of laparoscopy. The necessity of developing methods and means of automated surgical interventions and analyzing the quality of their work is shown. One of the stages of this technology should be methods of detecting a surgical instrument. For this purpose, a dataset was prepared for training and testing a convolutional neural network. Based on these data, such a convolutional network was trained and tested. The obtained results indicate the sufficient efficiency of such a network and require further research. The perspective of the work is the use of the obtained results in practice.

Хірургія є однією з найбільш відповідальних областей діяльності людини. Проведення хірургічного втручання, та його аналіз є складним процесом, який потребує широкого кола знань, навичок та умінь. Сучасні технології в багатьох ситуаціях не дозволяють проводити повністю автономні хірургічні втручання, з використанням роботизованих медичних систем. Тому розробка методів та засобів автоматизованого аналізу сцени хірургічного втручання є актуальною задачею загалом, і в лапароскопії зокрема є важливим завданням [1-2]. Так детектування хірургічного інструменту є важливою складовою для організації візуального зворотного зв'язку.

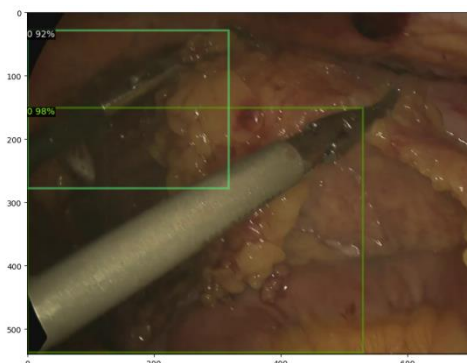


Рисунок 1 – Результат роботи згорткової нейронної мережі

З цією метою було підготовлено анотований набір даних як для тренування та навчання. Набір для навчання включав 126 RGB зображень з однієї відео послідовності у якій проводили лапароскопічну передню резекцію. А тестовий набір даних включав 83 RGB зображення з іншої відепослідовності у якій проводили тотальну лапароскопічну гістеректомію та лімфаденектомію. На їх основі було проведено навчання згорткової нейронної мережі [3-5] з детектування положення хірургічного інструменту. Результат її роботи наведено на рис. 1.

Як видно з рис. 1, детектування проводиться досить точно, але слід враховувати можливі неточності. Окрім того слід провести аналіз щодо кількісних показників мережі, а особливо її генералізованість широкої варіативності хірургічних маніпуляторів.

В результаті проведеного дослідження було підготовлено спеціалізовані набори лапароскопічних зображень для навчання згорткової нейронної мережі, так і для тестування. Було проведено навчання мережі, що до детектування хірургічного інструменту на лапароскопічному зображенні. Попередні результати, на обмеженому наборі даних, свідчать про достатні показники функції втрат (~10%).

Перспективою роботи є впровадження отриманих результатів у засоби автоматизованого аналізу процесу проведення хірургічних втручань.

Список використаних джерел:

1. Тымкович М.Ю. Оптимизация нейрохирургических доступов с использованием цифрового атласа внутримозговых структур / О.Г. Аврунин, М.Ю. Тымкович // «Вісник НТУ «ХПІ» Серія «Нові рішення в сучасних технологіях». – 2015. – № 39 (1148). – С. 63 – 67.

2. Selivanova KG, Avrunin OG, Tymkovych MY, Manhora TV, Oleh S, Bezverkhyi OS, et al. 3D visualization of human body internal structures surface during stereo-endoscopic operations using computer vision techniques. *Przeglad Elektrotechniczny*. 2021;97(9):30–3. <https://doi.org/10.15199/48.2021.09.06>

3. Avrunin, O. G., Tymkovych, M. Y. and Moskovko, S. P., "Using a priori data for segmentation anatomical structures of the brain," *Przeglad Elektrotechniczny*, 3, 102-105 (2017).

4. Tymkovych M., Gryshkov O., Selivanova K., Mutsenko V., Avrunin O., Glasmacher B.. Application of Artificial Neural Networks for Analysis of Ice Recrystallization Process for Cryopreservation, *IFMBE Proceedings*, 80 (2021), 102-111. doi:10.1007/978-3-030-64610-3_13.

5. M. Tymkovych, K. Selivanova, O. Avrunin and O. Gryshkov, "Detection of Chest Deviation During Breathing Using a Depth Camera," *2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*, 2021, pp. 85-88, doi: 10.1109/PICST54195.2021.9772111.

УДК 616.001/615.8

МЕТОДИ РЕАБІЛІТАЦІЇ ДІТЕЙ З ТРАВМАМИ КОЛІННОГО СУГЛОБУ

Гуменюк В.В.

Науковий керівник – к.психол.н. доцент Кабанцева А.В.

Державний заклад «Науково-практичний медичний реабілітаційно-діагностичний центр Міністерства охорони здоров'я України»

м. Костянтинівка, Донецької обл., Україна

e-mail: rdckonst@ukr.net

Injuries in children remain one of the leading medical and social problems due to the high prevalence of injuries and their impact on the level of mortality and disability in the child population. Various types of knee joint injuries in childhood require a carefully differentiated approach to both diagnosis and treatment, especially when it comes to intra-articular injuries, when there is a high probability of complications leading to joint dysfunction. A special place is occupied by the technologies of local air cryotherapy.

Травматизм у дітей залишається однією з провідних медико-соціальних проблем унаслідок високої поширеності травм та їх впливу на рівень смертності та інвалідності дитячого населення. Він посідає друге місце у структурі загальної захворюваності дітей, складаючи 6-8%.

Алгоритм клінічної реабілітації дітей із травмами колінного суглоба передбачає як усунення структурних ушкоджень, запальної реакції суглоба на травматичний вплив, а й повне відновлення функції кінцівки з метою мінімізації ризику виникнення рецидивуючого синовіту, нестабільності, контрактури ушкодженого суглоба.

У цей час фізичні методи широко застосовуються на різних етапах клінічної реабілітації дітей із травматичними ушкодженнями колінного суглоба. Ефективно використовуються наступні групи фізіотерапевтичних методів: протизапальні (електричне поле ультрависокої частоти, електромагнітні хвилі сантиметрового діапазону), репаративно-регенеративні (низькоінтенсивне лазерне випромінювання інфрачервоного діапазону, ультрафіолетове, інфрачервоне випромінювання), фібротрофічні (високочастотна магнітотерапія, пелоїдотерапія, ультразвукова терапія; ультрафонофорез, лікарський електрофорез ферментів) [1, 2].

Водночас наразі вивчено механізм дії та встановлено терапевтичну ефективність низки інноваційних технологій клінічної реабілітації при травматичних ушкодженнях у дітей, які рекомендуються для широкого впровадження у клінічну практику медичних організацій.

Особливе місце займають технології, що застосовуються у ранній післяопераційний період. Основними завданнями клінічної медичної реабілітації на цьому етапі є усунення післяопераційного набряку та

застійних явищ у тканинах, корекція судинних порушень, активація інтерстиціального обміну. Комплекс лікувальних заходів включає застосування локальної повітряної кріотерапії вже у першу післяопераційну добу. Основні ефекти дії кріотерапії (КТ) – зняття болю, зменшення запального набряку та ліквідація м'язового спазму. Дані літератури свідчать про антигіпоксичну, гемостатичну та репаративну дію холоду. Місцева холодова дія призводить до локального уповільнення обмінних процесів в охолоджених тканинах, зниження потреби та споживання ними кисню. КТ сприяє швидкому придушенню активності запального процесу одночасно стимулюючи процеси регенерації. Протизапальна дія пов'язана з аналгетичним ефектом, що розвивається внаслідок «блокування» больових рецепторів шкіри та аксонрефлексів, нормалізації антидромної збудливості нейронів спинного мозку, участі ендогенних опіоїдів, а також покращення судинного тону [3].

Обладнання для локальної повітряної кріотерапії генерує потік холодного повітря з температурою від мінус 30 до мінус 60 °С. Сухе холодне повітря, на відміну від інших холодоагентів, дозволяє уникнути обморожень внаслідок відсутності тиску на тканину, короткочасності впливу; має більш виражений міорелаксуючий та аналгетичний ефект; виключає пошкодження та мікротравми шкіри; дозволяє впливати на ділянки з пошкодженням цілісності шкірних покривів, які не доступні для інших холодоагентів.

Список використаних джерел:

1. Панченко О.А. Клінічна реабілітація та абілітація: сучасний стан проблематики. Медико-психологічні аспекти реабілітації й абілітації в епоху турбулентності: збірник наукових праць XVI науково-практичної конференції з міжнародною участю (Костянтинівка, Донецька обл., 21 жовтня 2021 р.) / За заг. ред. Заслуженого лікаря України, проф. О.А. Панченка. Київ: КВІЦ, 2021. С. 219-224.
2. Panchenko Oleg, Sliwinski Zbigniew, Kabantseva Anastasiia, Tsapro Nataliia. Collaboration of specialists in the rehabilitation of spine pathology. *Fizjoterapia polska*. Agencja Wydawnicza Medsportpress, 2021. 4(21). P. 96-102.
3. Панченко О.А., Оніщенко В.О., Сердюк І.А. Клініко-функціональна оцінка ефективності методу загальної екстремальної аерокріотерапії в лікуванні дегенеративно-дистрофічних захворювань хребта. *Український журнал медицини біології та спорту*. Миколаїв. 2019, №4 (20). С. 109-114. DOI: 10. 28693/jmbs04.04.109

УДК 797.2:612.2

ВИВЧЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ АЕРОБНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПЛАВЦІВ

Гуменний В. С.

Викладач, кандидат наук з фізичного виховання та спорту
Кременчуцький льотний коледж Харківського національного університету
внутрішніх справ, м. Кременчук, Україна
тел. +38(098)891-64-48, e-mail: vitos2009s55@gmail.com

Галата О. В.

Викладач, Кременчуцький льотний коледж Харківського національного
університету внутрішніх справ, м. Кременчук, Україна
тел. +38(096)422-65-09, e-mail: galatao827@gmail.com

Ложченко О. В.

Викладач, Кременчуцький льотний коледж Харківського національного
університету внутрішніх справ, м. Кременчук, Україна
тел. +38(096)151-66-37, e-mail: lozchenko.2017@gmail.com

Нечіпорук І. І.

Здобувач освіти, Кременчуцький льотний коледж Харківського
національного університету внутрішніх справ, м. Кременчук, Україна
тел. +38(093)935-16-22, e-mail: ivannich2611@gmail.com

The value of aerobic productivity can serve as an integral indicator of the functional reserve of the swimmers' body. An increase in the range of physiological reserves and great opportunities for their mobilization are provided by the development of endurance. Aerobic endurance depends on the functional capabilities of the oxygen transport system, which ensures the absorption of oxygen from the air and its transport to the working skeletal muscles and other active organs and tissues, and the utilization of oxygen in the muscles from the blood. One of the limiting factors of oxygen consumption is the myocardial contraction capacity, since the oxygen demand of working skeletal muscles is greater than the heart's ability to supply oxygen.

Найбільша ефективність тренувань плавців проявляється на рівні порогу анаеробного обміну (ПАНО), причому, позитивний вплив на аеробну продуктивність навантажень інтенсивністю близькою ПАНО може проявитися при тривалості занять 10–12 хвилин [4, с. 85–88; 5, с. 33–39].

При фізичних навантаженнях важливими детермінантами транспорту кисню є показник хвилинного об'єму кровотоку (ХОК), від якого на 50 % залежить величина максимального споживання кисню (МСК). Величина ХОК, у свою чергу, лімітується величиною систолічного об'єму крові, який обумовлений потужністю роботи серця. При цьому, збільшивши максимальний систолічний об'єм крові за рахунок фізіологічної гіпертрофії міокарда та дилатації порожнин серця, можна зменшити обмежуючу роль ХОК. Тому вважають, що підвищення величини МСК

шляхом збільшення максимальної величини систолічного об'єму крові обмежене, адже фізіологічна гіпертрофія та дилатація порожнин серця відбувається до певного рівня, після чого подальше їх зростання вже вважається як патологічне явище, що супроводжується значним зниженням аеробної продуктивності організму [2, с. 144–148].

Науковцями доведено, що систематичні тренування, спрямовані на удосконалення витривалості, призводять до зростання показників МСК та порогу анаеробного обміну, який теж характеризує аеробну продуктивність, оскільки визначає інтенсивність фізичного навантаження, вище якого в людини розвивається метаболічний ацидоз. Якщо рівень максимального споживання кисню (VO^2_{max}) під впливом тренувань збільшується в середньому на 20–30 %, то ПАНО – на 40–50 % [3, с. 85–88]. Межі зростання показників аеробної продуктивності є генетично детермінованими.

Максимальне споживання кисню як показник найвищої інтенсивності метаболізму в аеробній системі енергозабезпечення значною мірою визначається віком та статтю спортсмена. По мірі розвитку дитини рівень VO^2_{max} постійно зростає. У хлопців збільшення VO^2_{max} продовжується до 20 і більше років, особливо інтенсивно у віці 13–17 років. У дівчат картина дещо інша: вже у віці 14–15 років у них відмічається найвищий рівень VO^2_{max} , який у подальшому може навіть знизитися.

Різниця у рівні VO^2_{max} між хлопцями та дівчатами вже відмічається у віці 6–7 років, але вона відносно невелика. Так у віці 13–15 років у хлопців VO^2_{max} вже на 13–16 % вище, ніж у дівчат, а у дорослих ця різниця досягає 32 %. Навіть з урахуванням чистої маси тіла, різниця між чоловіками і жінками, дуже велика і досягає 18–20 % [1, с. 24–34].

У підлітків 13–15 років, як і у дорослих, відмічається лінійна залежність між серцевим викидом і рівнем споживання кисню. Об'єм серця та рівень VO^2_{max} знаходяться у прямій залежності від етапів статевого дозрівання. Збільшення VO^2_{max} з віком практично знаходиться у прямій залежності від збільшення м'язової маси, що характерно як для хлопців, так і для дівчат.

Більша різниця у рівні VO^2_{max} у чоловіків і жінок обумовлюється низкою причин. У чоловіків значно вище відношення маси серця до маси тіла: середній показник у жінок складає 85–90 % показника чоловіків. У чоловіків 20–30 років на 15 % вище вміст гемоглобіну в 100 мл крові та на 6 % більше еритроцитів на 1 мм^3 у порівнянні з жінками такого ж віку.

Також у жінок значно нижчі показники серцевого викиду – вони складають 75–80 % показників, які характерні для чоловіків.

Діти, у порівнянні із дорослими, відрізняються значно більшою рухливістю аеробної системи енергозабезпечення. При тривалій роботі аеробного характеру з інтенсивністю 60–70 % рівня VO^2_{max} зазвичай

через 10–15 хвилин досягається стійкий стан за показниками легеневої вентиляції, ЧСС і споживання кисню.

Зниження рівня VO^2_{max} з віком компенсується підвищенням можливостей інших факторів функціональної підготовленості. Так, у чоловіків 25–30 років зниження VO^2_{max} супроводжується збільшенням ємності та ефективності аеробного процесу.

Висновок. Статеві та вікові особливості аеробної продуктивності організму плавців існують, їх необхідно враховувати в тренувальному процесі. Унаслідок тренувань в аеробному режимі енергозабезпечення в осіб жіночої статі відбувається більший приріст показників аеробної продуктивності, ніж у представників чоловічої статі. При цьому тривалість збереження кумулятивного аеробного тренувального ефекту після припинення занять становить від 8 до 16 тижнів.

Список використаних джерел:

1. Бар-Ор О. Здоров'я дітей та рухова активність : від фізіологічних основ до практичного застосування. Пер. с англ. І. Андреев. – К. : Олімп. літ. 2009. 528 с.
2. Грибан В. Г. Валеологія : підручник. Київ : Центр навч. літ. 2012. 342 с.
3. Драницин О. В. Зміна площі еритроцитів у спортсменів високої кваліфікації під дією фізичного навантаження. Експериментальна та клінічна фізіологія і біохімія. 2003. № 4. С. 85–88.
4. Спортивне плавання : шлях до успіху. Під ред. В. М. Платонова в 2 кн. К. : Олімп. літ. 2011. С. 315–319.
5. Ткаченко Л. М. Реакції дихання та кровообігу на м'язове навантаження та їх зв'язок з автономною нервовою системою. Фізіологічний журнал. 2000. Т. 46. № 4. С. 33–39.

УДК [796.325+796.01265]

ІНТЕГРАЛЬНІ ВПРАВИ НА ЗАННЯТТЯХ З ВОЛЕЙБОЛУ – ЯК МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ СПОРТИВНОЇ МАЙСТЕРНОСТІ

Гуменний В. С.

Викладач, кандидат наук з фізичного виховання та спорту
Кременчуцький льотний коледж Харківського національного університету
внутрішніх справ, м. Кременчук, Україна
тел. +38(098)891-64-48, e-mail: vitos2009s55@gmail.com

Галата О. В.

Викладач, Кременчуцький льотний коледж Харківського національного
університету внутрішніх справ, м. Кременчук, Україна
тел. +38(096)422-65-09, e-mail: galatao827@gmail.com

Ложченко О. В.

Викладач, Кременчуцький льотний коледж Харківського національного
університету внутрішніх справ, м. Кременчук, Україна
тел. +38(096)151-66-37, e-mail: lozchenko.2017@gmail.com

Нечіпорук І. І.

Здобувач освіти, Кременчуцький льотний коледж Харківського
національного університету внутрішніх справ, м. Кременчук, Україна
тел. +38(093)935-65-16-22, e-mail: ivannich2611@gmail.com

Successful learning of the elements of volleyball is quite difficult to develop for those who have different sports qualifications. Research shows that the predominant separate teaching of technical elements, as well as the traditional organization of classes (performing exercises, standing sideways to the net, in pairs), do not contribute to the strength of the formation of technical and tactical skills. There is a need for a non-standard approach in the teaching of volleyball program material. Integral training can be considered as a rational method for the formation of knowledge, abilities and skills that are necessary in educational and future professional activities.

У даний час у фізичному вихованні все активніше здійснюється конверсія спортивних технологій [4, с. 44]. Отже, закономірним є те, що в процесі проведення навчальних занять з ігрових видів спорту викладачами широко використовуються інтегральні вправи, які складають основу спортивного тренування [1, с. 138–140; 3, с. 412–414].

Передбачається, що використання вправ інтегрального характеру на заняттях з волейболу ефективно вплинуть на техніко-тактичну підготовленість здобувачів освіти. Але лише експериментальним шляхом можливо встановити наскільки успішним є оволодіння елементів волейболу при інтегральній спрямованості занять у порівнянні зі звичайними, де розділене навчання за технікою, тактикою, фізичною підготовкою [2, с. 87; 5, с. 12–14].

У навчальному експерименті прийняли участь здобувачі освіти Кременчуцького льотного коледжу Харківського національного університету внутрішніх справ. У контрольній групі досліджувалися 17 здобувачів освіти, в експериментальній групі – 16.

Навчальний процес у контрольній та експериментальній групах відрізнявся організаційною побудовою занять. В експериментальній групі передбачалося повздовжнє розміщення здобувачів освіти на майданчику, тобто обличчям (або спиною) до сітки, та, як правило, усі вправи виконувалися «на сітку» у трійках та четвірках. В експериментальній групі (Е) вправи з удосконалення техніки узгоджувалися із груповими тактичними діями студентів.

У контрольній групі (К) заняття проводилися за роздільною методикою, тобто на початку окремо вивчалися та вдосконалювалися технічні прийоми, потім проводилося навчання тактичним умінням.

Процес навчання в обох групах проходив на протязі 4-х місяців у два етапи. На першому етапі (2 місяці) проходило навчання та удосконалення прийому м'яча знизу, передача зверху. На другому етапі (2 місяці) проводилося навчання та вдосконалення верхньої прямої подачі та прямого нападаючого удару.

Необхідно звернути увагу на наступні аспекти. Під час інтегральної підготовки виникає необхідність групового оцінювання дій, а в груповому тесті оцінити дії окремого гравця. Зазначимо також те, що у навчальному процесі має місце необхідність розробки та застосування таких інтегральних вправ, які б сприяли не лише покращенню техніко-тактичної підготовленості, але й впливали б на розвиток колективізму, самоаналізу, самонавчання.

Порівняльний аналіз результатів застосування традиційної методики та методики інтегральної спрямованості представлені на рис. 1.

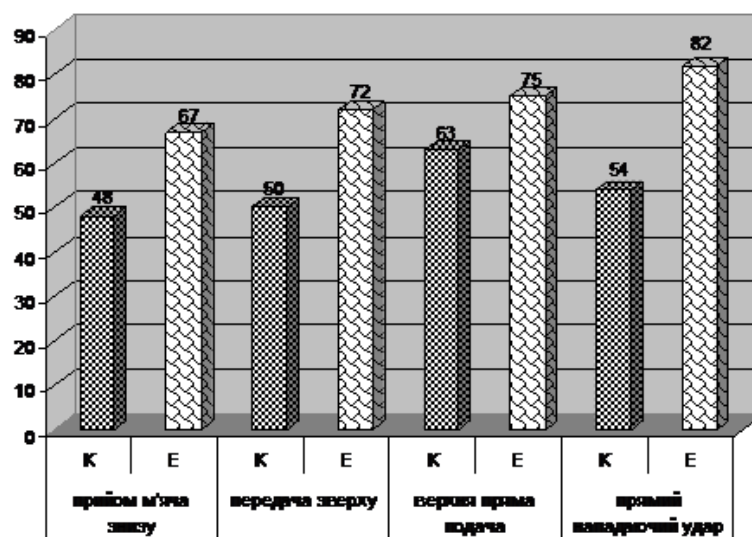


Рис. 1. Рівні формування у здобувачів освіти умień і навичків із застосуванням різних методик (%).

Як видно із рис. 1, рівень умінь та навичок у експериментальної групи вищі, ніж у здобувачів освіти контрольної групи за всіма показниками: подачі, прийому, передачі, нападаючого удару.

Слід зазначити наявність зв'язків між уміннями виконувати елементи волейболу у групі та навичками ведення командних дій, що підтверджує позитивний вплив інтегральної підготовки не лише на засвоєння технічних елементів, але і у вільне, впевнене їх оволодіння в ігровій діяльності, що постійно змінюється.

Висновки. Вправи інтегрального характеру позитивно впливають на міцність засвоєння здобуваачми освіти експериментальної групи елементів волейболу: подачі, прийому, передачі, нападаючого удару. Спостерігається ріст рівня ігрового мислення у процесі проведення змагань.

Наші подальші дослідження будуть спрямовані на розробку більш ефективних групових вправ та методів тестування.

Список використаних джерел:

1. Вознюк Т. В., Ковальчук А. А., Ковальчук О. В. Волейбол у закладах вищої освіти : навчальний посібник. Вінниця : ТОВ «Твори» 2019. 280 с.
2. Дубенчук А. І. Волейбол. Х. : Ранок. 2008. –112 с.
3. Костюкевич В. М. Теорія і методика спортивної підготовки. Навчальний посібник. Вінниця : Планер. 2014. 616 с.
4. Прозар М. В., Козак Є. П. Теорія і методика викладання спортивних ігор (волейбол): навчальний посібник. Кам'янець-Подільський : ТОВ «Друкарня Рута». 2015. 234 с.
5. Пустовалов В. О. Волейбол (теорія і методика навчання) : навчально-методичний посібник. Черкаси. 2011. 65 с.

УДК 621.3:[612.1]

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ МОНІТОРИНГУ АРТЕРІАЛЬНОГО ТИСКУ

Довженко В.Ю.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Кухаренко Д.В.

Кременчуцький національний університет імені Михайла

Остроградського, каф. КІЕ,

м. Кременчук, Україна

тел. +38(096) 176-81-93, e-mail: dkuch100@gmail.com

In Ukraine, heart disease is the main cause of death in the population. For this show, our country is deprived of one of the leaders of the world. The main of the most important factors are those that a large percentage of deaths in heart and vascular diseases are found in diagnosing ailments already at the advanced stages of development. The oscillometric method and the Peñaz method were selected from the methods of vimiryuvannya arterial pressure. These methods are the most common to permanent non-invasive suppression of the arterial pressure, even if they give the opportunity to change the human factor in the registration process, which allows reducing the suppression of the suppression.

Серцево-судинні захворювання, переважно ішемічна хвороба серця та інсульт, є основними причинами смертності й одними з основних факторів інвалідності в усьому світі. Такі висновки отримані з дослідження Глобального тягаря хвороб (GBD – Global Burden of Disease) за 2019 рік.

Тягар серцево-судинних захворювань продовжує зростати протягом десятиліть майже у всіх країнах із середнім і низьким рівнем доходу. Викликає тривогу і той факт, що стандартизований за віком показник серцево-судинних захворювань почав рости в деяких країнах із високим рівнем доходу, де раніше він знижувався. Виявлення випадків серцево-судинних захворювань майже подвоїлося з 271 мільйона в 1990 році до 523 мільйонів у 2019 році, а кількість смертей від серцево-судинних захворювань неухильно збільшувалася з 12,1 мільйона в 1990 році до 18,6 мільйона у 2019 році [1]. В Україні серцево-судинні захворювання є головною причиною смертності населення. За цим показником наша країна лишається одним зі світових лідерів. Основним із найважливіших факторів є те, що великий процент смертності від серцево-судинних захворювань полягає у діагностуванні хвороби вже на пізніх стадіях її розвитку. Наприклад, поширеність артеріальної гіпертензії серед дорослого населення України становить 35% [2] і така хвороба в багатьох випадках не може бути виявленою при відвідуванні лікаря (так звана гіпертонія білого халата). Саме неперервне вимірювання артеріального тиску призводить до поліпшення прогностичного значення цієї хвороби, і виявляє велику діагностичну цінність моніторингу артеріального тиску. Також зараз, в умовах пандемії гостро постало питання потреби сучасного пристрою для вимірювання показників серцево-судинної системи в домашніх умовах. Такою інновацією є неінвазивні пристрої неперервного

моніторингу артеріального тиску. Метод неінвазивного виміру артеріального тиску (АТ) – метод розвантаженої артерії, запропонований Пенъязом [3]. Цей принцип заснований на безперервній оцінці об'єму судин пальця по фотоплетизмографічному сигналу і електропневматичній системі, що стежить, що створює тиск, що протидіє зміні діаметра проходять під манжетою артеріальних судин у пальці руки. У цьому випадку забезпечується сталість фотоплетизмографічного сигналу на заданому рівні, а тиск у манжеті повторює тиск крові в артеріях пальця.

У цьому випадку забезпечується сталість фотоплетизмографічного сигналу на заданому рівні, а тиск у манжеті повторює тиск крові в артеріях пальця. Відомі також пристрої, функції яких входить безперервний неінвазивний вимір АТ в кровеносних судинах пальців руки, заснований на методі розвантаженої артерії. При роботі цих пристроїв на одну з фаланг пальця руки створюється зовнішній тиск, і одночасно на цій ділянці тіла реєструється фотоплетизмограма. Зовнішній тиск створюється пальцевою манжетою, а фотоплетизмограма реєструється за допомогою оптоелементів, вбудованих у корпус манжети. Однак вимір АТ проводиться на периферичній ділянці артерії. Абсолютні значення тиску змінюються при видаленні місця вимірювання від серця, отже абсолютні значення тиску в пальці відрізняються від тиску в плечі. Зазвичай, систолічний АД підвищується, тоді як діастолічний АТ знижується, за збереження відносного зміни тиску. Відомий метод аппланаційної тонометрії. В даному випадку манжета розташовується на зап'ясті і містить датчик тонометра над променевою артерією. Датчик притискає артерію до променевої кістки настільки, щоб достатньо її стиснути, зробити контакт з її стінкою плоским (але не перетиснути до оклюзії). Потім через стінки судини за допомогою датчиків тиску реєструються пульсові зміни артеріального тиску. Величина тиску, необхідна для того, щоб ущільнити, але не закрити артерію, відома як "робоче зусилля притиску" і розраховується за досить складним алгоритмом, який включає попередні оцінки систолічного АД, діастолічного АТ і пульсового тисків. Для вимірювання АТ може використовуватися як вихідний параметр швидкість поширення пульсової хвилі, що є функцією артеріального тиску. Даний метод полягає в тому, що обчислення АТ на кожному серцевому скороченні засноване на часі поширення пульсової хвилі, що визначається з електрокардіографією та фотоплетизмографічним сигналом з частини тіла пацієнта. Необхідно відзначити, що перетворення до неінвазивного тиску, вимірюного в плечі, виконується на більшості пристроїв, хоча методи калібрування відрізняються. У приладі фірми CNSystems проводиться вимірювання АТ у плечі перед вимірюванням безперервного АТ у пальці. Потім обчислюється індивідуальна передатна функція та застосовується до сигналу АТ у пальці. Однак вимірювання АТ у плечі розділене в часі з вимірюванням АТ у пальці і не усуваються недоліки, властиві

використаному методу вимірювання у плечі, і, отже, призводить до неправильного перетворення сигналу АТ у пацієнтів з сильним порушенням ритму та вираженою варіацією тиску.

У приладах фірми Finapres використовується глобальна передатна функція від тиску пальця до плечового. У ході роботи приладу виконується підстроювання установки фотоплетизмографічного сигналу без повторного виміру в плечі - Physiocalibration. Плечова манжета дозволяє отримати лише значення систолічного АД методом "return to flow". Не перериваючи вимір у пальці, накачується плечова манжета у тій руці до рівня тиску, що перевищує систолічний АД. Пульсації пальцевого тиску пропадають. Тиск у плечовій манжеті зменшується з контрольованою швидкістю до появи пульсацій у пальцевій манжеті. Процедуру повторюють. Недоліками є можливість виміру лише систолічного АД; тиск у плечі вимірюється в інший час, ніж коригований сигнал; фіксуються поодинокі значення тиску, що не дозволяє визначити АТ у пацієнтів із сильним порушенням ритму та вираженою варіацією тиску; Вимірювання на одній руці призводить до зміни гемодинаміки. З усіх методів вимірювання артеріального тиску обрано осцилометричний метод та метод Пенъяз. Ці методи є найбільш пристосованими до неперервного неінвазивного вимірювання артеріального тиску, адже вони дають можливість зменшити вплив людського фактору на процес реєстрації тиску, що дозволяє знизити похибку вимірювання. Проаналізувавши різні класифікації емоцій у людини, встановлено, що стрес є найбільш яскраво вираженою негативною емоцією, що несе деструктивний вплив на стан здоров'я пацієнта, та його серцево-судинну систему. В якості емоційної складової буде використовуватися стрес-індекс по Баєвському, який найбільш повно описує поведінку серцево-судинної системи під час стресової ситуації. Щоб оцінити індекс Баєвського в моделі потрібно врахувати варіабельність серцевого ритму. Після аналізу методів варіабельності серцевого ритму було вирішено скористуватися методом варіаційної пульсометрії.

Список використаних джерел:

1. Серцево-судинні захворювання — головна причина смерті українців. висновки з дослідження глобального тягаря хвороб у 2019 році. Режим доступу до ресурсу: <https://phc.org.ua/news/sercevo-sudinni-zakhvoryuvannya-golovna-prichina-smerti-ukrainciv-visnovki-z-doslidzhennya>.

2. Ремоделирование левого желудочка у больных гипертонической болезнью и ишемической болезнью сердца в зависимости от вариабельности артериального давления / В.Д. Сыволап, Я.В. Земляной // Запорожский медицинский журнал. – 2011. – Т.13, вип. 6. – С. 61.

3. Значення добового моніторингу артеріального тиску у практиці сімейного лікаря: науково-методичне видання / М. М. Гечко, К. І. Чубірко, І. В. Чупей, К. Е. Маршалік, Х. А. Гечко. – К. : 612.461:616.6-073, 2013. – С. 23-26.

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕОРІЯ ЗОРОВОГО СПРИЙНЯТТЯ

Єчіна Д.С.

Науковий керівник – д.т.н., проф., Аврунін О.Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки

(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. біомедичної інженерії)

тел. +380935770870, e-mail: diana.iechina@nure.ua

The specificity of the information approach developed by D. Marr is that the processes occurring in the stars are described like a computer algorithm, and this significantly distinguishes it from psychological or neurophysiological interpretations and therefore makes it very useful for such modern ones as artificial intelligence, creation of artificial sense organs, development of new information technologies for the analysis of visual information. This makes it possible to develop medical software taking into account the peculiarities of visual perception.

Інформаційний підхід у психології сприйняття розглядає людину як складну комп'ютероподібну систему переробки вхідної сенсорної інформації. Цей процес розглядається у вигляді послідовних та/або паралельних стадій (етапів), кожен з яких виконує специфічні операції з перетворення інформації, наприклад: кодування, виділення ознак, фільтрація, розпізнавання, перевірка гіпотез, прийняття рішення та ін. Кінцева мета інформаційного підходу – створення структурно-функціональної моделі, що складається з окремих і пов'язаних між собою блоків, що виконують функцію побудови перцептивного образу психікою людини. Згідно з теорією Девіда Марра [1, 2], зорове сприйняття – це процес визначення за образами, що саме є в навколишньому світі і де саме воно знаходиться. Важливими властивостями предмета є його форма і просторова організація. Призначення зору – це побудова деякого опису форм та розташування об'єктів. В реальності можливості зору набагато ширші, згідно з інформацією про освітленість поверхонь, їх яскравості, кольори і текстуру, їх рух та ін. Проте, основним завданням зору по Марру є формування уявлення про форму [1-3]. Зорове сприйняття є послідовністю етапів зростаючої складності, де за образами відбувається породження репрезентації видимого світу, корисного для спостерігача і не переважаного несуттєвою для нього інформацією. На кожному етапі відбуваються обробка та перетворення часткової інформації, в результаті формується репрезентація, що містить частину інформації про світ, і лише на останньому етапі ця репрезентація повністю відповідає реальному світу. Вихідна репрезентація, з якої починається процес обробки інформації, є масив значень яскравості картини з фоторецепторами сітківки. Надалі процес отримання інформації про форму складається із трьох стадій [1, 2].

Результатом першого етапу обробки є двовимірна репрезентація, яка називається початковим ескізом. Розподіл значень яскравості відображає контрастність сприймається картини, що дозволяє зоровій системі розпізнавати контури (внутрішні та зовнішні) фігур і виявляти ефекти, пов'язані з освітленням, джерела підсвічування, відблисків та прозорості.

Початковий ескіз будується з базових елементів зображення - плям, меж, перетинів, розривів та кінців відрізків. На другому етапі до початкового ескізу застосовується ряд процедур, що забезпечує отримання нової репрезентації, яка називається 2,5-мірним ескізом. На цій стадії виділяється інформація про орієнтацію, нахил, відстань від спостерігача, а також контури порушень безперервності цих параметрів. Як початковий ескіз, і 2,5-мерний ескіз залежить від орієнтації проекції видимої картини на сітківці і будуються у системі координат спостерігача. На третьому етапі створюється тривимірна модель видимого світу, яка залежить від орієнтації патерну стимуляції на сітківці. До 2,5-мірного ескізу додається інформація про тривимірну форму, її орієнтацію та про взаємне розташування поверхонь одна щодо одної. Специфіка інформаційного підходу, розробленого Д.Марром, полягає в тому, що процеси, що відбуваються в зорі, описуються на кшталт комп'ютерного алгоритму, і це його істотно відрізняє від психологічних або нейрофізіологічних трактувань і тому робить дуже корисним для таких сучасних, як штучний інтелект, створення штучних органів чуття, розробка нових інформаційних технологій аналізу зорової інформації. Це дозволяє розробляти медичне програмне забезпечення з урахуванням особливостей зорового сприйняття.

Список джерел посилання:

1. Марр Д. Зрение. Информационный подход к изучению представления и обработкизрительных образов. М.: Радио и связь, 1987. – С. 57.
2. Информационный подход в восприятии, теория Д. Марра. Нейросетевые подходы [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://cyberpedia.su/12xfc1c.html>.
3. Аврунин О. Г. Опыт разработки биомедицинской системы цифровой микроскопии / О. Г. Аврунин // Прикладная радиоэлектроника. – 2009. – Т.8. – № 1. – С. 46-52.
4. Аврунин О.Г. Опыт разработки программного обеспечения для визуализации томографических данных. Вісник НТУ «ХПІ». – 2006. – № 23. – С. 3-8.
5. Книгавко Ю.В., Аврунин А.Г. Алгоритмы программного рендеринга трехмерной графики для задач медицинской визуализации. Техническая электродинамика. – 2010. – С. 258–261.

**СЕГМЕНТАЦІЯ ВЕРХНІХ ДИХАЛЬНИХ ШЛЯХІВ ДЛЯ
ВИЗНАЧЕННЯ НОСОВОГО ОПОРУ ЗА ДАНИМИ ТОМОГРАФІЇ**
Ібрагім Юнусс Абделхамід, Худаєва С.А., Носова Я.В., Шушляпіна Н.О.

Науковий керівник – д.т.н., професор Аврунін О.Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки, кафедра
біомедичної інженерії, м. Харків, Україна

тел. +38(057) 702-13-64, e-mail: ibrahim.younouss.abdelhamid @nure.ua

Possibilities of segmentation of the upper airways for the purpose of nasal resistance are described. Methods of the segmentation process and some results are proposed. When forming an analytical model of the aerodynamics of the nasal resistance, the main parameter, that characterizes the configuration of the nasal canal is the equivalent diameter. Segmentation of nasal airways allows to computation this equivalent diameter.

За останні два десятиріччя були встановлені підходи доказової медицини при проведенні лікувальних і діагностичних процедур. Такі доказові дослідження засновані на об'єктивізації застосування за рахунок кількісних інструментальних методів і статистично достовірних результатів [1, 2]. Таким чином, враховуючи відсутність жорстких еталонів для медичних даних, залишається багато невирішених питань достовірності отриманих результатів, особливо при проведенні функціональних досліджень [3]. В ринології такі дослідження проводяться для аналізу функціональних показників носового дихання та архітектонікою верхніх дихальних шляхів [3, 4], що важливо при зміні конфігурації внутрішньо носових структур при виконанні коригуючих оперативних втручань для покращення назальної повітряної провідності при викривленнях носової перетинки, хронічних синуситах, респіраторно-ольфакторних порушеннях та інших нозологіях функціональної ринології [5, 6], а також при віртуальному плануванні оперативних втручань [7, 8].

При формуванні аналітичної моделі аеродинаміки носової порожнини основним показником, який характеризує конфігурацію носового каналу є еквівалентний діаметр, який визначається на кожному перетині носової порожнини. Він розраховується на основі площі та периметру відповідного перетину носового каналу. При сегментації носової порожнини необхідно в першу чергу усунути повітряні структури, які не впливають на аеродинаміку верхніх дихальних шляхів – це, в першу чергу, інтактні простори придаткових пазух носу, в яких переважає дифузний обмін повітря. В автоматичному режимі це можливо за рахунок виконання усунення незв'язних відокремлених областей та знаходженням коефіцієнтів відмінності ділянок областей, зв'язаних спів устями с носовим каналом, на наступному кроці. Складна конфігурація та висока індивідуальна мінливість структур носової порожнини не дозволяє повністю проводити сегментацію в автоматизованому режимі, але такій

підхід сприяє відсутності інтерактивного корегування томографічних датасетів. Запропонована методика, що враховує інтенсивність елементів зображення близьких до контурних, дозволяє за рахунок штучного суброзрізнення знизити похибку усереднення від томографічної реконструкції.

Перспективою роботи є розробка методів повністю автоматичної сегментації структур носової порожнини з урахуванням індивідуальної анатомічної варіабельності верхніх дихальних шляхів.

Список використаних джерел:

1. Аврунін О.Г., Бодяньський Є.В., Семенець В.В., Філатов В.О., Шушляпіна Н. О. Інформаційні технології підтримки прийняття рішень при визначенні порушень носового дихання. Харків : ХНУРЕ, 2018. – 132 с. URL: <https://doi.org/10.30837/978-966-659-235-7>
2. Ismail, Husham Farouk, et al. The role of paranasal sinuses in the aerodynamics of the nasal cavities. *International Journal of Life Science and Medical Research* 2.3 (2012): 52-55.
3. Щапов, П. Ф. Повышение достоверности контроля и диагностики объектов в условиях неопределенности: монография / П.Ф. Щапов, О.Г. Аврунин. Харьков : ХНАДУ, 2011. – 192 с.
4. Носова Я.В. Анализ энергетических характеристик носового дыхания при ольфактометрических исследованиях / Я.В. Носова, Хушам Фарук, Н.О. Шушляпина. Материалы XIII Международной научно-технической конференции «Физические процессы и поля технических и биологических объектов», 07-09 ноября, 2014 г., Кременчуг: КрНУ, 2014. С. 83.
5. Аврунин О.Г., Бых А.И., Семенец В.В. Обоснование основных медико-технических требований для проектирования многофункционального риноманометра. Функциональная компонентная база микро-, оптои наноэлектроники: сб. науч. тр. III Междунар. науч. конф., 28 сент. – 2 окт. 2010 г. Х. : Кацевели: ХНУРЭ, 2010. С. 280–281.
5. Nosova, Ya. V. Biotechnical system for integrated olfactometry diagnostics / Ya. V. Nosova, O. G. Avrunin, V. V. Semenets // *Innovative technologies and scientific solutions for industries*. – 2017. – N 1 (1). – P. 64–68. DOI:10.30837/2522-9818.2017.1.064.
6. Nosova Y.V. A tool for researching respiratory and olfaction disorders/ Y.V. Nosova, K.I. Faruk, O.G. Avrunin. *Telecommunications and Radio Engineering*. 2018. №77(15). С. 1389–1395.
7. Tymkovych, M.Y., Avrunin, O.G. Farouk, H.I. Reconstruction method of the intact surface of surgical accesses. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2014, 9(70), 37- 41.
8. Avrunin O.G. Using a priori data for segmentation anatomical structures of the brain / O.G. Avrunin, M.Y. Tymkovych, S.P. Moskovko, et. al. *Przegląd Elektrotechniczny*: V.93-5. 2017. P. 102-105.doi:10.15199/48.2017.05.20.

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ ШКІРИ ДІАГНОСТИЧНИМИ МЕТОДАМИ

Ісаєва О.А., Трубіцин О.О.

Науковий керівник – д.т.н., професор Аврунін О.Г.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
кафедра біомедичної інженерії, м. Харків, Україна
тел. +38(068) 342-39-89, e-mail: olha.isaieva@nure.ua

The paper described methods of the skin research, using different diagnostic devices. A dermoscopic image of the skin of the hand is analyzed using a portable dermatoscope or trichoscopy. Differences between dermoscopic images of a conventional dermatoscopy and a dermatoscopy using ultraviolet light – the SkinScope device are discussed. The characteristics that can be seen using each of the devices are compared. Images of the affected area after the application of creams are considered.

Захворювання та ураження шкіри людини займають провідне місце серед усіх найпоширеніших захворювань. Розповсюджені ураження шкіри проявляються у вигляді запалень, акне, комедонів, алергічних дерматитів, сухості чи жирності шкірного покрыву та ін. Чинники, які впливають на виникнення запалень можуть бути різноманітними, наприклад: холодний або надмірно жаркий клімат, генні захворювання, спадковість, неправильне харчування, гормональні зміни, захворювання внутрішніх органів, недотримання необхідних правил гігієни [1-2].

Одним із відомих сучасних методів дослідження шкіри є УФ-дерматоскопія, який дозволяє за світінням і кольором поверхні шкіри визначити окремі патологічні стани [1]. Також діагностувати стан шкіри дозволяє метод дерматоскопії із використанням цифрових дерматоскопів або трихоскопів [2]. Приклади отриманих дерматоскопічних зображень наведені на рис. 1 під час проведення доклінічних випробувань. На рис. 1 *а* зображено сухість шкіри на пальцях, отриманого за допомогою портативного дерматоскопу. На рис. 1 *б* наведено та ж сама ділянка пальця після нанесення живильного крему. Як видно із рис. 1 *б* – стан шкіри значно покращився. Реєстрацію зображень проводили за допомогою цифрового відеодерматоскопа UM039 з оптичним збільшенням до 200 разів, роздільною здатністю матриці 2880×1800 елементів, оснащеним вбудованим блоком регульованого світлодіодного освітлення, штативом і поворотним 3-х дюймовим дисплеєм. За допомогою такого пристрою лікар може детально розглянути епідерміс, його колір, дермо-епідермальні сполуки та сосочковий шар дерми. Такі зображення вимагають подальшого аналізу за допомогою автоматизованих програмних засобів. На рис. 1 *в* наведено метод дослідження стану шкіри за допомогою УФ-дерматоскопії – приладу SkinScope, де підсвічення білим кольором може

свідчити про наявність патологічних ознак, комедони, надмірна кількість бактерій на поверхні шкіри [3, 4].

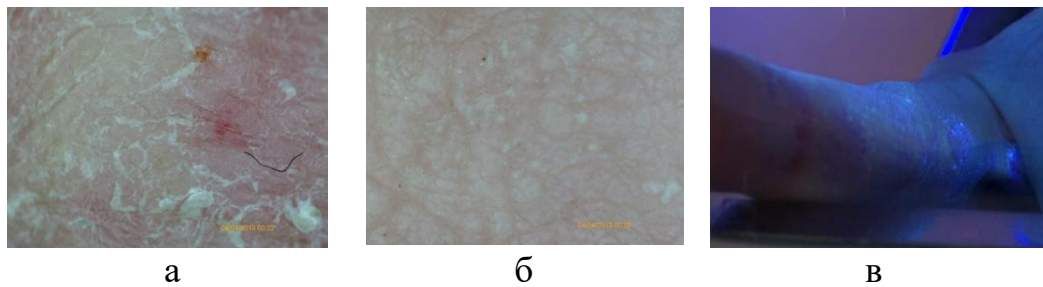


Рисунок 1 – Різні методи дослідження на прикладі шкіри пальця:
а, б - цифровим дерматоскопом; в - УФ-дерматоскопом

У ході дослідження, був проведений порівняльний аналіз отриманих цифрових зображень ділянок шкіри двома апаратними методами. Використовуючи методи дерматоскопії, крім встановлення діагнозу, можна перевіряти у динаміці ефективність лікування різними препаратами. Перспективою роботи є розробка методу аналізу дерматоскопічних зображень і визначення інформативних числових показників [5] для диференціальної діагностики захворювань шкіри.

Список використаних джерел:

1. Исаева О.А. Использование ультрафиолетовой видеодерматоскопии для животных / О.А. Исаева, О.Г. Аврунин // Матеріали 25-го Міжнародного молодіжного форуму «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті», Том 1. Харків, ХНУРЕ, 2021. - С. 123-124.
2. Avrunin O. Development of Automated System for Video Interdermatoscopy / O.G. Avrunin, V. Klyxmenko, A. Trubitsin, O. Isaeva // Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference International Trends in Science and Technology Vol.2, January 31, 2019, Warsaw, Poland. - P. 6-9.
3. Исаева О.А. Оценка изображений, полученных с помощью УФ-дерматоскопии / О.А. Исаева, О.Г. Аврунин // Матеріали XXIV Міжнародного молодіжного форуму «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті», Том 1. Харків, ХНУРЕ, 2020.- С. 129-130.
4. Isaieva O. Special features of the use of telemedicine technologies in dermatology / O. Isaieva, A. Trubitsin, O. Avrunin, D. Strelchenko // Abstracts of XV International Summer School Conference. – Odesa: «Odesa I. I. Mechnikov National University», 2020. – P. 38-40.
5. Селіванова К. Г., Трубіцин, О. О., & Аврунін, О. Г. (2022). Розробка комплексного методу аналізу дерматоскопічних зображень шкіри обличчя з акне. Біофізичний вісник, (46), 34-45. <https://doi.org/10.26565/2075-3810-2021-46-03>

УДК 159.942+613.8/616-009

ІНТЕРАКТИВНІ МЕТОДИ МЕДИКО-ПСИХОЛОГІЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ДІТЕЙ, ЯКІ ЗАЗНАЛИ ВПЛИВУ ВОЄННИХ ДІЙ

Кабанцева А.В.^{1.}, Селіванова К.Г.^{2.}

¹ДЗ «Науково-практичний медичний реабілітаційно-діагностичний центр МОЗ України» м. Костянтинівка, Донецька обл., Україна
тел.+380993282434, e-mail: avk111-111@ukr.net

²Харківський національний університет радіоелектроніки, кафедра біомедичної інженерії, м. Харків, Україна
тел. (057) 702-13-64, e-mail: karina.selivanova@nure.ua

Children, who witnessed the war, need a personal approach in order not to inflict repeated trauma on the child's psyche. Therefore, the rehabilitation and recovery process begins with the first meeting with specialists - doctors, psychologists, and teachers.

Війна завжди завдає величезний негатив та довготривалі наслідки для психічного здоров'я людини, а діти є однією з найбільш вразливих категорій населення, які зазнають впливу воєнних дій. Вони потребують захисту і раннього виявлення медико-психологічних проблем, а також відповідних заходів щодо відновлення та реабілітації ментального здоров'я [1-2].

Результати досліджень, проведених протягом травня-серпня 2022 року на базі закладу санаторного типу (Івано-Франківська обл.), у яких взяли участь 217 осіб шкільного віку (10-14 років) було встановлено, що значна більшість обстежених дітей (83%) з Дніпропетровської, Харківської та Донецької областей мали порушення психологічного та соматичного стану (табл. 1).

Таблиця 1 - Медико-психологічні проблеми дітей і підлітків в умовах війни

Види медико-психологічних проблем	Кількість, %
Порушення сну, нічні страхи, кошмарні сновидіння та часті нічні пробудження	57 %
Вегетативні порушення	46%
Підвищений рівень тривоги, страхи щодо війни у вигляді станів емоційних переживань, відчуття небезпеки	25%

Діти, які стали свідками війни, потребують індивідуального підходу, щоб не нанести повторної травми дитячій психіці, тому процес реабілітації і відновлення починається з першої зустрічі з фахівцями - лікарями, психологами, педагогами та ін. [3-4]. Знайомство і першу бесіду з дитиною проводить психолог, використовуючи психодіагностичний інструмент «Анкета дитини шкільного віку» (автор Кабанцева А.В.), що збирає необхідний мінімум анкетних даних про дитину і ряд коректних питань

щодо умов соціального та психологічного розвитку дитини, наявних проблем і страхів. За потреби проводиться другий етап діагностики, де застосовується авторський програмний засіб «ЕМОДІТ» (авторський колектив: Панченко О.А., Кабанцева А.В., Селіванова К.Г.) задля виявлення проявів невротичних розладів (тривога, депресія, порушення поведінки, вегетативні розлади) та встановлення тригерів тривоги. Обов'язковим виступає огляд лікаря-педіатра. Після чого контингент поділяється на певні групи: психокорекційна, медико-психологічна і реабілітаційна, та психопрофілактична. Командою фахівців складається медико-психологічна реабілітаційна програма, що носить індивідуальний характер, а сам процес реабілітації здійснюється у відповідності до дотримання принципів комплексності, етапності, динаміки і вчасності [5-6]. З дітьми, які за результатами психодіагностики отримали характерний середній рівень ризику або тенденцію до підвищення проводиться психокорекційна робота та надаються психологічні консультації. Використовуються методи когнітивно-поведінкової психотерапії (за протоколами подолання тривоги, порушення сну, спалахів агресії та ін.); арт-терапії для розслаблення, зниження м'язової та емоційної напруги, підвищення впевненості; казко-терапія (психотерапевтичні казки з подолання нічних страхів, порушення сну) [7-8]. Діти з високим рівнем ризику наявності певного клінічного симптомокомплексу (наявність ознак депресії, астенії, вегетативні розлади, порушення сну та порушення поведінки) проходять медико-психологічну реабілітацію, зокрема засобами біосугестивної психотерапії (використовується аудіозапис з голосом терапевта і текстом сеансу, що складається з терапевтичних сугестивних фраз-конструкцій під музику та рефлексотерапевтичним торканням пацієнтів). З метою оцінки ефективності заходів додатково використовуються методики «Термометр емоцій» та «Монстрики емоцій», де дітям пропонується оцінити свій стан до та після сеансу, певні зміни протягом лікування. У дітей з травмою війни характерним виступає наявність дисфункції діяльності нервової системи (НС): надвисоке збудження або загальмованість. Тому для оцінки і нормалізації стану НС високу ефективність показало застосування програмного засобу гри-тесту «Яблучна гусениця» (розробник Костін Д.О.), що виконує діагностичну і тренувальну функцію, зокрема спрямований на концентрацію, пам'ять, зосередженість і перемикання уваги, працездатність, дрібну моторику [6-8]. Таким чином, реабілітація стану дітей з травмою війни повинен обов'язково відповідати ряду умов та дотриманню основних принципів - попередження ретравматизації. Реабілітація будується таким чином, щоб традиційні методи психотерапевтичних інтервенцій поєднувалися з інтерактивними методами і ІТ-технологіями. Застосування ІТ-технологій у реабілітаційному процесі мають ряд переваг, серед яких: високий інтерес респондентів до проведення діагностичних і реабілітаційних заходів,

легкість використання, скорочення часу на організацію дослідження і обробку даних.

Перспективні напрямки подальших досліджень полягають у розробці програмних засобів і приладів моніторингу та розвантаження емоційного стану дітей, підлітків.

Список використаних джерел:

1. Кабанцева А. В. Информатизация процесса психодиагностики / А. В. Кабанцева, К. Г. Селиванова // Інформаційні системи та технології в медицині: зб. наук. пр. II Міжн. наук.-прак. конф. (ИСМ-2019). – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харків. Авіа. Ін.-т», 2019. – С. 41-43.

2. Кабанцева А. В. Інтерактивний метод психодіагностики дітей, які зазнали психологічного насильства / А. В. Кабанцева, К. Г. Селиванова // IV Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні системи та технології в медицині» (ИСМ–2021): зб. наук. пр. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2021. – 260 с. – С. 84- 85.

3. Панченко О. А., Кабанцева А. В., Сімоненко О. Б. Нові організаційні підходи до медикопсихологічної допомоги дітям в умовах антитерористичної операції //Вісник Харківського національного педагогічного університету імені ГС Сковороди. Психологія. – 2017. – №. 55. – С. 192- 202.

4. Кабанцева А. В. Дитина у турбулентному часі / А. В. Кабанцева, Д. О. Костін // The 9th International scientific and practical conference “Dynamics of the development of world science” (May 13-15, 2020) Perfect Publishing, Vancouver, Canada. 2020. 1142 p. – С. 543-549.

5. Кабанцева, А.В., and К.Г. Селиванова. Методологічні підходи до сучасних інформаційних технологій оцінки психічного здоров'я. Diss. Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. МЄ Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2020.

6. Селиванова К. Г. Компьютерная система интерактивного тестирования психомоторики / К. Г. Селиванова // Полиграфические, мультимедийные и web-технологии. Т.1. Тез. Докл. 1-й Международной науч.-техн. конф. – Харьков: ХНУРЭ, 2016. – С. 81-82.

7. Селиванова К.Г. Внедрение multi-touch технологии для реализации интерактивного тестирования в психоневрологии / К.Г. Селиванова, М.Ю. Тымкович, О.Г. Аврунин // Фізичні процеси та поля технічних і біологічних об'єктів : матеріали XVII Міжнародної науковотехнічної конференції. – Кременчук : КРНУ, 2018. – 236 с. – С. 121– 122.

8. A. Kabantseva, K. Selivanova and O. Panchenko, "Information Technology for Decision Support in Psychodiagnostics," *2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*, 2021, pp. 233-236, doi: 10.1109/PICST54195.2021.9772224.

УДК 615.47

ПРОЄКТУВАННЯ ПРОТОТИПУ ТРЕНІНГОВОГО ПРОГРАМНО-АПАРАТНОГО КОМПЛЕКСУ «НЕЙРОІНТЕРФЕЙС»

Костін Д.О.

Науковий керівник – к.т.н., ст. викладач Тимкович М.Ю.

кафедра біомедичної інженерії

Харківський національний університет радіоелектроніки,

м. Харків, Україна

тел. (057) 702-13-64, e-mail: denys.kostin@nure.ua

Neural Interface is a way to control devices using brain signals in particular areas. In the work, a prototype of the software-hardware complex was developed by simulating control of a neuro interface based on the Arduino Uno platform with the S4A visual programming environment.

Нейроінтерфейс є складною сучасною технологією, яка застосовується у багатьох напрямках досліджень [1]. Питання управління різними пристроями за допомогою генерування електричних імпульсів головним мозком потребує глибокого вивчення [2].

З метою виконання імітаційного керування мішенню у роботі пропонується створити більш доступний і простий засіб тренування – прототип програмно-апаратного комплексу на базі платформи Arduino Uno, використовуючи адаптоване візуальне середовище S4A. Апаратна частина комплексу є тренінговим стендом, який складається з мікроконтролера, потенціометру, змінних резисторів та джойстика. Розроблений тренінговий стенд базувався на попередніх дослідженнях [1-6], оскільки поєднує створення тестової програми та апаратної платформи.

Програмна частина тренінгового стенду представляється як тестова програма, що зображено на рис. 1. Принцип дії полягає у програмуванні мішені з заданими координатами та її переміщення джойстиком шляхом імітаційного керування. Систематичне повторення однакових дій учасником випробування надає змогу здійснити контроль за керуванням пристроєм.

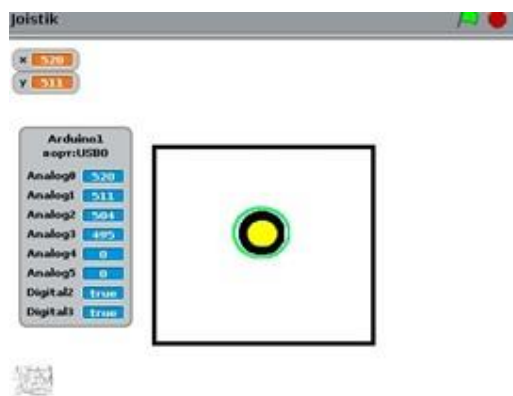


Рисунок 1 – Зображення інтерфейсу розробленої тестової програми прототипу тренінгового комплексу «Нейроінтерфейс»

На рис. 2 зображено приклад перших спроб переміщення джойстика біля мішені за допомогою імітаційного керування під час тестового випробування.

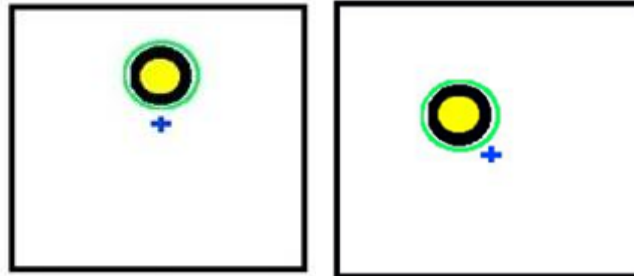


Рисунок 2 – Приклад переміщення джойстика шляхом імітаційного керування під час тестового випробування

Список використаних джерел:

1. K. Selivanova, D. Kostin and M. Tymkovych, "Conception of a Mixed Reality Eyesight Training System Based on the Parallel Robot," *2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*, 2021, pp. 241-244, doi: 10.1109/PICST54195.2021.9772244.
2. Селиванова К.Г. Виртуальный тренажер для развития мелкой моторики рук / К.Г. Селиванова, В. Худайбердиев // Актуальные проблемы автоматизации и приборостроения: материалы Всеукр. наук.-техн. конф. – Х.: ФОП Панов А.М., 2016. – С.68–69.
3. Семеренко Ю.О. Возможности использования современных графических библиотек у специализированных онлайн-виртуальных имитационных тренажерах / Ю. О. Семеренко, К. Г. Селиванова // XXIV Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті». Зб. матеріалів форуму. Т. 1. – Харків: ХНУРЕ. 2020. – 216 с. – С. 179–180.
4. Selivanova, K. Determination of the basic parameters of sensor devices for the implementation of psychoneurological research with the introduction of multitouch technology / K. Selivanova, O. Avrunin, N. Kazimirov // *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, 2020. No. 1 (11), P. 147–155. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2020.11.147>.
5. Ba Waqash A. Hardware development of 2D force feedback device for virtual reality in medicine / A. Ba Waqash, M. Sati, D. O. Kostin, M. Y. Tymkovych // Матеріали 23 Міжнародного молодіжного форуму. Т. 1. – Харків: ХНУРЕ. 2019. – С. 122-123.
6. Sati M. Software development for 2D force feedback device / M. Sati, A. Ba Waqash, M. Y. Tymkovich, D. J. Kostin // Матеріали 23 Міжнародного молодіжного форуму. Т. 1. – Харків: ХНУРЕ. 2019. – С. 134-135.

УДК 615.47

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ЗБЕРІГАННЯ МЕДИЧНИХ ДАНИХ ПІД ЧАС БОЙОВИХ ДІЙ

Королович О.С.

Науковий керівник – к.т.н., доцент Носова Я.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. Біомедичної інженерії

м. Харків, Україна

тел. +38(093) 567-39-69, e-mail: olha.korolovych@nure.ua

Patient records are an integral part of medical documentation for further care. Databases are the newest form of recording, storage and transmission of personal medical information. Modern technologies will help to keep records of the wounded at the front, which in turn will prevent the loss of certain medical information about the patient, which is stored in databases. Thus, the development of an application for reporting, recording the patient's health status, which is integrated for quick use during hostilities, which will help to effectively continue the rehabilitation process, is relevant for this work.

Сучасну медицину вже неможливо уявити без використання баз даних. Це новітня форма організації, накопичення, зберігання, обробки та доступ до інформації. Так звана «реєстратура» пацієнтів, що вміщує в себе всі історії хвороб, результати аналізів, ЕКГ та інші дані, які можуть відстежуватися як лікарем у разі необхідності, так і пацієнтом. Перехід на електронний облік надає можливість працювати без паперу та вберігає від втрати певної медичної інформації, бо зберігається у вигляді баз даних. Дозволяє оперативно вирішувати проблеми передачі інформації в інші медичні заклади, у зв'язку з переїздом чи направленням на лікування хворого.

В Україні використовують медичну інформаційну систему (МІС), що є однією із складових сучасної електронної системи охорони здоров'я (СОЗ) eHealth. МІС дають можливість автоматизувати роботу медичних установ із Центральною базою даних (ЦБД), що допомагають визначити тенденції проблем здоров'я в суспільстві. Наприклад, останніми місяцями пандемія коронавірусу стала наочним прикладом того, як розумне використання інформативних СОЗ підтримує здоров'я населення, надаючи працівникам СОЗ інструменти, необхідні для відстеження випадків захворювання та моніторингу регіональних спалахів. Це вкотре довело, що як ніколи важливо, щоб бази даних у сфері охорони здоров'я були організовані, добре підтримувані та прості у використанні.

В сьогоднішніх реаліях, в яких перебуває наша країна, були виявлені певні недоліки в складанні баз даних пацієнтів у місцях бойових дій. Отже, можна зробити висновок: інформація про пораненого або не вноситься або записується просто на папері; при транспортуванні пораненого втрачається

інформаційний зв'язок між медичними працівниками на передовій та лікарями фронтового госпіталю і тим паче центральних медичних закладів глибоко в тилу; контактна інформація, інформація про діагноз, методи лікування та особливості хвороби не є об'єднаною та послідовною [1]. Якщо нехтувати такими необхідними даними, наприклад, різноманітні травми черепа, кісток, де початкове лікування полягає в забезпеченні прохідності дихальних шляхів, підтримці належної вентиляції легень, оксигенації, то ймовірність летальних випадків збільшується вразі [2, 3].

Зв'язка чат-боту з базою даних надає змогу зберігати медичну інформацію військових на фронті, бо це не потребує використання пам'яті телефона чи будь-якого іншого пристрою, в якому здійснюється формування відомостей. Ця система інтегрує функції ефективної обробки, створює запити та звіти для заповнення своєрідної медичної картки пацієнта з обранням різних стадій поранення, травм черепа, кісток з вказанням прохідності дихальних шляхів, що у свою чергу може піддаватися подальшим корективам. В ситуаціях, коли пацієнту потрібен більш ретельний догляд або ж необхідне додаткове використання діагностичних апаратів, можливе формування запитів до найбільш близько розміщених медичних установ у тилу, де є конкретно те, що необхідно в даний момент. Дана можливість дає змогу завчасно попередити головного медичного закладу про надходження до них хворого, що у свою чергу дозволяє вчасно підготувати палату, процедури, спеціаліста тощо. При цьому кожен раз інформація створюється заново та надсилається лист на електронну пошту медичного пункту про прохання надання допомоги.

Отже, оцінивши ситуацію з веденням записів на місцях бойових дій, необхідно створити зв'язку чат-боту з базою даних для звітності, фіксування стану здоров'я пацієнта, що у подальшому допоможе ефективно проводити реабілітацію хворого. Створення даної системи допоможе медичним працівникам на передовій, лікарями фронтового госпіталю і центральним медичним закладам в тилу зробити процес простим та автоматизованим.

Список використаних джерел:

1. Медична інформаційна система. Проект МОЛЬФАР ГО "МОЛЬФАР". URL: <http://molfar.org/nashi-proekty/medychna-informatsiina-systema> (дата звернення: 18.09.2022).

2. Інформаційні технології підтримки прийняття рішень при визначенні порушень носового дихання : монографія / О. Г. Аврунін, Є. В. Бодянський, В. В. Семенець, В. О. Філатов, Н. О. Шушляпіна. – Харків: ХНУРЕ, 2018. – 132с.

3. Інтелектуальні технології в медичній діагностиці, лікуванні та реабілітації: монографія / [С.В. Павлов, О.Г. Аврунін, С.М. Злепко, Є.В. Бодянський та ін.]; за редакцією С. Павлова, О. Авруніна. – Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2019. – 260 с.

УДК 004.04:[57+61]

СПЕКТРИ ВИЩОГО ПОРЯДКУ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМІОГРАФІЧНИХ СИГНАЛІВ ОСІБ ІЗ БОЛЕМ У ПОПЕРЕКУ

Курочкін І.О. Чернікова І.В.

Науковий керівник – к.т.н., доцент Жемчужкіна Т.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. БМІ,
м. Харків, Україна

тел. +38(095) 119-31-07, e-mail: ivan.kurochkin2@nure.ua.

Low back pain (LBP) is a leading cause of years lived with disability. Electromyography (EMG) is used for diagnostics of the functional state of a person with LBP. This work is devoted to the study of higher-order statistical characteristics of EMGs for LBP persons. These methods can be useful due to the non-stationarity, nonlinearity and non-Gaussianity of EMGs. Signals from five groups of patients, including vertebral disorders, scoliosis, functional pain, healthy people without complaints, and healthy people with pain complaints were processed.

Біль у нижній ділянці спини (БНДС) від нижнього краю дванадцятого ребра до нижньої сідничної складки з болями або без болюв однієї або обох нижніх кінцівок є поширеною глобальною проблемою. Поширеність болю в попереку за оцінкою 2017 року становила приблизно 7,5% населення планети, або близько 577 мільйонів людей [1].

Оцінку функції м'язів попереку надає електроміографія (ЕМГ) – метод реєстрації електричної активності м'язів – сумарних коливань потенціалів, що виникають як складова процесу збудження в області нервово-м'язових з'єднань і м'язових волокон при надходженні до них імпульсів від мотонейронів спинного або довгастого мозку. ЕМГ сигнали зазвичай аналізуються за допомогою статистичних методів 2-го порядку, таких як спектр потужності [2], [3], але через нестационарність, нелінійність і негаусовість ЕМГ ці методи не можуть забезпечити адекватний аналіз [4], [5]. Спектри вищого порядку (СВП), також відомі як поліспектри, є спектральним поданням статистик вищого порядку, тобто моментів і кумулянтів третього порядку і вище. СВП може виявляти відхилення від лінійності, стаціонарності або гаусовості в сигналі. Кумулянтний спектр другого порядку є спектром потужності, а кумулянтний спектр третього порядку відомий як біспектр. Пік у біспектрі, вказує на те, що енергетична складова на двох частотних компонентах утворюється, ймовірно, через квадратичну нелінійну залежність. Навпаки, плоский біспектр на двох частотних компонентах свідчить про відсутність такої активності. В роботі аналізувалися ЕМГ сигнали пацієнтів з п'яти груп: особи з вертебологічними захворюваннями, зі сколіозом, з функціональними болями, здорові без скарг та здорові зі скаргами на біль у попереку. Графіки біспектрів за їх виглядом було розділено на чотири групи. Також було проаналізовано біспектри пацієнтів з вертебологічними

захворюваннями до та після хірургічного втручання (рис. 1).

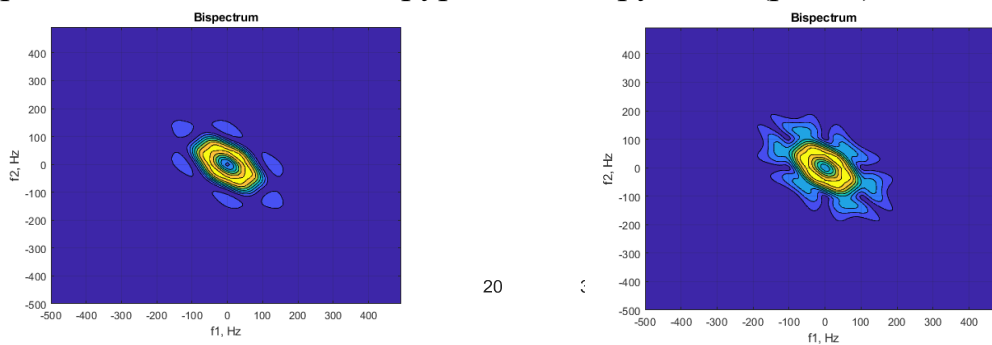


Рис.1– Біспектр пацієнта з вертебрологічним захворюванням до (ліворуч) та через 3 роки після хірургічного втручання (праворуч)

Встановлено, що метод СВП може бути використаний для оцінки стану пацієнтів з БНДС, а також оцінки якості лікування вертебрологічних захворювань, оскільки він дає додаткову до оцінки спектральної щільності потужності інформацію. Виявлено чотири характерні форми біспектрів та зміну біспектру після лікування. Перспективою роботи є вивчення біспектрів ЕМГ більших груп пацієнтів та аналіз залежності між діагнозом і характеристиками СВП.

Список використаних джерел:

1. O.D. Williamson, “The Global Burden of Low Back Pain,” International Association for the Study of Pain, 2021.
2. Статистический анализ спектральных характеристик ЭМГ-сигнала с целью дифференцирования поясничных болей / Т. В. Жемчужкина, Т. В. Носова, Я. В. Носова и др. // Бионика интеллекта. – 2015. – №2 (85). – С. 105-108.
3. T. Zhemchuzhkina, T. Nosova, “Analysis of the dynamics of statistical and spectral indicators of electromyograms of the lumbar region,” Scientific Collection “InterConf”, (96): with the Proceedings of the 6th International Scientific and Practical Conference Scientific Community: Interdisciplinary Research (January 26-28, 2022). Hamburg, Germany: Busse Verlag GmbH, 2022. 1206 p., pp. 683-686.
4. Шпакович Ю.С., Жемчужкина Т.В., Носова Т.В. (2017). К вопросу о применимости методов анализа электромиографических сигналов. Вестник Национального технического университета Харьковский политехнический институт. Серия: Информатика и моделирование, 2017. – С. 117-123.
5. Топчий В. С. Статистический анализ показателей фазового портрета ЭМГ-сигнала с целью дифференцирования заболеваний опорно-двигательного аппарата / В. С. Топчий, Т. В. Жемчужкина, Т. В. Носова // Міжвузівський збірник "НАУКОВІ НОТАТКИ". – 2018. – № 64. – С.217-222.

УДК 615.47

РОЗРОБКА КОНФОКАЛЬНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНУЮЧОГО МІКРОСКОПУ НА БАЗІ DVD ПРИВОДА

Лебединський О.Е.

Науковий керівник – к.т.н., доцент Носова Я.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
кафедра БМІ, м. Харків, Україна

тел. +38(096) 418-47-05, e-mail:oleksandr.lebedynskyi@nure.ua.

This work is devoted to the description of the principles of operation of a laser scanning microscope and the construction of its prototype using DVD drives. The structure of the microscope prototype and programs for its operation are considered.

Сучасний процес дослідження біологічних зразків містить у собі декілька загальних кроків, одним з яких є отримання збільшеного, переважно цифрового зображення. Для отримання якісного результату, необхідна відповідна апаратура, що буде відповідати вимогам певного дослідження. Зокрема, таким приладом може бути конфокальний лазерний скануючий мікроскоп (КЛСМ). Але вплив катодних променів високої енергії на зразки з металевим покриттям у вакуумній камері громіздкого та дорогого приладу – не єдиний спосіб отримати необхідні зображення [1-2].

КЛСМ – це спеціальний світловий мікроскоп, який використовує сфокусований лазерний промінь для сканування зразка з подальшим реконструюванням тривимірних структур з наборів зображень, отриманих на різних глибинах. Сканування лазера вздовж зразка здійснюється шляхом руху лазера в напрямку x і y . Зображення складається шляхом комбінування вимірних світлових точок. КЛСМ часто використовуються в поєднанні з флуоресцентними маркерами для вивчення властивостей біологічних зразків [3].

Роздільна здатність такого мікроскопу визначається кількістю можливих вимірювань, зроблених у напрямку x , і кількістю ліній у напрямку y . Максимальна роздільна здатність обмежена числовою апертурою лінзи об'єктива системи та довжиною хвилі лазера, як і у звичайних оптичних мікроскопах. Оскільки роздільна здатність DVD – рідера повинна бути достатньо висока для читання інформації на диску (рис 1) [4], то можна зробити висновок, що голівка із блоком лінз і її сервоприводи можуть бути використані для побудови КЛСМ.

Прототип установки використовує дві голівки. Одна випромінює лазер і сканує в напрямку x . Друга голівка захоплювача несе зразок і рухається в напрямку y . Сигнал фіксується простим фотодіодом. Сервоприводами, що рухають голівки, а також струмом, що подається на лазер керує Arduino Мікроз електронним приводом на печатній платі, а зображення відтворюються в програмі Processing [5]. Processing надсилає

налаштування на мікроскоп, а у відповідь отримує данні для зчитування зображення рядок за рядком. Можна встановити такі параметри: тип лазера (інфрачервоний, ультрафіолетовий, червоний і тд.); потужність лазера; стартова позиція; роздільна здатність сканування; колірна схема і яскравість [3].

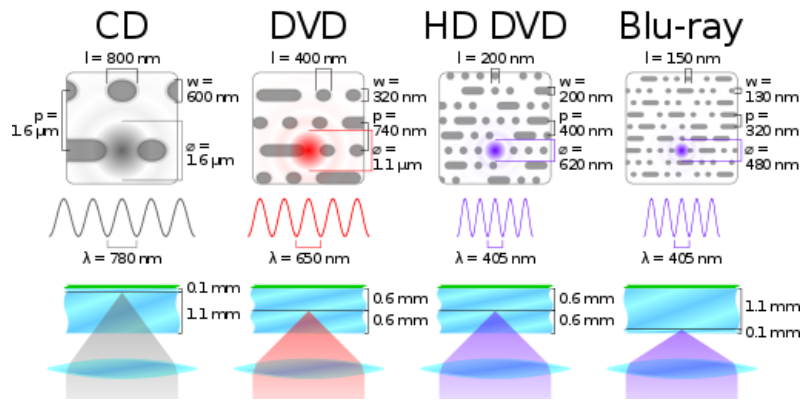


Рисунок 1 – Роздільна здатність різних типів головок диск – рідерів

Обґрунтовано корисність розробки КЛСМ за використанням DVD приводів, що дозволить науковцям чи студентам з невеликим бюджетом побудувати мікроскоп, здатний отримувати цифрові зображення з досить високою роздільною здатністю. Розроблено структурну схему прототипу КЛСМ на основі DVD приводів. Перспективою роботи є подальше удосконалення коду програми керування приводом та розробка відповідної вакуумної камери для покращення умов отримання зображення.

Список використаних джерел:

1. Аврунин О. Г. Опыт разработки биомедицинской системы цифровой микроскопии / О. Г. Аврунин // Прикладная радиоэлектроника. – 2009. – Т.8. – № 1. – С. 46-52.
2. Опыт разработки автоматизированных систем для проведения гистологических исследований / О. Г. Аврунин, С. Ю. Масловский, Т. В. Носова, В. В. Семенец // Сб. науч. трудов. конференции «Актуальные проблемы биомедицины». – 2008. – Т. 4. – С. 91–93.
3. Gaudenz, U. (2017, 9 вересня). DVD laser scanner microscope. gaudi.ch - open culutre technology. http://www.gaudi.ch/GaudiLabs/?page_id=652
4. Cmglee. (2022, 6 червня). Comparison CD DVD HDDVD bd.svg - wikimedia commons. Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Comparison_CD_DVD_HDDVD_BD.svg
5. Cook, J. (2021, 3 лютого). DIY laser scanning microscope. Hackster.io. <https://www.hackster.io/news/diy-laser-scanning-microscope-ccf2294a0c49>.

УДК 615.47

РОЗРОБКА БЛОКУ РЕЄСТРАЦІЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОЦІНКИ ТОНУСУ М'ЯЗІВ ОБЛИЧЧЯ

Жемчужкіна Т.В., Носова Т.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Біомедичної інженерії,
тел. (057) 702-13-06) E-mail: tatyana.nosova@nure.ua

The signal is recorded using bipolar surface electrodes. They record activity from distant potential sources, the effect on the potential difference of the activity coming from the source to both electrodes leads to a distortion of the potential shape and the impossibility of determining the true phase of the potential. The system is designed to determine the mobility of the facial muscles and it can be used for diagnostics in plastic surgery and rhinology when assessing the mobility of the nasal valve.

Систему призначено для визначення рухомості м'язів обличчя і вона може бути використана для діагностики в пластичній хірургії [1, 2] та ринології при оцінці рухомості носового клапану [3, 4]. Для розробки блоку реєстрації автоматизованої системи оцінки тонузу м'язів обличчя доцільно використовувати електроміографічний метод, який здійснюється завдяки реєстрації електричних потенціалів м'язів. Реєстрація сигналу відбувається за допомогою біполярних поверхневих електродів [3]. Вони реєструють активність від віддалених джерел потенціалу, вплив на різницю потенціалів активності, що надходить від джерела на обидва електроди, призводить до спотворення форми потенціалу та неможливості визначити справжню фазу потенціалу. Проте, високий ступінь локальності робить цей спосіб кращим для аналізу тонузу м'язів обличчя. Діаметр електрода дорівнює 10 мм, що дозволяє мінімізувати наводку від сусідніх м'язів. Кількість електродів, що використовуються в пропонованій системі дорівнює п'яти, згідно зі схемою накладення електродів.

Сигнал з електродів надходить в блок комутації, який послідовно підключає електроди до подальшого ланцюга. Блок комутації керується за допомогою блоку управління. Блок живлення забезпечує стабільну напругу, що живить електричні ланцюги всіх блоків в ланцюзі блоку реєстрації електроміографічного сигналу. У блоці управління запускається лічильник для відліку інтервалів часу для реєстрації електроміографічного сигналу. У блоці управління формується імпульс, що перемикає канали блоку комутації. Далі сигнал надходить в блок посилення сигналу, де він посилюється, проходячи через ланцюг підсилювача біопотенціалів. Підсилювач забезпечений ступінчастим перемикачем коефіцієнта підсилення, що дозволяє регулювати рівень підсилення в залежності від амплітуди реєстрованої активності. Далі підсилений сигнал надходить в блок фільтрації сигналу, де він фільтрується смуговим фільтром з

нижньою пропускною здатністю 10 Гц і верхньою пропускною здатністю 20 кГц, що відповідає частотному діапазону електроміограми [3-5].

Електроміограма містить велику кількість високочастотних складових, так що для отримання повного спектру інтерференційної активності і неспотвореної форми окремих потенціалів необхідно використання по можливості широкої смуги пропускання високих частот. За сучасними вимогами верхня смуга пропускання підсилювача електроміограми повинна бути близько 20000 Гц і не менш 10000 Гц. Відсутність на електроміограмі власних повільних складових потенціалу і необхідність виключення повільних потенціалів, пов'язаних з рухом м'язи при її скороченні, дозволяють істотно обмежити нижню смугу пропускання підсилювача до 2 – 10 Гц. Відфільтрований сигнал надходить в блок передачі даних, де він перетворюється для передачі на вхід звукової плати персонального комп'ютера. Для захисту входу звукової плати від короткочасних піків використовується лімітер при пороговій різниці потенціалів ± 1 В.

У результаті роботи схеми сигнали, що були зареєстровані на електродах, підсилюються підсилювачем біопотенціалів і відфільтровані смуговим фільтром надходять на звукову плату комп'ютера, де проходять подальшу обробку. Таким чином розробка такої автоматизованої системи виміру і обробки медико-біологічної інформації, істотно розширює діагностичні можливості сучасної електроміографії.

Список використаних джерел:

1. Аврунін О.Г., Бодянський Є.В., Семенець В.В., Філатов В.О., Шушляпіна Н. О. Інформаційні технології підтримки прийняття рішень при визначенні порушень носового дихання. Харків : ХНУРЕ, 2018. – 132 с. URL: <https://doi.org/10.30837/978-966-659-235-7>.

2. Бажан О.В., Аврунін О.Г., Тимкович М.Ю. Використання технологій віртуальної реальності в пластичній хірургії. І Всеукраїнська науковопрактична конференція молодих вчених, курсантів та студентів «Авіація, промисловість, суспільство», Кременчук. – 2018. – С.184.

3. Аврунін О. Г. Диагностические возможности электромиографического метода при исследовании функции носового клапана // О. Г. Аврунин, Т. В. Жемчужкина, Т. В. Носова// Бионика интеллекта. – 2010. – № 3(74). – С. 99–104.

4. Інформаційні технології підтримки прийняття рішень при визначенні порушень носового дихання : монографія / О. Г. Аврунін, Є. В. Бодянський, В. В. Семенець, В. О. Філатов, Н. О. Шушляпіна. – Харків: ХНУРЕ, 2018. – 132с. doi: 10.30837/978-966-659-235-7.

5. Чумак В.С., Чугуй Е.А., Носова Т.В., Жемчужкина Т.В. Анализ электромиографического сигнала для контроля усталости мышц в режиме реального времени // Матеріали 23-го Міжнар. молодіжного форуму. Т.1. Харків : ХНУРЕ, 2019. С. 24–244.

УДК 616.77-007.248-085.8

ІННОВАЦІЇ В РЕАБІЛІТАЦІЇ ДОМАШНІХ ТВАРИН

Осадча Ю. О.

Науковий керівник – д.т.н., професор Косуліна Н. Г.
Державний біотехнологічний університет, кафедра ЕРБМІЕ

м. Харків, Україна

тел. +38(050) 123-45-67, e-mail: kosnatgen@ukr.net

The development and current state of rehabilitation of domestic animals are considered. Services provided in rehabilitation centers and clinics are given

У 1960-х роках реабілітаційні методи, які застосовують у людей, почали активно застосовувати на спортивних конях. З кінця 1980-х років досвід та знання, напрацьовані у фізичній реабілітації людей та коней, почали застосовувати по відношенню до собак.

Донедавна вважалося, що реабілітації кішок не існує як такої. Причина в тому, що основою фізичної реабілітації є готовність пацієнта до виконання певних дій (або хоча б можливість потерпіти спокійно, поки проводиться процедура), а кішки складніше за собаки мотивуються і дресируються. Проте в останні роки реабілітація кішок почала розвиватися, загальні принципи та методи ідентичні підходу до собак, з поправкою на фізичні та поведінкові особливості цього виду тварин.

Також змінилося загалом ставлення суспільства та бізнесу до ветеринарії: люди почали розуміти, що тварини гідні кращого обстеження та лікування. Визначення точного діагнозу та призначення грамотної реабілітації упирається у відсутність технічної можливості.

Але досягнення у фізичній реабілітації розвиваються на очах: ще п'ять-сім років тому навіть у великих містах зробити тварині магнітно-резонансну чи комп'ютерну томографію не було де. Зараз можна використовувати апарат потужністю 1,5 Тесла, що дозволяє отримати більш детальне та якісне зображення.

Для реабілітації тварин технологічні прориви ХХ–ХХІ століть та впровадження роботизованих апаратів стали справжнім порятунком – яке спричинило порятунок багатьох життів.

Сьогодні в сучасних клініках використовують малоінвазивну хірургію, щоб втручання в організм були максимально безболісними. Досягнення науки допомагають проводити більш точні дослідження для діагностики захворювань: наприклад, якщо потрібно перевірити стан слизових оболонок тварини, ветеринари роблять їм, як і людям, ендоскопію: через маленький отвір вводять у тіло пацієнта мініатюрну відеокамеру, з'єднану довгим кабелем з монітором. З розвитком технологій обладнання для ендоскопії зменшується у розмірах. Наприклад, існує жорсткий ендоскоп Karl Storz діаметром всього 1,9 мм, який підходить навіть для маленьких тварин і дозволяє оглянути носову порожнину

(риноскопія), зовнішнє та середнє вухо (отоскопія), уретру та сечовий міхур (уретроцистоскопія), поставити діагноз і при необхідності витягти стороннє тіло без масштабної операції. Тепер лікарі можуть проводити дослідження та малоінвазивні операції зовсім маленьким за розміром тваринам: гризунам, кошеним, цуценям, собакам декоративних порід. Також якість зображення (HD/UHD), що передається з камери, покращилася, ветеринар отримує найдетальнішу інформацію під час процедури.

Більшість операцій із хірургічним втручанням проводять під контролем ультразвуку (УЗД), рентгену (С-дуги), томографу (КТ чи МРТ). Це дозволяє мінімально травмувати тварину у процесі лікарських маніпуляцій. Наприклад, обладнання для коагуляції та різання тканин Caiman допомагає перетягувати, щоб не допустити кровотечі судини до 7 мм у діаметрі без необхідності їх прошивання нитками.

Удосконалюються навіть тонометри: сучасний ветеринарний тонометр дозволяє отримувати точніші показники вимірювання кров'яного тиску у тварин, він враховує вид і розмір тварини, місце вимірювання тиску.

У сучасних реабілітаційних центрах для тварин використовують обладнання та прилади для: кондиціонування, нервно-м'язової електростимуляції, лазерної терапії, ультразвукової терапії, гідротерапії, терапевтичного масажу, терапії Рейки, терапії імпульсним сигналом, терапії імпульсним електромагнітним полем.

Висновок. Поряд із передовим розвитком ветеринарії у промисловому тваринництві ветеринарна допомога для міських домашніх тварин (собак, кішок тощо) значно відставала від європейського рівня. Ця ситуація почала виправлятися лише наприкінці 90. Також існує думка, що обладнання не так важливо, як знання та досвід лікаря. Але одне без іншого не працює. Сучасне обладнання можуть використовувати лише фахівці високого класу, інакше його придбання клінікою є безглуздом.

Список використаних джерел:

1. Levine D, Rittenberry L, Millis DL. Aquatic therapy. In Millis D, Levine D, Taylor RA (eds): *Canine Rehabilitation and Physical Therapy*. Philadelphia: Saunders Elsevier, 2004, pp 264-276.

2. Bockstahler B, Millis D, Levine D, et al. Indications: *Classifications according to location. Essential Facts of Physiotherapy in Dogs and Cats: Rehabilitation and Pain Management*. Germany: BE Vet Verlag, 2004, pp 126-286.

АЛГОРИТМИ ПРОХОДЖЕННЯ КОНТУРУ НА КРІОМІКРОСКОПІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Самохін Ю.В.

Науковий керівник – д.т.н., професор Аврунін О.Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки, кафедра БМІ,
м. Харків, Україна

тел. +38(099) 722-56-64, e-mail: yurii.samokhin@nure.ua.

This work is about contour traversal algorithms, modern methods of image processing are developed for automated analysis of micropreparations, but they do not take into account the specifics of the analysis of cell images when performing the corresponding ones cryoprotocols. And the study of cells and the process of their cryopreservation is very much topical topic of modern reparative medicine. Thus, development and research of new methods and means of cryomicroscopic analysis images is a demanding and urgent task.

Підходи кріомедицини зараз використовуються у різних галузях, зокрема у нейрохірургії [1, 2]. Під час проведення аналізу кріомікроскопічних зображень важливу роль відіграє аналіз форми досліджуваного мікрооб'єкта [3, 4]. Зокрема, зміна форми у мікрооб'єкта може сигналізувати про його перехід з одного стану в інший. В природі форму мікрооб'єкта визначають стінки клітини та стан внутрішніх структурних елементів клітини. Границя об'єкта – це частина об'єкта, яка містить велику кількість інформації про форму об'єкта та слабо залежить від кольору та текстури зображення. Контури мікрооб'єктів можна розділити за такими критеріями: типом зв'язності, структурою та формою. Виділення контуру може відбуватись двома шляхами: підкресленням границь мікрооб'єкта шляхом фільтрації вхідного зображення, або проходження внутрішнім контуром однорідної області. Основні алгоритми виділення границь мікрооб'єкта такі: алгоритм зм'ї, алгоритм Кенні, фільтрації на основі операторів Собеля, Лапласа, Превіта та інші [5, 6].

На цей час відомі такі алгоритми проходження контуром:

- Алгоритм „жука” (Square Tracing Algorithm), основною перевагою якого є простота, яка заснована на двох простих правилах: якщо значення активного пікселя дорівнює одиниці (він належить об'єкту), то проводиться поворот ліворуч, в іншому випадку, коли значення активного пікселя дорівнює нулю, проводиться поворот праворуч. Алгоритм зупиняє свою роботу при поверненні до стартової точки.

- Алгоритм „Moore-Neighbor Tracing” базується на покроковій перевірці всіх сусідніх точок з метою знаходження наступної контурної точки та зупинки роботи при його поверненні в стартову точку.

- Алгоритм „Redial Sweep” є модифікацією попереднього. Основна його відмінність полягає в точці початку обходу активного пікселя – це

точка, що була визнана контурною на попередньому кроці алгоритму, а не точка з якої відбувся перехід на активний піксель.

- Алгоритм „Theo Pavlidi’s Algorithm” – основною ідеєю якого є використання групи з трьох пікселів для визначення наступного контурного пікселя. Перевірку здійснюють шляхом послідовної перевірки сусідніх точок з строго визначеною послідовністю. Практично для кожної мови програмування існують бібліотеки з реалізованими алгоритмами.

Основним їх недоліком є залежність від складності контуру та критерію зупинки. Алгоритми чутливі до мікрооб’єктів, контур яких містить відгалуження товщиною в один піксель. Це може привести як до помилкового завершення роботи алгоритмів, так і до некоректного виділення контуру. Аналогічна проблема може виникнути, якщо мікрооб’єкт складається з двох і більше частин, що з’єднані між собою тільки одиночними пікселями. Інший недолік алгоритмів полягає у недосконалих критеріях зупинки (повернення в стартову точку, проходження певної точки декілька разів), що призводять до некоректних результатів роботи. Тому, перспективою роботи є дослідження даних алгоритмів щодо можливості їх використання при обробці кріомікроскопічних зображень.

Список використаних джерел:

1. Сипитый В.И. Криохирургическое лечение тяжелых форм невралгии тройничного нерва В.И. Сипитый, Н.Ф. Посохов, В.А. Пятикоп. - Х.: Основа, 1995. - 112 с.

2. Пятикоп В.А., Щегельская Е.А., Микулинский Ю.Е., и др. Восстановление структурно-функциональных параметров у крыс с криогенной травмой головного мозга после трансплантации клеток стромы костного мозга, индуцированных в нейробласты. Проблемы криобиологии. 2005; 15(3): 449– 51.

3. Аврунин О. Г. Опыт разработки биомедицинской системы цифровой микроскопии / О. Г. Аврунин // Прикладная радиоэлектроника. – 2009. – Т.8. – № 1. – С. 46-52.

4. Автоматизированный анализ криомикроскопических препаратов / С.Ю. Масловский, А.С. Масловский, О.Г. Аврунин, Б. Глассмахер // Галицький лікарський вісник.–2013.– Т. 20, № 1 (2).– С. 60-61.

5. Батько Ю.М. Комп’ютерна система аналізу біомедичних зображень / О. М. Березький, Ю. М. Батько, Г. М. Мельник // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Комп’ютерні науки та інформаційні технології. – 2009. – № 650. – С. 11–18.

6. Шамраева, Е.О. Построение моделей черепных имплантов по рентгенографическим данным / Е.О. Шамраева, О.Г. Аврунин // Прикладная радиоэлектроника. – 2005. – Т. 4, № 4. – С. 441–443.

УДК 615.47

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО СТВОРЕННЯ 3D-ВІДЕОКОНТЕНТУ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ФІЗИЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ

Селіванова К.Г., Носова Я.В., Грохова Г.П., Прісич О.Ю.

Науковий керівник – д.т.н., професор Аврунін О.Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки, кафедра
біомедичної інженерії, м. Харків, Україна

тел. +38(057) 702-13-64, e-mail: karina.selivanova@nure.ua

Physical rehabilitation is a process of returning to physical form after recovery from various injuries is one of the most urgent problems of modern society, which requires the training of specialists in medical and rehabilitation medicine and relevant specialists in the development of appropriate biomedical equipment. Aspects of preparation of 3D content for physical rehabilitation tasks are considered.

Фізична реабілітація – процес повернення у фізичну форму при одужанні після різних травм є одною з найактуальніших проблем сучасного суспільства, що потребує підготовки фахівців з лікувально-реабілітаційної медицини та відповідних спеціалістів з розробки відповідного біомедичного обладнання [1, 2]. При цьому використовуються різні новітні технології з використанням сучасного обладнання та комп'ютерних систем [3, 4]. На сучасному етапі в різні сфери життя впроваджуються різні засоби віртуального моделювання для симуляції або створення додаткових уявлень щодо реальних об'єктів. Такі середовища використовуються при дистанційній роботі з лабораторним обладнанням, при моделюванні складних технічних систем при віртуальному навчанні та в інших сферах [5, 6]. Авторами пропонується підхід, який дозволяв би при виконанні фізичних вправ під час тренувань, або при фізичної реабілітації отримувати більшу інформацію при персоналізованих заняттях в дистанційному режимі. Це можливо за рахунок використання технології 3D-відео [7, 8] при поданні в якості навчального контенту стереозображень для формування повної просторової картини тренувального середовища. Розвитий стерео зір людини дозволяє отримувати додаткову інформацію щодо глибини простору та забезпечити більш точні уявлення про процес виконання фізичних вправ. Крім того, в умовах дистанційного виконання фізичних вправ фактично надається занурення у середовище, що забезпечує ефект присутності. Створення такого контенту передбачає чіткий підбір тренажерів, окремих вправ та їх систем, а також апаратури і підходів, для забезпечення саме якісного реалістичного формату. Для цього при отриманні контенту необхідно розрахувати необхідні відстані до окремих об'єктів середовища з урахуванням геометричних спотворень об'єктивів, стереобазиса та розрізнення зорового апарату людини і сприйняття глибини простору (відстань від камери до центрального об'єкту зйомки повинна

знаходиться в межах півтора-два метри). З точки зору комфортного представлення зображень відео до кожного ока повинно подаватись з розрізненням не менш ніж FullHD та розрахунку відповідних позитивних та негативних паралаксів, які взагалі не повинні перевищувати усередненої величини стереобазиса та знаходитись на більшості кадрів в межах половини стереобазиса. Перспективою роботи є розробка повного дистанційного курсу на основі стерео 3D-контенту для різних завдань фізичної реабілітації.

Список використаних джерел:

1. Павлов С. В., Аврунін О. Г., Злепко С. М., Бодянський Є. В., Колісник П. Ф., Лисенко О. М., Чайковський І. А., Філатов В. О. (2019). Інтелектуальні технології в медичній діагностиці, лікуванні та реабілітації: монографія. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К». – 2019. – 260 с.

2. Semenets, V., Salieieva, A., Avrunin, O., Grishchenko, V., Karpenko, I., & Solntseva, I. (2021). Experience of the organization in Ukraine of the system of training of specialists for prosthetic industry according to international standards. *New Collegium*, 1(103), 19–28. <https://doi.org/10.30837/nc.2021.1.19>

3. Аврунін О.Г., Аверьянова Л.А., Бых А.И., Головенко В.М., Скляр О.И. Методика создания виртуальных средств имитации работы рентгеновского компьютерного томографа. *Техническая электродинамика*. Тем. Вып. Т.5. Киев, 2007. С. 105–110.

4. Семенець В., Каук В., Аврунін О. Впровадження технологій дистанційного навчання у навчальний процес // *Вища школа*. № 5. 2009. С.40-57.

5. Селиванова К.Г., Тимкович М.Ю., Аврунін О.Г. Внедрение multi-touch технологии для реализации интерактивного тестирования в психоневрологии // *Фізичні процеси та поля технічних і біологічних об'єктів: матеріали XVII Міжнародної науково-технічної конференції*. 2018. С. 121-122.

6. Аврунін О.Г., Селиванова К.Г. Разработка метода автоматизированного тестирования мелкой моторики ведущей руки на графическом планшете // *Прикладная радиоэлектроника: науч.-техн. журн*. 2013. Т. 12, № 3. С. 459-465

7. Аврунін О.Г. Можливості 3D-контенту при фізичній реабілітації в дистанційному режимі / О.Г. Аврунін, Г.П. Грохова, О.Ю. Прісич та ін. *Реабілітація та протезування/ортезування XXI століття. Проблематика, перспективи та міжнародні стандарти відновлення рухової активності : Матеріали науково-практ. конф. з міжнародною участю*. Харків: УкрНДІпротезування, 2021. – С. 143-145.

8. Тимкович М. Ю. Можливості відеотехнологій для дистанційної освіти / М. Ю. Тимкович, Я. В. Носова, О. Г. Аврунін // *Інформатика, управління та штучний інтелект. Тези восьмої міжнародної науково-технічної конференції*. – Харків: НТУ "ХПІ", 2021. – С. 130.

УДК 615.832.9-031.1+615.478.7

ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ЛОКАЛЬНОЇ КРІОТЕРАПІЇ

Сердюк І.А.

Науковий керівник – к.психол.н. доцент Кабанцева А.В.

Державний заклад «Науково-практичний медичний реабілітаційно-
діагностичний центр МОЗ України»

м. Костянтинівка, Донецька обл., Україна

тел. (099) 056-76-10, e-mail:irina-serduk@ukr.net

Local cryotherapy is a method of short-term therapeutic effect on a certain area of the body with low temperatures. Installations for local cryotherapy are divided into the following types: cryoinstallations on thermoelectric modules; cryoinstallations with liquid refrigerant (nitrogen) and installations for local air cryotherapy. The latter ensure the cooling of atmospheric air to low temperatures and the supply of a dried air stream to any part of the body. The advantage of devices for local air cryotherapy is the better tolerability of the procedures and a softer action.

Локальна кріотерапія – це метод фізіотерапії, що полягає у впливі твердими, рідкими або газоподібними холодоагентами для відведення тепла від окремих ділянок поверхні тіла людини таким чином, щоб температура тканин знижувалася в межах їх кріостійкості та не відбувалося значних зрушень терморегуляції організму [4].

Установки для локальної кріотерапії залежно від робочого середовища поділяються на такі типи: кріоустановки на термоелектричних модулях; кріоустановки з рідким холодоагентом (азот) та установки для локальної повітряної кріотерапії.

Застосування протягом кількох десятиліть рідкого азоту для локальної кріотерапії виявило ряд істотних недоліків цієї технології: висока ймовірність обморожень, дискомфорт (особливо при впливі на чутливі зони), труднощі дозування та регулювання кріопроцедури, необхідність постійного поповнення, зберігання та велика витрата рідкого азоту. Перевагою апаратів, що використовують для охолодження газу (хлоретил, вуглекислий газ, рідкий азот) є висока швидкість охолодження.

Нині інтерес лікарів зосереджений на локальній повітряній кріотерапії, охолодженні певної ділянки тіла повітряним потоком, яка забезпечує найбільш ефективне та комфортне з усіх кріоагентів охолодження будь-яких частин тіла та відповідно максимальну знеболювальну дію [1, 2, 3].

Фізіотерапевтичні апарати для локальної повітряної кріотерапії забезпечують подачу охолодженого, осушеного, регульованого повітряного струменя з температурою від -30°C до -60°C за допомогою гнучкого шланга через змінні сопла на будь-яку ділянку тіла. Недоліком

цього апаратури є низька швидкість охолодження.

Для проведення локальної повітряної кріотерапії призначені мобільні установки «КріоДжет», «CrioAir», «Cryoflow», що забезпечують охолодження атмосферного повітря до низьких температур і подачу осушеного повітряного струменя на будь-яку ділянку тіла. Вищезазначені мобільні установки для локальної повітряної кріотерапії забезпечують подачу охолодженого до -32°C , -40°C або -60°C атмосферного повітря у вигляді осушеного повітряного струменя по гнучкому шлангу на будь-яку ділянку тіла, при цьому потужність повітряного потоку і час можна варіювати за допомогою сенсорної панелі. Установки підключаються до побутової електричної мережі, готові до роботи через 30 хвилин після увімкнення та мають режим очікування. У комплект входять 2 змінні насадки та 3 змінні наконечники для вибору оптимальної дії. Установки мають замкнутий холодильний цикл, не вимагають заміни судин холодоагенту, інших витратних матеріалів та спеціального обслуговування. Відрізняються більшою складністю конструкції[2].

Локальна повітряна кріотерапія є представником найкращих сучасних технологій фізіотерапії у ряді аналогів попередників, що значно відрізняється від своїх прототипів за рядом найважливіших характеристик, насамперед – щодо ефективності та безпеки для пацієнта. Перевагою апаратів для проведення локальної повітряної кріотерапії є краща переносимість процедур і більш м'яка дія, оскільки теплоємність і теплопровідність у повітряного середовища нижча, ніж у твердих і рідких охолоджувачів, а також відсутність витратного матеріалу.

Висока ефективність методу, поєднання з медикаментозною терапією та іншими факторами фізичного впливу, широкий профіль терапевтичних ефектів і показань до нього, доведені в дослідженнях російських та закордонних авторів, ставлять локальну повітряну кріотерапію у низку незамінних методик, рекомендованих для лікування, профілактики та реабілітації пацієнтів.

Список використаних джерел:

1. Гольцев, А.Н., Панченко, О.А., Баранов, А.Ю., &Кутько, И.И. (2014). Криотерапия: инновационные подходы в медицине. Новости медицины и фармации, 7–8, 10–12.
2. Панченко, О. А. (2013). Криотерапия.
3. Панченко, О. А. (2019). Методология применения криотерапии во врачебной практике. Проблемы кріобіології та кріомедицини, 29(2), 137–147.
4. Посипенко, О. Б., Стельмах, Г. О., &Бакалюк, Т. Г. (2020). Ефективність впливу локальної кріотерапії при м'язових порушеннях. Медсестринство, 3, 35–37.

УДК376.2

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ГЛИБИННОГО НАВЧАННЯ У РОЗРОБЦІ НАВІГАЦІЙНИХ ПОМІЧНИКІВ ДЛЯ НЕЗРЯЧИХ ЛЮДЕЙ

Соколов А. А.

Науковий керівник – д.т.н., професор Аврунін О.Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. БМІ,
м. Харків, Україна

тел. +380672618267, e-mail: andrii.sokolov@nure.ua

This work is devoted to portable orientation systems for blind people. It discusses the idea of a portable device architecture, the necessary tasks for its implementation, and the ideas of experiments to test and select the most optimal neural network model and the number of object classes for the task of navigation for blind people.

У світі налічується понад 39 мільйонів повністю сліпих людей, де 5,9 млн. налічується в Африці, 3,2 млн. в Америці та 2 млн.[1] в Європі. Сліпі люди мають значні обмеження у повсякденному житті, в основному щодо їхньої мобільності. Хоча вони часто здатні вивчити певні маршрути (наприклад, як дістатися найближчого магазину чи станції), ця здатність далека від поняття вільного переміщення. Необхідно, щоб незрячі люди були здатні виявляти перешкоди, розташовані на їхньому пішохідному шляху, уникати їх і успішно слідувати за своїм маршрутом.

Штучний інтелект знаходить все більш широке застосування у різних галузях, а сучасні обчислювальні можливості дозволяють використовувати нейронні мережі в реальному часі на мікроконтролерах і смартфонах. Застосування нейронних мереж використовується шляхом обчислення у хмарі та на пристрої.

Обчислення у хмарі дозволяють використовувати будь-які моделі різної складності, але потребують постійного Інтернет-з'єднання та плати за використання хмарних ресурсів. Моделі, що виконуються на пристрої, обмежені пам'яттю пристрою і не завжди здатні реалізувати необхідне співвідношення швидкодії та точності.

З метою створення портативної навігаційної системи для сліпих, пропонується використовувати камеру глибини та обчислювальні ресурси смартфона. Маючи карту глибини та кадри з відеокамери, надається можливість детектувати об'єкти у кадрі та розрахувати відстань до них[2]. Після чого можна проінформувати користувача про тип перешкоди та відстань до нього. Залежно від дистанції до перешкоди, з різною інтенсивністю та/або частотою, відповідні пікселі навігаційної матриці створить просторове уявлення про навколишнє середовище. Така конструкція дозволить людині користуватися рукою, наприклад, щоб утримувати білу тростину [3].

Інформація користувача відбуватиметься за допомогою спеціального модуля зворотного зв'язку, у вигляді браслету з матрицею ERM-моторів, що забезпечують тактильний відгук для користувача. Вибір ERM-моторів заснований на більш простій схемі організації живлення, немає потреби в драйверах та змінному струмі[4-6].

Перспективою роботи є проведення серії експериментів з модулем камери OV2640 та моделями із зоопарку TensorflowLite, такими як EfficientDet, SSD MobileNet, Faster R-CNN, YOLO та ін. Необхідно оцінити якість розпізнавання об'єктів, що перекриваються на зображенні різними моделями. Також планується провести опитування незрячих людей для виявлення необхідних класів для завдання навігації незрячих людей з перспективою тонкого налаштування найефективніших моделей[5]. Головною вимогою до моделі є точність детектування об'єктів, і для коректної роботи достатньо аналізувати кадр один раз у 0,5 -1 секунду.

Список використаних джерел:

1. Koul, A., Ganju, S., & Kasam, M. (2019). Practical Deep Learning for Cloud, Mobile, and Edge.
2. Соколов А. А. Методи реалізації тактильного зворотного зв'язку у медичних пристроях / А. А. Соколов, О. Г. Аврунін // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тезидоповідей XXX міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2022, 19-21 жовтня 2022 р.– Харків :НТУ «ХП», 2022. – С. 908.
3. Соколов А. А. Перспективи розробки системи просторової орієнтації для незрячих людей / А. А. Соколов, О. Г. Аврунін, А. М. Соколов // Авіація, промисловість, суспільство : матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Кременчук, 12 трав. 2022 р.) / МВС України, Харків. нац. ун-т внутр. справ, Кременчуц. льотний коледж., Наук.парк «Наука та безпека». – Харків : ХНУВС, 2022. – С. 287-290.
4. Соколов А. А. Розробка системи орієнтації для незрячих людей / А. А. Соколов, О. Г. Аврунін, А. М. Соколов // Медико-психологічні аспекти реабілітації й абілітації в епоху турбулентності. Збірник наукових праць за загальною редакцією Заслуженого лікаря України, професора О.А. Панченка. 2021. Київ. КВІЦ. . – С.295-298.
5. Sokolov A. Architectures of Portable Systems for Orientation of the Blind / Andrii Sokolov, Oleg Avrunin, Andrii Sokolov // IV International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA-2022), Kharkiv, Ukraine, 2022, pp. 39-40. DOI: 10.35598/mcfpga.2022.014
6. O. Avrunin, S. Sakalo and V. Semenec, "Development of up-to-date laboratory base for microprocessor systems investigation," 2009 19th International Crimean Conference Microwave & Telecommunication Technology, Sevastopol, 2009, pp. 301- 302.

УДК 004.896: 57.089

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ – СУЧАСНИЙ ІНСТРУМЕНТ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Склярів Г.В.

Науковий керівник – д.т.н., с.н.с. Склярів В.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, кафедра ІВТ,
м. Харків, Україна

тел. +38(098) 097-45-22, e-mail: george.skliarov@gmail.com

The medicine of the future depends on the development of artificial intelligence, robotics and biotechnology. Artificial intelligence is used in many areas, and medicine is considered one of the most promising for using its capabilities. This work is devoted to on the ability to application of systems of artificial intelligence to the solving the problems of aging and longevity. On the basis of the possibilities of the most popular bioinformatics packages with an open code, there is an application of the best way for the completion of the tasks of biomedical engineering.

На тлі епідемії коронавірусу виразно виявляється суспільна потреба, соціальне замовлення та всеосяжний інтерес до біології, біотехнології та медицини. Штучний інтелект стає невід’ємним атрибутом сучасного світу, керованого технологіями та даними. Штучний інтелект, робототехніка та біотехнології є магістральними напрямками досліджень, від яких залежать і майбутні успіхи фундаментальної медицини.

Biopython – це найбільший та найпопулярніший пакет біоінформатики з відкритим вихідним кодом. Biopython – містить модулі, які надають функції для роботи з послідовностями ДНК, РНК та білковими послідовностями. Модулі Biopyth дозволяють виконувати пошук мотивів у білкових послідовностях, аналіз геномних даних, швидке маніпулювання масивом, яке можна використовувати у кодї кластера, виконують візуалізацію та аналіз білків тощо. Biopython сполучається з такими модулями, як BioPerl, BioJava, BioJS, BioDAS, BioLisp та BioRuby, які полегшують розробку скриптів для завдань біоінформатики [1, 2].

Вивчаючи проблеми старіння та довголіття (aging and longevity), особливий інтерес представляє вивчення трьох основних біологічних макромолекул, які необхідні для нашого життя, це ДНК (дезоксирибонуклеїнова кислота), РНК (рибонуклеїнова кислота) та білок. ДНК вважається "світлокопією" клітини. Вона забезпечує зберігання, передачу з покоління в покоління і реалізацію генетичної програми розвитку й функціонування живих організмів. РНК діє як «фотокопія ДНК» у клітині. Молекула ДНК упакована в ниткоподібні структури, які називаються хромосомами. Кожна хромосома складається з ДНК, що щільно обмотана багато разів навколо білків, які підтримують її структуру.

Динамічні структури кінців хромосом - теломери - захищають стабільність геному. Відомо, що теломери є однією з основних детермінант старіння та довголіття у людини. Існує пряма кореляція між довжиною теломіру, тривалістю життя, стресом, пошкодженням ДНК та початком захворювань, пов'язаних із старінням. Оскільки теломіри реагують, як на позитивні, так і на негативні фактори здоров'я, необхідно мати можливість безпосередньо впливати на обмін теломірів, уповільнювати їх погіршення та зменшувати старіння й намагатися продовжувати життя та зміцнювати здоров'я. Численні дослідження вказують на накопичення застарілих клітин, як основну причину старіння та пов'язані зі старінням захворювання, що спостерігаються у різних організмах [3].

Модельні рішення, які надає Biopython, дозволяють виконувати вимірювання довжини теломіру у периферійних лейкоцитах, що добре корелює з довжиною теломірів в інших тканинах організму. Використовується середня довжина теломіру, як надійний біомаркер для прогнозування міцності здоров'я та тривалості життя, як у людей, так і у тварин. Тому, крім вимірювання середньої довжини теломірів, важливо стежити за змінами довжини теломірів протягом часу, а також кількості коротких теломірів у загальній пробі [4].

Особливий інтерес викликає той факт, що навколишнє середовище та спосіб життя впливають на обмін теломірів. З літературних наукових джерел відомо, що на підґрунті досліджень фізичного стану приматів та людей, було відкрито нові перспективи щодо боротьби зі старінням та хворобами, які провокують старіння у людини. Крім того, дослідження та вивчення таких захворювань як рак, діабет 2 типу та ішемічної хвороба серця встановили, що їх періодичність, може бути зменшена більш ніж у 2 рази, в залежності від способу життя. Це означає, в першу чергу, введення дієти проти старіння і помірні, але регулярні фізичні навантаження [5].

Список використаних джерел:

1. Chapman, B. and Chang, J. (2000) Biopython: Python tools for computational biology. *ACM SIGBIO Newslett.*, 20, 15–19.
2. Stajich, J.E. et al. (2002) The Bioperl toolkit: Perl modules for the life sciences. *Genome Res.*, 12, 1611–1618.
3. Bodnar AG, Ouellette M, Frolkis M, et al. Extension of life-span by introduction of telomerase into normal human cells. *Science*. 1998; 279:349–352. doi:10.1126/science.279.5349.349
4. Vera E, Blasco MA. Beyond average: potential for measurement of short telomeres. *Aging [Albany NY]*. 2012;4: 379–392. doi:10.18632/aging.100462
5. Gardner JP, Kimura M, Chai W, et al. Telomere dynamics in macaques and humans. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2007; 62:367–374. doi:10.1093/gerona/62.4.367

ОСОБЛИВОСТІ АНАЛІЗУ ОНКОЛОГІЧНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ МОЛОЧНИХ ЗАЛОЗ

Степанченко К.І.

Науковий керівник – к.т.н., доцент Селіванова К.Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
кафедра біомедичної інженерії, м. Харків, Україна

тел. +38(066) 274-83-48, e-mail: kristina.stepanchenko@nure.ua

Breast cancer is found in all countries of the world in women of any age after reaching puberty but at an older age the level of incidence increases. The breast cancer treatment can be highly effective, especially when the disease can be detected at an early stage. Breast cancer treatment is often combined, including surgical surgery to remove tumors, radiation therapy, and drug treatment (hormonal therapy, chemotherapy, and targeted biological therapy), which are aimed at treating microscopic forms of cancer, spreading through the bloodstream of the breast. Such an approach to treatment saves a life.

Онкологічні захворювання молочної залози стали однією зі світових проблем останніх десятиліть, що потребує негайного вирішення. Щорічно у світі реєструється понад 1 мільйон випадків раку молочної залози (РМЗ). У структурі онкологічної захворюваності жінок РМЗ майже у всіх економічно розвинених країнах посідає 1 рангове місце.

За останні роки відзначається різке зростання кількості пацієнок, які звертаються до лікувальних закладів щодо доброякісних захворювань молочних залоз. Найбільш частими серед них є різні форми мастопатії, на які страждають 20-60% жінок, частіше у віці 30-50 років. Наразі відомо, що злоякісні утворення молочних залоз зустрічаються в 3-5 разів частіше на тлі доброякісних захворювань молочних залоз та у 30% випадків при вузлових формах мастопатії з явищами проліферації [1-2].

Метою роботи є виконати порівняльний аналіз найпоширеніших методів діагностики онкологічних захворювань МЗ.

У роботі був проведений аналіз ефективних методів діагностики РМЗ: маммографія, УЗД, КТ, МРТ, ПЕТ.

Маммографія – це рентгенівський знімок, який дозволяє лікарям виявити зміни в молочній залозі жінки, починаючи з ранніх стадій. Щоб отримати якісне зображення, груди поміщають на нижню пластину машини, а верхня опускається та стискає молочну залозу на кілька секунд. Далі ця операція повторюється у іншій площині, у результаті - інформативне зображення у двох проєкціях. УЗД молочних залоз – розповсюджений метод швидко та безпечно обстежити груди. Адже до 80% жінок страждають на хвороби грудей (мастопатія), на тлі яких розвивається рак молочних залоз. УЗД МЗ є абсолютно безболісним і безпечним для пацієнта, і проводиться амбулаторно, дозволяє визначити не тільки наявність новоутворень, а й дізнатися злоякісні вони чи ні.

КТ молочних залоз, при якому оцінюються не тільки молочні залози, а й усі групи лімфатичних вузлів, куди пухлина може метастазувати (надключичні, підключичні, пахвові, парастернальні, лімфатичні вузли середостіння та контралатеральні). Також обов'язково оцінюються шкіра молочних залоз, підшкірна клітковина, сосок, грудні м'язи, кістки, легені, судини органів грудної клітки та внутрішньогрудні лімфатичні вузли. Виявляються всі можливі зміни.

МРТ молочної залози дає детальну інформацію про локалізацію пухлини, її розмір та місцеве поширення. МРТ також дозволяє побачити метастази, яких не видно під час мамографії. Це можуть бути метастази у тій же молочній залозі, де первинна пухлина або в іншій залозі. Цей метод також дає важливу інформацію онкопластичному хірургу при плануванні органозберігаючої операції.

ПЕТ молочної залози забезпечує онкологів додатковою інформацією для поліпшеного планування характеру і обсягу хіміотерапії, що проводиться. Також цей діагностичний метод надає лікарям цінну інформацію щодо оптимальної локалізації впливу під час променевої терапії. Дані, що надаються ПЕТ, служать для вироблення персоналізованого лікування, що враховує індивідуальні особливості пухлин конкретної пацієнтки. Як правило, метаболічні зміни відбуваються раніше, ніж анатомічні. У разі коли ПЕТ виявляє значне зниження споживання тканинами радіофармпрепаратів (діагностичних препаратів, які служать для виявлення ракових пухлин), це свідчить про ефективність лікування.

Таким чином, порівнявши методи діагностування онкологічних захворювань молочних залоз, можна виділити найінформативніші - це МРТ, КТ дослідження для виявлення раку на ранніх стадіях, а вже під час лікування застосовується ПЕТ. Профілактичними методами для щорічних обстежень молодшої жінки є УЗД, а вікової - мамографія. Від стадії захворювання та розміру пухлини залежить обсяг лікування – чим раніше виявлено захворювання, тим простіше та легше проводити ефективне лікування.

Список використаних джерел:

1. Старенький, В. П. Апарати дистанційної променевої терапії [Текст] : навч. посіб. / В. П. Старенький, Л. О. Авер'янова ; Мін-во освіти і науки України, Харків. нац. ун-т радіоелектроніки, каф. біомед. інженерії. — Харків : Планета-Прінт, 2015. — 160 с. : іл.

2. Місоченко С. Ю. Дослідження використання вірогіднісних методів у сфері обробки біомедичних зображень / С. Ю. Місоченко, К. Г. Селіванова, О. Г. Аврунін // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей ХХХ міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2022, 19-21 жовтня 2022 р. – Харків : НТУ «ХП», 2022. – С. 902.

КАРТУВАННЯ КТ-ПАРАМЕТРІВ ХРЕБЦІВ ЛЮДИНИ У НОРМІ

Філімонов С.О.

Науковий керівник –к.т.н., доцент Авер'янова Л.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, кафедра БМІ,
м. Харків Українател: (099) 444-14-80), e-mail:serhii.filimonov@nure.ua

At the moment, the relevance of studying systemic changes in bone structures according to tomographic studies is justified by the wide interest of scientists in a certain topic and the practical need to solve this problem. The creation of tools for assessing the individual parameters of bone structures based on CT in combination with other research methods creates the possibility of a comprehensive assessment of the bone status of a person and early detection of signs of both systemic disorders and local pathological lesions of human bones.

Сучасні методи неінвазійних візуалізаційних досліджень кісткових структур широко застосовуються у різних галузях медицини, проте їх результати недостатньо систематизовані та обґрунтовані [1]. Традиційно при дослідженні кісткового статусу людини перевага надається рентгенівським методам візуалізації з подальшим кількісним аналізом параметрів кісток за їх цифровим рентгенівським зображенням. Особливий інтерес нині прикутий до рентгенівської комп'ютерної томографії з точки зору можливості поглибленої кількісної оцінки морфологічних змін у кістках. Найчастіше така оцінка проводиться щодо кісток хребта та кульшового суглобу.

Проведено попередній аналіз наявних даних щодо визначення КТ-чисел для різних відділів хребта у нормі (табл.1, рис. 1)[1, 2]. Також є відомості щодо вікових та статевих змін КТ-чисел хребта людини (рис.2)[2].

Таблиця 1 -Шкаливизначених чисел Хаунсфілда для хребців[1,2]

хребець	HU min [1]	HU max [1]	HU 1 [2]	HU 2 [2]	HU 3 [2]
L 1	95,2	176,6	149,9	170,5	236,3
L 2	98,7	165,9	170,4	169,2	234,3
L 3	93,3	164,3	161,8	166,8	227,3
L 4	94,6	167,7	175,3	167,7	229,7
L 5	98,4	164,4	180,5		242,6

Розбіжності у наведених даних свідчать проте, що для створення нормалізованої шкали насамперед необхідно уніфікувати методику вибору зон вимірювання HU та враховувати вікові морфологічні зміни кісток.

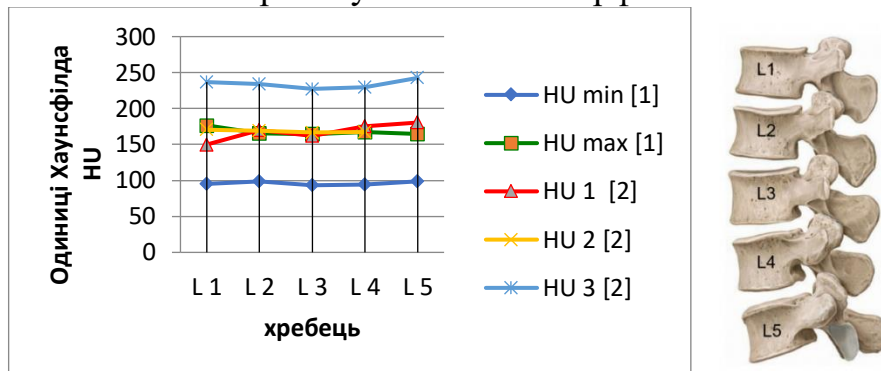


Рисунок 1 - Діапазон чисел Хаунсфілда для хребців L1–L5[1,2]

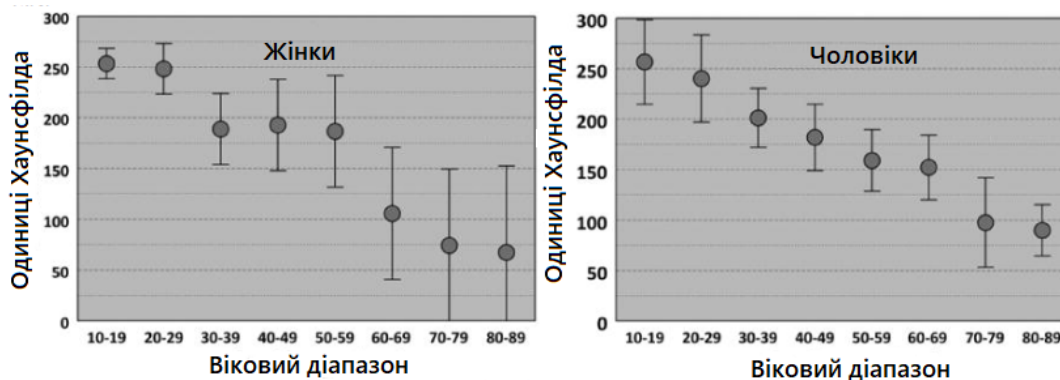


Рисунок 2 - Діапазони чисел Хаунсфілда у віковому та статевому аспекті [2]

Створення засобів оцінки індивідуальних параметрів кісткових структур на основі КТ має базуватись на порівнянні зі шкалою нормативних значень, що створює можливість комплексної оцінки кісткового статусу людини та раннє виявлення ознак як системних порушень, так і локальних патологічних уражень кісток людини.

Список використаних джерел:

1. Buenger, F., Sakr, Y., Eckardt, N. et al. Correlation of quantitative computed tomography derived bone density values with Hounsfield units of a contrast medium computed tomography in 98 thoraco-lumbar vertebral bodies. Arch Orthop Trauma Surg 142, 3335–3340 (2022). <https://doi.org/10.1007/s00402-021-04184-5>
2. Schreiber, J. J., Anderson, P. A., & Hsu, W. K. (2014). Use of computed tomography for assessing bone mineral density, Neurosurgical Focus FOC, 37(1), E4. Retrieved Nov 7, 2022, from <https://thejns.org/focus/view/journals/neurosurg-focus/37/1/article-pE4.xml>

УДК 615.47

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ СИЛОВОГО МОДУЛЮ В МАГНІТНІЙ НЕЙРОХІРУРГІЧНІЙ СИСТЕМІ

Цзяо Ханькунь ¹

Наукові керівники: д.т.н., проф. Аврунін О.Г.¹, д.м.н. проф. П'ятикоп В.О.²

¹Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. БМІ,
м. Харків, Україна, тел. +38(057) 702-13-64, e-mail: jiao.hankun@nure.ua

²Харківський національний медичний університет, кафедра нейрохірургії,
м. Харків, Україна

The paper considers the issue of substantiation of the design of the power module in the magnetic neurosurgical system. When performing minimally invasive surgical interventions on the human brain, the issue of low-traumatic access to target structures is relevant. One such approach is remote control of a stereotaxic instrument using an external magnetic field. Such a force field can be created by a system of either fixed or moving magnetic coils. The last approach with moving magnetic coils is considered in the paper.

В сучасній нейрохірургії актуальними є підходи щодо забезпечення малоінвазивного доступу до глибинно-розташованих внутрішньо мозкових структур [1, 2]. Такий підхід називається стереотаксичним і передбачає локальний вплив на окремі області [3, 4]. Для цього використовуються складні системи нейровізуалізації [5, 6] та нейронавігації [7, 8]. Одним з найперспективніших підходів при цьому є так звані магнітні стереотаксичні (нейрохірургічні) системи, які дозволяють використовувати дистанційний силовий вплив магнітного поля для руху хірургічного інструмента за гнучкою траєкторією [9, 10]. Тому, в роботі розглядається питання обґрунтування конструкції та дослідження роботи силового модулю в магнітній нейрохірургічній системі. Силове поле в таких системах можливо створювати системою або нерухомих, або рухомих магнітних котушок [9, 10].

В роботі пропонується створення необхідного градієнта силового магнітного поля системою декількох (бажано, 6-ти) рухомих постійних магнітів діаметром близько 100 мм та товщиною 10 мм. Постійні магніти встановлюються на платформи, які можуть переміщуватися за допомогою крокових двигунів під управлінням з мікроконтролеру типу Arduino. На дистальній частині хірургічного інструменту встановлюється постійний магніт діаметром 2÷3 мм. Інструмент може являти собою гнучкий катетер. Експериментальна установка з використанням в якості модельного середовища желатину дозволила встановити можливість забезпечення руху хірургічного інструменту зі швидкістю до 10÷15 мм/с. Проводиться обґрунтування необхідності синхронного, або незалежного переміщення котушок для формування запланованої траєкторії хірургічного інструменту. Така система дозволить в подальшому

забезпечувати високоточний доступ до глибинних структур головного мозку за довільною гнучкою траєкторією.

Перспективою роботи є вдосконалення системи управління для узгодженого руху магнітів, що змогло би забезпечувати переміщення хірургічного інструмента вздовж запланованої траєкторії за інтерактивно введеними точками згідно з навігаційними параметрами.

Список використаних джерел:

1. Аврунин О.Г. Принципы компьютерного планирования функциональных оперативных вмешательств / О.Г. Аврунин // Технічна електродинаміка, тем випуск «Силовая електроніка та енергоефективність». – 2011. – Ч. 2. – С. 293–298.

2. Сипитый В.И., Пятикоп В.А., Кутовой И.А., Аврунин О.Г. Опыт проведения стереотаксических расчетов с использованием интраоперационной компьютерной томографии / В. И. Сипитый, В. А. Пятикоп, И. А. Кутовой, О. Г. Аврунин // Український нейрохірургічний журнал.– 2006. – № 3. – С. 58–62.

3. Аврунин О. Г. Определение степени инвазивности хирургического доступа при компьютерном планировании оперативных вмешательств / О. Г. Аврунин, М. Ю. Тымкович., Х. Фарук. Бионика интеллекта. 2013. № 2 (81). С. 101–104.

4. Аврунін О.Г., Безшапочний С.Б., Бодянський Є.В., Семенець В.В., Філатов В.О. Інтелектуальні технології моделювання хірургічних втручань. Харків : ХНУРЕ, 2018. – 224 с.

5. Аврунин О.Г. Методы визуализации внутримозговых структур на современном этапе / О.Г. Аврунин, В.В. Семенец, А.Б. Щербакова // Радиоелектроника и информатика. 1999. № 4(9) С. 107-108.

6. Аврунин О.Г. Принципы построения автоматизированных нейрохирургических комплексов / О.Г. Аврунин, Т.В. Носова// Вестник НТУ «ХПИ». –2007, № 19. – С. 3–11.

7. Аврунин О.Г. Этапы развития стереотаксического метода / О.Г. Аврунин, С.Ю. Масловский, В. А. Пятикоп, В. В. Семенец // Експериментальна і клінічна медицина.– 2001.– № 1.– С. 125-127.

8. Аврунин О.Г. Визуализация вентролатерального ядра таламуса головного мозга человека / О. Г. Аврунин, В. В. Семенец, С. Ю. Масловский// Радиоелектроника и информатика.– 1998.– № 1/(2). –С. 132–134.

9. Аврунин О.Г. К вопросу об определении силовых характеристик поля в системах магнитного стереотаксиса/Аврунин О.Г., В.В. Семенец // Радиотехника.– 2001.– № 117.–С.121–124.

10. Аврунин О.Г. Определение закона движения хирургического инструмента в системах магнитного стереотаксиса // АСУ и приборы автоматики. – 2000. – № 113. – С.18–23.

УДК 615.47

МЕТОД ЕНДОПРОТЕЗУВАННЯ СУГЛОБІВ КИСТІ ЛЮДИНИ

Чечель Т.О.

Науковий керівник – к.т.н., доцент Носова Т.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, кафедра БМІ,

м. Харків, Україна

тел. +38(066)774-63-15, e-mail: taras.chechel@nure.ua

Metacarpophalangeal interphalangeal and joints play an important role in the function of the hand as an organ of labor and self-care. The frequency of joint injuries of this localization reaches 32% in the structure of hand injuries, and unsatisfactory consequences are associated with the severity of the injury. Metacarpophalangeal joints arthroplasty shows good functional results enabling to eliminate the pain syndrome, improve social adaptation of a patient and cosmetic view of the hands.

Кисть руки людини – це орган складної анатомічної будови, тонкої фізіологічної функції та координованих рухів. Як одна з найбільш функціонально навантажених систем кисть та її чисельні анатомічні структури пошкоджується досить часто. Пошкодження п'ястно-фалангових і між фалангових суглобів складають до 60% серед усіх травм кисті [1].

Ендопротези суглобів виготовляють з титану, кераміки та силікону [2]. Методика ендопротезування суглобів кисті заснована на установці протеза в кістку, який фіксується м'якими тканинами. Ендопротезування не використовується, як можливість відновлення рухливості суглобів кисті після отриманих травм. Оскільки в такому випадку, часто страждають і сухожилля. Цей метод частіше спрямований на категорію пацієнтів старшого віку. Через те, що протез не передбачає фізичної активності.

Нові можливості в реабілітації хворих із післятравматичними остеоартрозами, внутрішньосуглобовими переломами і дефектами суглобів відкриваються із розвитком методу ендопротезування, використання якого дозволяє відновити втрачену функцію кисті та значно скоротити відсоток стабілізаційних втручань на суглобах пальців кисті [3]. Метод ендопротезування суглобів уже багато років широко застосовується в Україні. За останнє десятиліття провідними вченими нашої країни, фахівцями з ендопротезування суглобів, зроблено значний науковий та практичний внесок у розвиток цього напрямку [4]. Ендопротезування міжфалангових суглобів пальців і п'ястнофалангових суглобів кисті повертає пацієнтів до звичного способу життя, позбавляє від багаторічного болю.

Утримуються від установки імплантату, якщо не можна виключити підвищене навантаження на суглоб. Оскільки в подібному випадку, всупереч очікуванням пацієнтів, операція не виявиться досить ефективною, також з часом можуть посилитися біль, деформація і нестабільність суглоба. Міжфалангові ендопротези призначені як для

цементної, так і для безцементної фіксації. Виконання ендопротезування дозволяє успішно вирішити проблему усунення больового синдрому, а також досягти оптимального обсягу та біомеханіки рухів в інструментованому суглобі, а з розвитком технологій цей метод оперативного лікування може стати операцією вибору при внутрішньосуглобових переломах фалангового суглоба. Подальше вдосконалення ендопротезування має враховувати оптимальний діапазон рухів, високу стабільність при осьових навантаженнях, функцію сухожилів, надійність фіксації, простоту здійснення оперативних прийомів, біологічну сумісність, потенційну можливість реставрації параартикулярних тканин [5, 6]. Удосконалення конструкції ендопротезів потребує продовження наукових пошуків із застосуванням прикладних розробок і методів біомеханіки, 3D-моделювання та проведення експериментального дослідження.

Список використаних джерел:

1. Маметьєв А. О. Проблемні питання теорії і практики ендопротезування суглобів пальців кисті (Огляд літератури) / А. О. Маметьєв, Л. Ю. Науменко // Вісник ортопедії, травматології та протезування. – 2021. – № 2 – С. 73-79.

2. Салєєва А. Д., Солнцева І. Л., Белєвцова Л. О., Носова Т. В., Семенець В. В. Виробничі технології та матеріали: Навч. посібник / А. Д. Салєєва, І. Л. Солнцева, Л. О. Белєвцова, Т. В. Носова, В. В. Семенець. – Харків: ХНУРЕ, 2022. – 92 с.

3. Elherik FK, Dolan S, Antrum J, Unglaub F, Howie CR, Breusch SJ. Functional and patient-reported outcomes of the Swansonmetacarpophalangeal arthroplasty in the rheumatoid hand. Arch Orthop Trauma Surg. – 2017. – 137(5). – pp. 725-731. DOI:10.1007/s00402-017-2675-1.

4. Салєєва А. Д., Аврунін О. Г., Петров В. Г., Носова Т. В., Баєв П. О., Півоваров В. В., Карпенко І. В., Корнєєв С. В. Конструювання та технології виготовлення ортезів на хребет: навч. посібник. – Харків: ХНУРЕ, 2022. – 176 с.

5. Носова Т. В. Про необхідність розробки тренувально-реабілітаційної системи для людей з обмеженими можливостями / Т. В. Носова, Т. В. Жемчужкіна, К. І. Резуненко // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2020, 28-30 жовтня 2020 р.: у 5 ч. Ч. II./за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХП». – С. 357.

6. Павлов, С. В., Аврунін, О. Г., Злепко, С. М., Бодянський, Є. В., Колісник, П. Ф., Лисенко, О. М., Чайковський, І. А., Філатов, В. О. (2019). Інтелектуальні технології в медичній діагностиці, лікуванні та реабілітації: монографія. С. В. Павлов, О. Г. Аврунін (ред). Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К». – 260 с.

УДК 621.3

МЕТОД БІОІМПЕДАНСНОГО АНАЛІЗУ СТАНУ ПАЦІЄНТА

Черкаський І.С.

Науковий керівник – к.т.н., доцент Кухаренко Д.В.

Кременчуцький національний університет імені Михайла

Остроградського, каф. КІЕ, м. Кременчук, Україна

тел. +38(096) 176-81-93, e-mail: dkuch100@gmail.com

Measuring the electrical conductivity of biotissues is used in medicine to determine their electrophysical properties. Research and analysis of such properties allows improving diagnostic technologies for treating patients. The method of bioimpedancemetry allows to analyze the state of the biological environment at the structural level by only one indicator - impedance. A review of the literature and an in-depth analysis of methods and means of building devices for bioimpedance analysis of the patient's condition were conducted. Special attention is paid in the work to the diagnosis of the affected skin surface, for example, hemangioma.

Вимірювання електропровідності біотканин використовується в медицині для визначення їх електрофізичних властивостей. Дослідження та аналіз таких властивостей дозволяє покращувати діагностичні технології лікування пацієнтів. Важливою властивістю живої біотканини є здатність поляризації її складових елементів (тканинних шарів, клітин). Непошкоджені клітини мають високу поляризаційну ємність. Електричний імпеданс біотканин залежить від частоти вимірювального струму по ємнісному типу. В теперішній час широко застосовуються одночастотна, двочастотна та багаточастотна імпедансометрія в різних областях клінічної медицини: доопераційної діагностики – для виявлення відкритих та внутрішньотканинних структурних патологій малого об'єму (в тому числі, в оториноларингології, гінекології, при обмороженнях, опіках і таке інш.); інтраопераційній діагностиці – для виявлення пухлин та визначення їх меж, зниження крововтрат при хірургічних втручаннях. Для визначення імпедансу біотканини система вимірювання передбачає реєстрацію струму та напруги в колі електродів.

Метод біоімпедансометрії дозволяє проводити аналіз стану біологічного середовища на структурному рівні лише по одному показнику – імпедансу [1-3]. Інформативність цього показнику та супутніх розрахункових параметрів електропровідності біологічної тканини буде розглядатися на запропонованому пристрої. Результати досліджень покажуть ефективність діагностики поточного стану біологічної тканини та можливості диференціації стадій розвитку гемангіоми.

Реєстрація імпедансу відбувається шляхом підключення об'єкту дослідження до вимірювальної системи. Підключення пацієнтів за для

комплексної оцінки їх стану тіла зазвичай відбувається за загальноприйнятими схемами (рис. 1.1) [1].

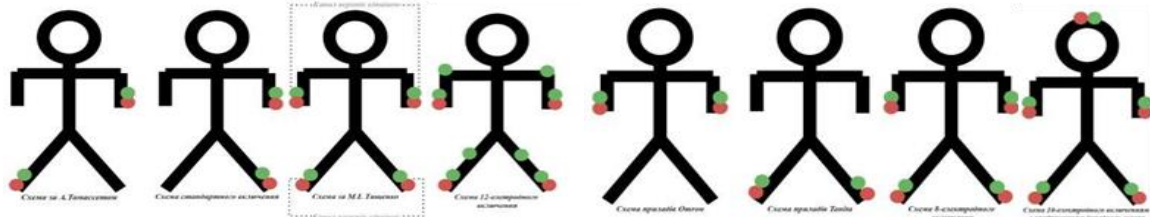
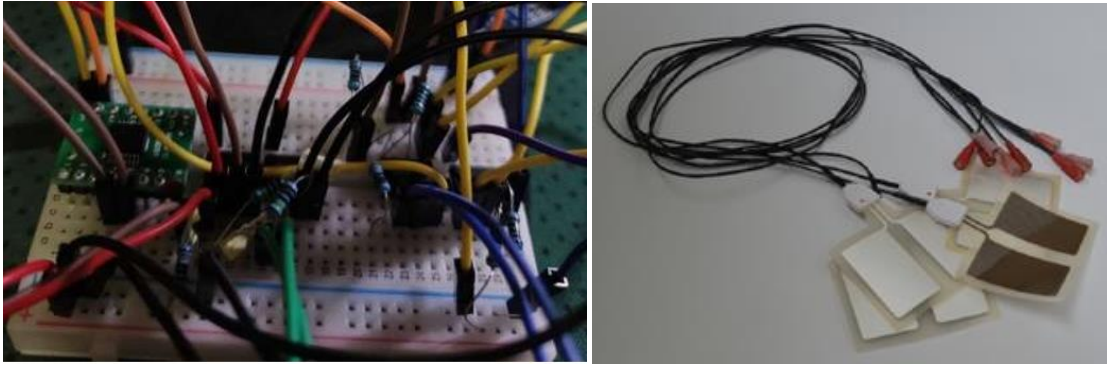


Рисунок 1.1 – Загальноприйняті схеми підключення пацієнтів для оцінки стану таскладу тіла для відомих методик реєстрації імпедансу

Найпершою схемою в імпедансометрії була схема А.Томмассета, по якій відбувається вимірювання за схемою LN/LN. До області дослідження входить значна частина тулуба, руки та ноги, через що існує можливість провести інтегральне оцінювання складу тіла. Стандартна схема є найбільш застосованою сьогодні і позначається як RN/RN, суттєвих переваг вона немає і є оптимальним варіантом при вимірюванні за допомогою чотирьох електродів. Наступна схема, що була запропонована Тищенко М.І., дозволяє проводити доскональний аналіз імпедансу тулуба, однак потребує вдвічі більше електродів. Схеми Omron та Tanita потребують відомості щодо ваги та росту пацієнту під час дослідження, оскільки результат дослідження слід екстраполювати на все тіло з використанням емпіричних співвідношень. Результативне значення під час використання 8-електродної схеми відбувається на основі шести окремих вимірювань та їх вичитуванні один з одного: перші чотири – це сума вимірювань імпедансу тулуба та кінцівок, а останні два – лише значення імпедансу тулуба.

Найбільш точним та досконалим вимірюванням можна назвати деякі конфігурації 12-електродної схеми. Вимірювання імпедансу на лікті та колінах дозволяє точно виміряти імпеданс дистальних та проксимальних сегментів кінцівок. Однак при вимірюванні імпедансу тіла в такій конфігурації значна його частина не потрапляє у зони дослідження в силу природи протікання струму в біологічних об'єктах. Вирішенням даної проблеми може бути розміщення однієї пари електродів на голові пацієнта, таким чином струм проходить через весь об'єм тулуба і є можливість точно зареєструвати імпеданс людського тіла [2]. Таким чином, запропонований чотирьох електродний пристрій для біоімпедансного аналізу (див. рис 2, а та 2, б) ураженої поверхні шкіри або патології.

В роботі було проведено огляд літератури і поглиблений аналіз методів і засобів побудови пристроїв для біоімпедансного аналізу стану пацієнта [4].



а

б

Рисунок 1.1 – Запропонований чотирьох електродний пристрій для біоімпедансного аналізу ураженої поверхні шкіри або патології: а) сам пристрій; б) електроди

Особливу увагу у роботі звернуто на діагностування ураженої поверхні шкіри [5, 6], наприклад гемангіомою.

Список використаних джерел:

1. Gupta, A & Sharma, Arushi & Batra, Padma & Kapoor, Rajiv. (2013). Bioelectrical Impedance: A Future Healthcare Technology.
2. Rymarz A. Comparison of Skinfold Thicknesses and Bioimpedance Spectroscopy to Dual-Energy X-Ray Absorptiometry for the Body Fat Measurement in Patients With Chronic Kidney Disease. / A. Rymarz, K. Szamotulska, S. Niemczyk. // Nutr Clin Pract.. – 2017. – С. 533–538.
3. Мартиненко В.І., Терещенко М.Ф. Біоімпедансометрична система діагностика рівня життєздатності тканин / Збірник праць XVI Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених “Ефективність та автоматизація інженерних рішень у приладобудуванні ”, 08-09 грудня 2020 р. - К.: ПБФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2020. – С. 303-306.
4. Павлов, С. В., Аврунін, О. Г., Злепко, С. М., Бодянський, Є. В., Колісник, П. Ф., Лисенко, О. М., Чайковський, І. А., Філатов, В. О. (2019). Інтелектуальні технології в медичній діагностиці, лікуванні та реабілітації: монографія. С. В. Павлов, О. Г. Аврунін (ред). Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К». – 260 с.
5. Avrunin O. Development of Automated System for Video Interferometry / O.G. Avrunin, V. Klyxmenko, A. Trubitsin, O. Isaeva // Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference International Trends in Science and Technology Vol.2, January 31, 2019, Warsaw, Poland. - P. 6-9.
6. Isaieva O. Special features of the use of telemedicine technologies in dermatology / O. Isaieva, A. Trubitsin, O. Avrunin, D. Strelchenko // Abstracts of XV International Summer School Conference. – Odesa: «Odesa I. I. Mechnikov National University», 2020. – P. 38-40.

УДК616-073.65:536.31

БЕЗКОНТАКТНА ПЕРВИННА ДІАГНОСТИКА ЗАПАЛЮВАНЬ ОРГАНІЗМУ

Шайко-Шайковський О. Г.¹, Дудко О.Г.², Кривоносов В.Є.³, Назарак М.С.¹
професор, доктор технічних наук

¹Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича,
м. Чернівці, Україна

050-255-77-50, e-mail: shayko@bk.ru

050-739-28-05, e-mail: Mikhail.nazarak@gmail.com

²Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна

050-768-80-99, e-mail: dudko.oleksii@gmail.com

³Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна

097-821-73-25, e-mail: yhtverf007@ukr.net

The equipment developed by the authors and the method of its use for non-contact diagnostics during the initial examination of patients are considered. In the presence of inflammatory processes, postoperative sutures, infectious diseases and diseases, only remote non-contact examination is possible. By analyzing and comparing heat fluxes from the studied areas of the body, conclusions are drawn about certain deviations from the normal conditions of the body's functioning and a forecast is made about the probable causes of these deviations.

Однією з найважливіших задач медичної діагностики стану людини є вимірювання температури та радіаційних потоків з поверхні об'єкта. Отримана таким чином інформація, дозволяє якісно та кількісно оцінити функціональний стан організму, встановити порушення та відхилення параметрів від нормальних, або допустимих значень.

Інформація зчитується голівкою приладу на анізотропних кристалічних напівпровідниках і накопичується на касеті із запам'ятовуючим пристроєм. Касета під час вимірювань розташовується на відстані 1 см від досліджуваної поверхні, причому інформацію можна зчитувати у двох режимах, які задаються перед вимірюваннями самим дослідником: або у дискретному режимі через певні, заздалегідь задані проміжки часу, або – у безперервному режимі, при якому у пам'ять пристрою поступає інформація, яка перетворюється у графічні залежності. Головка, яка зчитує інформацію з касетою для накопичення інформації та проведення вимірювань має розмір пачки цигарок. Важить біля 100 г та з'єднана з персональним комп'ютером, або ноутбуком кабелем, довжиною 1.5 м. Одночасно здійснюється візуалізація сигналів, які вимірюються, у цифровому вигляді на екрані монітора. Після обробки за допомогою спеціально розробленої програми в процесорі пристрою, результати для подальшого аналізу та прийняття рішення передаються у вигляді таблиць,

графіків на екран монітора, формується текстовий імовірний діагноз для подальшого поглибленого спеціалізованого обстеження.

Програмне забезпечення комплексу дозволяє здійснювати накопичення інформації, оперативно реалізовувати її порівняння із отриманими раніше результатами вимірювань, а також - з еталонними графіками, які відповідають нормальному функціонуванню досліджуваних органів. Дослідження проводилися до і після здійснення операційних втручань, а також – через декілька днів після операції. Це дозволяло встановити якісну картину загоєння післяопераційних швів, швидкість загоєння у хворих різних вікових груп, після оперативних втручань по причині лікування переломів і встановленню штучних суглобів нижніх кінцівок. Макетний зразок приладу, за результатами випробовувань забезпечує вимірювання енергетичної освітленості в діапазоні 10 - 20000 Вт /м² з точністю не гірше $\pm 6\%$ при нормальних умовах. При цьому напруга живлення 9В і струм складають не більше 100mA, що забезпечує неперервну роботу на протязі 8 годин. ПЧ-приймач оснащений кремнієвим фільтром товщиною 0,5мм та забезпечує робочий діапазон вимірювань від 2 до 16 мікрон із коефіцієнтом пропускання не менше 60%.

Для полегшення роботи, зручності її виконання прилад оснащений звуковою та світловою сигналізацією, що дозволяє при дискретних вимірюваннях чітко витримувати час експозиції кожного виміру, а медичній сестрі або лікарю – менше втомлюватись при виконанні процедур вимірювання теплових потоків з кожної досліджуваної точки. Відстань між цими точками, а також режим дослідження, який проводить лікар, або медсестра встановлюють різними, в залежності від місця обстеження та специфіки досліджуваного розладу або запалення. При необхідності обстеження повторюється в іншому, потрібному лікарю режимі, який вважається більш доцільним в тому чи іншому конкретному випадку.

За допомогою комплексу «Термодін» розроблені відповідні методи первинної діагностики в пульмонології, хірургії та неврології, онкології, трансплантології, які показали свою високу ефективність та надійність.

Список використаних джерел:

1. Комплекс «Термодин» для дистанционного измерения температуры/Труды Междунар симпозиума «Надёжность и качество-2014»,/Зинькив О.И., Белов М.Е., Сапожник В.Н., Билык Г.А., Шайко-Шайковский А.Г. - Пенза, Россия,-2014.- с.113-116.

2. Шайко-Шайковский А.Г., Белов М.Е.,Олексюк И.С. и др. / А.Г.Шайко-Шайковский, М.Е. Белов, И.С. Олексюк Аппаратура и методика дистанционного бесконтактного измерения радиационных тепловых потоков // Материалы Междунар. Научн-техн. конф. РТПСАС-2016. – С. 200-202.

УДК 57.052:616-006

МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ МЕТИЛЮВАННЯ ДНК

Риженкова О.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Лінник О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. БМІ,

м. Харків, Україна

тел. +38(067) 620-70-68, e-mail: olena.ryzhenkova@nure.ua.

This work is devoted to DNA methylation, which is one of the leading mechanisms of epigenetic transcription regulation. A wide range of modern methods based on restriction, bisulfite conversion, immunological reactions and structural analysis were analyzed. The initial amount of DNA, the size of the studied sequence, sensitivity, specificity, advantages and disadvantages of the main methods of DNA methylation research were determined.

Ступінь прояву генетично детермінованих ознак визначається цілою низкою механізмів. Одним з провідних механізмів епігенетичної регуляції транскрипції є метилювання ДНК. [1]

Метилювання ДНК є ключовим механізмом, що регулює ембріональний розвиток, транскрипцію генів, структурну організацію хроматину, інактивацію X-хромосоми, хромосомну стабільність та геномний імпринтинг. В даний час з'являється все більше даних про роль аберантного метилювання ДНК у розвитку різних патологій: онкологічних захворювань, імпринтних розладів, різних запальних процесів.[2]

Метилювання ДНК –спадкова епігенетична модифікація, що полягає в приєднанні метильної групи до цитозину,(до п'ятого атома вуглецю) таким чином утворюючи 5-метилцитозин (5mC). У ссавців метилювання ДНК, зазвичай, відбувається у CpG-динуклеотидах. Області розміром не менше 200 пар нуклеотидів, збагачені CpG-динуклеотидами, називаються CpG-острівцями (CpGi). Встановлено, що CpGi пов'язані з 60-70% промоторів генів[1].

Основними підходами до вивчення метилювання ДНК є таргетний та інтегральний аналізи. У рамках таргетного аналізу оцінюють рівень метилювання певної частини геному - генів, промоторів генів та інших специфічних послідовностей. У свою чергу, при інтегральному вивченні проводиться аналіз маркерних послідовностей генетичних елементів, що транспозуються, або картування метилома, яке дозволяє порівнювати профілі метилювання умовно нормальних тканин і тканин з патологічними змінами або тканин організмів, експонованих до певного впливу[3-4].

В даний час доступний широкий ряд методів виявлення 5-метилцитозина в послідовності ДНК. Проведено аналіз методів визначення метилювання ДНК за основними показниками, визначено переваги та недоліки (табл.1).

Таблиця 1 – Порівняння методів визначення метилювання ДНК

Принцип методу	Назва методу	Вихідна кількість ДНК, нг	Можливість покриття	Чутливість	Специфічність	Переваги/Недоліки
Рестрикція ДНК	MSRE-PCR	500	Специфічні ділянки	середня	середня	Не потребує модифікації ДНК/Обмежена кількість сайтів рестрикції
	DMH	100–200	Весь геном	висока	висока	Не потребує модифікації ДНК/Складність мікрочипів, висока ціна
Бісульфітна конверсія	BS-seq	50	Специфічні ділянки	висока	середня	Висока роздільна здатність/Нестабільність бісульфітної реакції
Рестрикція ДНК+ Бісульфітна конверсія	COBR A	100-1000	Весь геном	висока	середня	Висока роздільна здатність/ Обмежена кількість сайтів рестрикції. Нестабільність бісульфітної реакції
Імунопреципітація	MeDIP-chip	3000-5000	Весь геном	середня	середня	Простота, доступність, висока пропускна здатність/Низька роздільна здатність, нечутливість на ділянках з малою кількістю CpG, залежність від якості антитіл
Імуноферментний аналіз	MS-ELISA	10 000-200 000	Весь геном	висока	низька	Не потребує модифікації ДНК, простота виконання/Залежність від якості антитіл
Аналіз структури ДНК	LCMS	100-1000	Весь геном	висока	висока	Висока чутливість, не потребує високого ступеню чистоти ДНК/Висока вартість обладнання

Широкий спектр сучасних методів на основі рестрикції, бісульфитної конверсії, імунологічних реакцій, а також структурного аналізу дозволяє вивчати епігенетичний статус як окремих генів, так і великих геномних областей.

У той же час, завдяки розвитку технології секвенування нового покоління стало можливим аналізувати ступінь метилювання ДНК всього геному.

Кожний метод має певні переваги та недоліки. Вибір того чи іншого методу залежить від вихідної кількості ДНК, розміру досліджуваної послідовності, необхідного рівня чутливості та пропускнуої спроможності методу, а також від доступності реагентів та обладнання.

Подальший розвиток методів визначення метилювання ДНК має бути спрямований на підвищення чутливості доступних методів та доступність високочутливих методів аналізу.

Список використаних джерел:

1. Maksimova V.P., Bugaeva P.E., Zhidkova E.M., Usalka O.G., Lesovaya E.A., Belitsky G.A., Yakubovskaya M.G. Modern approaches for the screening of epigenetically active xenobiotics. // *Advances in Molecular Oncology*. – 2019. – V6. – №3 – P.8-27.

2. Скрябин Н.А., Кашеварова А.А., Денисов Е.В., and Лебедев И.Н. Методы исследования метилирования ДНК: возможности и перспективы использования в онкологии // *Сибирский онкологический журнал*, – 2013, – №6 (60) – P. 64-69.

3. V Chekubasheva, O Glukhov, O Kravchuk, Y Levchenko, E Linnyk, V Rohovets. Possibility of Creating a Low-Cost Robot Assistant for Use in General Medical Institutions During the COVID-19 Pandemic // *Optics and Its Applications*. – Springer, Cham, 2022. – P. 203-213.

4. K Muzyka, G Xu Laser-induced Graphene in Facts, Numbers, and Notes in View of Electroanalytical Applications: A Review // *Electroanalysis*–2022. – №34 (4) – P.574-589

УДК 577.112.7:51-76

КОМП'ЮТЕРНІ ЗАСОБИ АНАЛІЗУ БІЛКОВИХ СТРУКТУР

Смакотіна А.Є.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Лінник О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. БМІ,
м. Харків, Україна

тел. +38(097) 620-70-68, e-mail: anastasiia.smakotina@nure.ua.

This work is devoted to survey of interactive web servers for protein fold or domain annotation, protein-structure databases, protein-structure-classification databases, structural alignments of proteins, and molecular graphics programs available for personal computers. The most representative websites suitable for a wide range of researchers were selected. The resources were organized by the appropriate categories.

Визначення просторової структури білкових молекул є необхідним етапом для встановлення структурно-функціональних зв'язків. Значні успіхи у секвенуванні геномів організмів сприяли появі нових даних про амінокислотні послідовності (первинні структури) тисяч різноманітних білків [1-2]. Попри це, дані щодо структури доступні лише для 10% амінокислотних послідовностей (понад 15 тис. експериментально визначених структур). Тому для аналізу більшості білків дедалі важливішими стають комп'ютерні методи передбачення їх просторової структури, які належать до методів обчислювальної біології.

Обчислювальні методи для моделювання структури білка регулярно використовуються для доповнення експериментального визначення структури, таким чином вони допомагають вирішити широкий спектр наукових питань у біомедичних дослідженнях [2].

Швидке зростання даних про структуру білків разом із одночасним зростанням всесвітньої павутини полегшує збирання та розміщення численних баз даних структурної біології. Одночасно швидкими темпами розробляються веб-сервери, які забезпечують інтерактивні обчислення, такі як вирівнювання структури білків, структурний аналіз на основі графіки та зіставлення шаблонів.

Було проведеного аналізу веб-сайтів з біоінформатики, які працюють з білковими структурами. В результаті проведеного аналізу було обрано найбільш репрезентативні веб-сайти (табл.1). Ресурси було впорядковано за відповідними категоріями. Більш детальний опис ресурсів, а також інструкцій щодо їх використання, міститься в Current Protocols in Bioinformatics.

Таблиця 1 – Обчислювальні ресурси для аналізу білкових структур

Ідентифікація та анотація білкових доменів	
PROSITE	Swiss Institute for Bioinformatics http://us.expasy.org/prosite
SMART The Simple Modular Architecture Research Tool	European Molecular Biology Laboratory http://smart.embl-heidelberg.de
Pfam	Wellcome Trust Sanger Institute http://www.sanger.ac.uk/Software/Pfam
Inter Pro	European Bioinformatics Institute http://www.ebi.ac.uk/interpro
Бази даних білкових структур	
PDB	Research Collaboratory for Structural Bioinformatics http://www.rcsb.org/pdb
MSD Macromolecular Structure Database	European Bioinformatics Institute http://www.ebi.ac.uk/msd/index.html
MMBD Molecular Modeling Database	National Center for Biotechnology Information <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Structure/MMDB/m
mdb.shtml">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Structure/MMDB/m mdb.shtml
Програми молекулярної графіки	
RasMol	http://www.berstein-plus sons.com/software/rasmol
Chime	MDL Information Systems http://www.mdlchime.com/chime
Mage	http://kinemage.biochem.duke.edu/kinemage/kinemage.php
Deep View/Swiss-Pdb Viewer	http://us.expasy.org/spdbv
Cn3 D	<a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Structure/CN3D/cn3d
.shtml">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Structure/CN3D/cn3d .shtml
Класифікація білкових структур	
SCOP Structural Classification of Proteins	http://scop.mrc-lmb.cam.ac.uk/scop/index.html
CATH Class, Architecture, Topology, Homologous (CATH) Superfamily	<a href="http://www.biochem.ucl.ac.uk/bsm/cath_new/index
.html">http://www.biochem.ucl.ac.uk/bsm/cath_new/index .html
FSSP Families of Structurally Similar Proteins	http://www.ebi.ac.uk/dali/fssp
Структурні вирівнювання	
HOMSTRAD Homologous Structure Alignment Database	http://www-cryst.bioc.cam.ac.uk/~homstrad
VAST Vector Alignment Search Tool	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Structure/VAST/vast.shtml
CE Combinatorial Extension	http://cl.sdsc.edu/ce.html

Вказані ресурси мають широкі функціональні можливості, значний обсяг даних, дружній інтерфейс та можуть бути рекомендовані для широкого кола дослідників, як біологічної, так і технічної та математичної галузей.

Список використаних джерел:

1. Schwede T., Diemand A., Guex N., Peitsch M. C. Protein structure computing in the genomic era//Res. Microbiol. – 2000. – V. 151. – № 2. – P. 107-112

2. Одинець К. О., Корнелюк О. І. Методи аналізу та моделювання просторової структури білків//Наукові записки НаУКМА - 2001. - Т.19.- С.7-17.

3. Lysak, N. M., Snizhko, D. V., Zholudov, Y. T., & Xu, G. Electrochemiluminescent method of tryptophan detection for assay of biological samples //5th Int. Conf. NANOBIOPHYSICS: Fundamental and Applied Aspects. – 2017. – С. 120

4. V Chekubasheva, O Glukhov, O Kravchuk, Y Levchenko, E Linnyk, V Rohovets. Possibility of Creating a Low-Cost Robot Assistant for Use in General Medical Institutions During the COVID-19 Pandemic //Optics and Its Applications. – Springer, Cham, 2022. – P. 203-213.

5. Скляр О. І., Лінник О.В. Використання програмних засобів при вивченні методів математичної фізики в біології та медицині // Наука та виробництво: міжвуз.темат. зб. наук. пр. / ДВНЗ «ПДТУ». Вип.. 20. – Маріуполь, 2019. – С. 169- 174

УДК 615.47

ПРИСТРІЙ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУРИ ДЛЯ СИСТЕМИ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ У МЕДИЧНИХ ПРИМІЩЕННЯХ

Ануфрієв В.В., Є.В. Левченко

Науковий керівник – ас. каф. БМІ Кравчук О.О.,¹ к.т.н. доц. Глухов О.В.²

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. БМІ, тел.:(057) 702-13-64)

E-mail: valentyn.anufriiev@nure.ua

The provision of a microclimate in health care institutions is a complex process due to the presence of rooms in different cleanliness classes in one hospital building. The aim of this paper is to present a variant of a universal module for monitoring the main elements of the microclimate.

Мікроклімат – це поєднання фізичних факторів, що впливають на теплообмін людини з навколишнім середовищем, її самопочуття, працездатність, здоров'я та продуктивність праці.

Мікроклімат приміщень лікувальних закладів визначається поєднанням температури, вологості, рухливості повітря, температури навколишніх поверхонь та їх тепловим випромінюванням. Параметри мікроклімату визначають теплообмін організму людини і істотно впливають на функціональний стан різних систем організму, самопочуття та здоров'я.

Виділяють п'ять основних параметрів мікроклімату у приміщеннях[1]:

- 1) температура повітря;
- 2) вологість повітря;
- 3) швидкість руху повітря;
- 4) теплове (інфрачервоне) випромінювання;
- 5) температура нагрітих поверхонь опалювальних приладів.

Найважливішим чинником комфортності є показник температури у приміщенні. Другим за значимістю фактором, що впливає на теплообмін людини, є вологість повітря.

Забезпечення мікроклімату в будинках медичного призначення або лікувально-профілактичних закладах (ЛПЗ) є складним процесом, що потребує спеціальних знань, досвіду та нормативних документів, завданням через наявність в одній будівлі лікарні приміщень різних класів чистоти.

Тож, в нашій роботі приведений один із варіантів реалізації приладу для моніторингу мікроклімату в ЛПЗ. В основі пристрою лежить ArduinoNano для збору даних з датчиків та подальшої відправки іоднплатний комп'ютер RaspberryPi 3, який отримує та обробляє отриману інформацію. У якості Wi-Fi модуля використовується ESP-12E. Для збору

інформації відносно стану мікроклімату застосовується DHT22 (температура, вологість) або BME280 (тиск, температура, вологість).

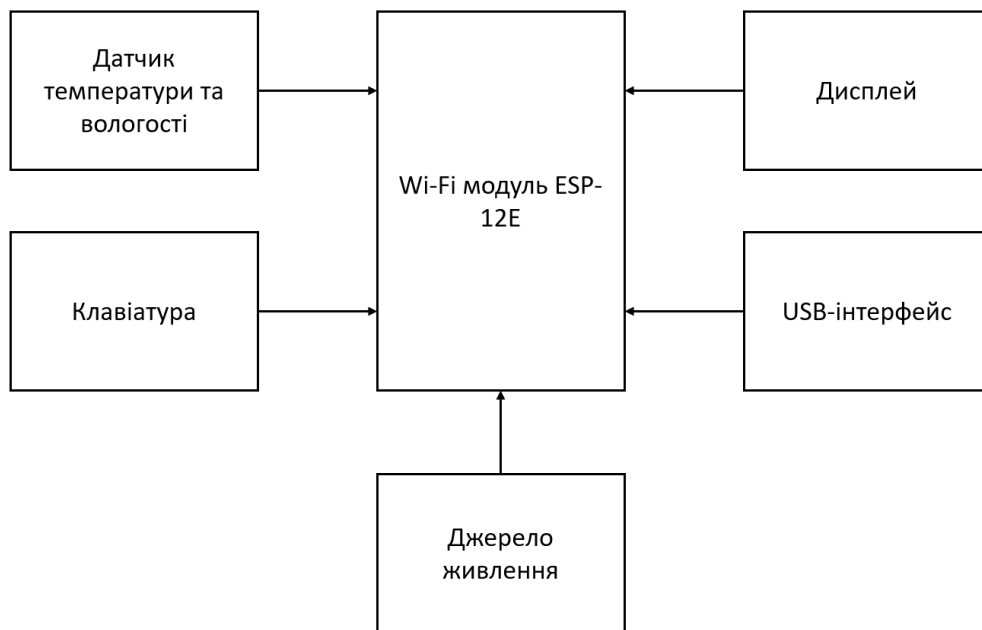


Рисунок 1 – Блок-схема приладу

В ході цієї роботи створено мобільний прилад контролю температури кліматусистема управління медичними приміщеннями.

Цей прилад призначений для вимірювання температури та вологості зовнішнього повітря медичних кабінетів і відображення поточних значень на екрані комп'ютера.

Основними перевагами даної розробки є те, що пристрій працює в режимі автоматичного збору, обробки та передачі інформації в центр обробки даних, для забезпечення роботи приладу використовується зовнішнє джерело живлення можливість передачі інформації на віддалені пристрої при використанні Wi-Fi-мережі.

Список використаних джерел

1. ДБН В.2.2-10:2001. Заклади охорони здоров'я. [Чинний від 2005-04-01]. Вид. офіц. Київ : Держбуд України, 2005, 166 с.

2. V. Chekubasheva, O. Glukhov, O. Kravchuk, Y. Levchenko, E. Linnyk, and V. Rohovets, Possibility of Creating a Low-Cost Robot Assistant for Use in General Medical Institutions During the COVID-19 Pandemic// Optics and Its Applications Proceedings of the 9th International Symposium OPTICS-2022, Springer Proceedings in Physics.-2022, Vol 281, ISBN 978-3-031-11287-4

3. V.A Chekubasheva, O.A. Kravchuk, H.Hlukhova, O.V.Glukhov Creating of a remote-presence robot based on the development board Texas Instruments to monitor the status of infected patients// Biosensors and Bioelectronics.- 2022, Vol 11

УДК 537.8:534.8:612

ЕЛЕКТРИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ АКУСТИЧНОГО ОПОРУ ЛОКАЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ БІОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА

Бондаренко І.С.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Аврунін О.Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки

61166, Харків, Україна, пр. Науки 14, каф. Біомедичної інженерії

тел. (057) 702-13-64

e-mail: igor.bondarenko@nure.ua

An electrical circuit has been modeled for remote determination of the acoustic resistance value of a local section of the biological substance under acoustic-magnetic influence on it. Based on the developed dipole model, mathematical relationships are obtained that relate the measured value of the alternating electric field strength to the local value of the acoustic resistance of the biological substance.

Вступ. Аномальне значення акустичного опору (АО) біологічного середовища (БС) людини свідчить про захворювання, але досі не існувало дистанційного способу визначення АО БС і, зокрема, локальних значень АО БС *in vivo*.

Мета роботи. Метою доповіді є обґрунтування можливості дистанційного визначення *in vivo* АО локальної ділянки БС для діагностики захворювання при застосуванні акустомагнітного впливу.

Суть роботи. Особливістю пристрою для дистанційного визначення АО локальної ділянки БС у середині тіла пацієнта є розташування вимірювальних зондів на поверхні шкіри пацієнта (подібно до вимірювання електрокардіограм). Розглянемо основні елементи розрахункової електричної схеми вимірів електричного поля з допомогою зондів. Фізичною моделлю локальної ділянки БС з збудженим у ньому змінним електричним полем може бути електричний диполь, що складається з двох рівних за величиною (q) точкових різноіменних зарядів, що знаходяться на відстані " s " один від одного і міняються місцями з частотою ультразвуку (рис.1) [1,2].

На рис. 1 показано розподіл силових ліній електричного поля диполя всередині та поза ним. Останні є лініями поля розсіювання. На малюнку також показані дві пари вимірювальних зондів 1, 2 у двох різних позиціях (поздовжній - I та поперечній - II) щодо електричної осі диполя. Вони служать для вимірювання різниці потенціалів електричного поля розсіювання диполя на відстані R від диполя.

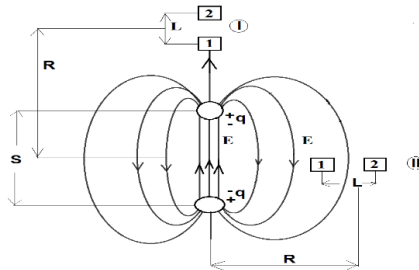


Рис. 1. Схема електричного диполя, що складається з двох точкових зарядів q з відстанню s між ними, моделює ділянку середовища з збудженим в ньому за допомогою акусто-магнітного впливу змінним електричним полем з напруженістю E (напрямок силових ліній поля диполя показано для одного з двох можливих знаків заряду).

В результаті розрахунків було отримано, що електрична напруга на зондах, що знаходяться на відстані L один від одного в позиціях I і II, дорівнює:

$$U_{mзI} \approx E_{mзI} \cdot L = \frac{0,25B_d L(2P_s / \rho c)^{0,5}}{(R/s)^3} \quad (1)$$

$$U_{mзII} \approx E_{mзII} \cdot L = \frac{0,12B_d L(2P_s / \rho c)^{0,5}}{(R/s)^3} \quad (2)$$

де $U_{mзI}$ та $U_{mзII}$ – амплітуди електричної напруги на зондах у позиції I та II, $E_{mзI}$ та $E_{mзII}$ – напруженість електричного поля розсіювання для зондів у двох позиціях, ρ – щільність БС, B_d – індукція зовнішнього постійного магнітного поля, P_s – потужність ультразвукового випромінювання.

За допомогою цих формул (1,2) ми можемо розрахувати величину акустичного опору (ρc) біологічного середовища.

Висновки. Розроблено дипольну модель локального джерела змінного електричного поля, що виникає в заданій ділянці БС в результаті спільного локального впливу на нього ультразвуку та постійного магнітного поля.

Списоквикористанихджерел:

1. I.S. Bondarenko, O.G. Avrunin, O. Gryshkov, B. Glasmacher, Possibilities of joint application acoustic radiation and a direct magnetic field for biological researches, ICSEM and RGC conference in Aachen, International Journal of Bioelectromagnetism, 2018. p.66
2. Bondarenko, I., Avrunin, O. (2021), On the acousto-magnetic method of measuring the acoustic resistance of local areas of the biological tissue, Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, No.2 (16), P.72–79. DOI: <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2021.16.072>

ПИТАННЯ РОЗРОБКИ СИСТЕМ БЕЗДРОТОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

Гришков С.В.

Науковий керівник – ст. викл. каф. МЕЕПП Карнаушенко В. П.

Харківський національний університет радіоелектроніки

(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. МЕЕПП,

тел. (099) 507-01-29), e-mail:sviatoslav.hryshkov@nure.ua

Designing security, communication and alarm systems in residential, or industrial, office buildings, the question of building local networks arises and, above all, the developers face a dilemma – wired or wireless network. For economic reasons, the decision is often in favor of wired networks. But sometimes you need to abandon simple solutions in favor of innovations that provide more scalability, deployment speed, and network configuration.

При проектуванні систем безпеки, комунікацій та оповіщення в будівлях побутового, або промислового, офісного призначення встає питання побудови локальних мереж і, перш за все, перед розробниками виникає дилема – дротовий, або бездротовий вид мережі.

З економічних міркувань доволі часто рішення остається на користь дротових мереж. Такий вибір не потребує високої кваліфікації персоналу та нема потреби вирішувати проблему вибору комплектуючих.

Але іноді потрібно відмовлятися від простих рішень на користь інновацій, які надають більше можливостей масштабування, швидкості розгортання та зміни конфігурації мережі.

Першим кроком у процесі проектування є вибір бездротового МК, що означає вибір як платформи МК, так і трансиверів, а також вибір одного з численних протоколів зв'язку. Розглянемо можливі варіанти рішення для бездротової системи комунікацій для будівель. У міру розвитку вимог або збільшення кількості кінцевих продуктів стає важко оновлювати пристрої та програмне забезпечення, щоб не відставати від бездротової мережі. Тому найкраще вибрати бездротовий мікроконтролер, який буде працювати як для першого, так і для майбутніх поколінь продукту. Конструкція, що забезпечує майбутнє, забезпечує гнучкість для оновлення або розширення продуктів, використовуючи інвестиції, мінімізуючи час циклу розробки та оптимізуючи витрати на продукт. Нові технологічні можливості, такі як зниження енергоспоживання, менший розмір, інтеграція та нові функції протоколу збільшують кількість бездротових програм.

Конструкції бездротового з'єднання вимагають безперервного зв'язку між різними типами кінцевих пристроїв. Наприклад, у системі безпеки великого багатоквартирного будинку кілька бездротових пристроїв працюють разом, щоб захистити мешканців. Перший рівень безпеки

багатоквартирного будинку може початися з інтелектуального електронного замка на кожному під'їзді квартири. Електронний замок використовує частоту нижче 1 ГГц, як протокол міжміського зв'язку та функцію Bluetooth Low Energy, щоб забезпечити контроль над кожним помешканням і централізований контроль шлюзу безпеки. Тут важливо враховувати обсяг пам'яті, особливо при розробці багатопротокольних програм. Бездротовий мікро контролер SimpleLink ідеально підходить для одночасної роботи з протоколами Bluetooth і 1 ГГц з низьким рівнем енергії, з флеш-пам'яттю і вбудованим підсилювачем потужності для розширення діапазону для охоплення великих будівель. Якщо буде необхідно оновити програмне забезпечення електронного замка, може знадобитися додаткова пам'ять, щоб увімкнути мікропрограму бездротової мережі або функції, завантажені за останніми специфікаціями протоколу, наприклад рівні фізичного шифрування для Bluetooth LE, що збільшує діапазон вибору компонентів.

Приклад застосування: система опалення, вентиляції та кондиціонування. Якщо застосовувати систему термостатів, до системи можна додати датчики температури, щоб користувачі могли контролювати та налаштовувати температуру в своїй кімнаті. Для шлюзу термостата розроблені багатопроекторні системи, що підтримують протокол одночасно з багатопротокольним диспетчером і мають флеш-пам'ять та захищену пам'ять для підтримки стеків низької потужності нижче 1 ГГц або Zigbee. Щоб знизити вартість системи, TI розроблено єдиний протокол бездротового мікроконтролера для більш простої та менш дорогої системи.

Термостати та датчики температури мають різні складності та вимоги щодо таких факторів, як пам'ять, розмір та ціна; Це показує, чому важливо вибрати бездротовий мікро контролер зі справжніми кабелями за правильною ціною.

Це забезпечує свободу як під час початкового процесу проектування, так і для майбутніх інновацій. Мікроконтролери мають попередньо сертифіковану опцію системи в пакеті, що забезпечує швидший час виходу на ринок. Крім того, сумісність програмного забезпечення для бездротових мікроконтролерів має вирішальне значення для оптимізації витрат та повторного використання для декількох поколінь продуктів.

Маючи широкий спектр передових технологій, інтуїтивно зрозумілі інструменти проектування та програмне забезпечення, можна підключати будь-який пристрій із налаштованими функціями.

Список використаних джерел:

1. «Мікропроцесорні системи контролю та керування»: Навчальний посібник для студентів ЗВО. / Упоряд.: Бондаренко І.М., Бородін О.В., Грицунов О.В., Карнаушенко В.П. [Текст] /. –Харків: ХНУРЕ. – 2020. – 248с.

УДК 616-073.65:536.31

БЕЗКОНТАКТНА ПЕРВИННА ДІАГНОСТИКА ЗАПАЛЮВАНЬ ОРГАНІЗМУ

Дудко О.Г.², Кривоносов В.Є.³, Назарак М.С.¹

Науковий керівник – проф., д.т.н. Шайко-Шайковський О. Г.¹

¹Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича,
м. Чернівці, Україна

050-255-77-50, e-mail: shayko@bk.ru

050-739-28-05, e-mail: Mikhail.nazarak@gmail.com

²Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна

050-768-80-99, e-mail: dudko.oleksii@gmail.com

³Одеська морська академія, м. Маріуполь, Україна

097-821-73-25, e-mail: yhtverf007@ukr.net

Abstract. The equipment developed by the authors and the method of its use for non-contact diagnostics during the initial examination of patients are considered. In the presence of inflammatory processes, postoperative sutures, infectious diseases and diseases, only remote non-contact examination is possible. By analyzing and comparing heat fluxes from the studied areas of the body, conclusions are drawn about certain deviations from the normal conditions of the body's functioning and a forecast is made about the probable causes of these deviations.

Key words: thermal radiation, diagnostics, equipment for non - contact measurements.

Однією з найважливіших задач медичної діагностики стану людини є вимірювання температури та радіаційних потоків з поверхні об'єкта. Отримана таким чином інформація, дозволяє якісно та кількісно оцінити функціональний стан організму, встановити порушення та відхилення параметрів від нормальних, або допустимих значень.

Інформація зчитується головкою приладу на анізотропних кристалічних напівпровідниках і накопичується на касеті із запам'ятовуючим пристроєм. Касета під час вимірювань розташовується на відстані 1 см від досліджуваної поверхні, причому інформацію можна зчитувати у двох режимах, які задаються перед вимірюваннями самим дослідником: або у дискретному режимі через певні, заздалегідь задані проміжки часу, або – у безперервному режимі, при якому у пам'ять пристрою поступає інформація, яка перетворюється у графічні залежності. Головка, яка зчитує інформацію з касетою для накопичення інформації та проведення вимірювань має розмір пачки цигарок. Важить біля 100 г та з'єднана з персональним комп'ютером, або ноутбуком кабелем, довжиною 1.5 м. Одночасно здійснюється візуалізація вимірюємих сигналів у цифровому вигляді на екрані монітора. Після обробки за допомогою спеціально розробленої програми в процесорі пристрою, результати для

подальшого аналізу та прийняття рішення передаються у вигляді таблиць, графіків на екран монітора, формується текстовий імовірний діагноз для подальшого поглибленого спеціалізованого обстеження. Програмне забезпечення комплексу дозволяє здійснювати накопичення інформації, оперативно реалізовувати її порівняння із отриманими раніше результатами вимірювань, а також - з еталонними графіками, які відповідають нормальному функціонуванню досліджуваних органів.

Дослідження проводилися до і після здійснення операційних втручань, а також – через декілька днів після операції. Це дозволяло встановити якісну картину загоєння післяопераційних швів, швидкість загоєння у хворих різних вікових груп, після оперативних втручань по причині лікування переломів і встановленню штучних суглобів нижніх кінцівок. Макетний зразок приладу, за результатами випробовувань забезпечує вимірювання енергетичної освітленості в діапазоні 10 - 20000 Вт /м² з точністю не гірше ±6% при нормальних умовах. При цьому напруга живлення 9В і струм складають не більше 100mA, що забезпечує неперервну роботу на протязі 8 годин. ПЧ-приймач оснащений кремнієвим фільтром товщиною 0,5мм та забезпечує робочий діапазон вимірювань від 2 до 16 мікрон із коефіцієнтом пропускання не менше 60%.

Для полегшення роботи, зручності її виконання прилад оснащений звуковою та світловою сигналізацією, що дозволяє при дискретних вимірюваннях чітко витримувати час експозиції кожного виміру, а медичній сестрі або лікарю – менше втомлюватись при виконанні процедур вимірювання теплових потоків з кожної досліджуваної точки. Відстань між цими точками, а також режим проводимого дослідження лікар, або медсестра встановлюють різними, в залежності від місця обстеження та специфіки досліджуваного розладу або запалення. При необхідності обстеження повторюється в іншому, потрібному лікарю режимі, який вважається більш доцільним в тому чи іншому конкретному випадку. За допомогою комплексу «Термодін» розроблені відповідні методи первинної діагностики в пульмонології, хірургії та неврології, онкології, трансплантології, які показали свою високу ефективність та надійність.

Список використаних джерел:

1. Комплекс «Термодин» для дистанционного измерения температуры/ Труды Междунар. симпозиума «Надёжность и качество-2014»./Зинькив О.И., Белов М.Е., Сапожник В.Н., Билык Г.А., Шайко-Шайковский А.Г. - Пенза, Россия,-2014.- с.113-116.
2. Шайко-Шайковский А.Г., Белов М.Е.,Олексюк И.С. и др../А.Г.Шайко-Шайковский, М.Е.Белов, И.С.Олексюк Аппаратура и методика дистанционного бесконтактного измерения радиационных тепловых потоков// Материалы Междунар. Научн-техн. конф. РТПСАС-2016. – с. 200-202.

УДК 535.2:004.9

ТЕРАГЕРЦОВА СПЕКТРОСКОПІЯ ФІЛАМЕНТУ ДЛЯ 3D ДРУКУ

Зайченко Н.Я.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Зайченко О.Б.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МЕЕПП

м. Харків, Україна

тел. +38(057) 702-14-94, email: nataliia.zaichenko@nure.ua.

This work is devoted to terahertz spectroscopy in time domain of filament for 3D printing. The relevance of the topic of this study is confirmed by a large number of modern publications on this issue. The subject of research in this paper is the determination of the refractive index of a filament for 3D printing. The scientific novelty consists in taking into account the solidification of the filament during the manufacturing process, the presence of metal impurities, and taking into account the rate of filament supply from the extruder. The practical value lies in the possibility of using recycled materials for processing into filament, thereby solving environmental problems.

Робота присвячена удосконаленню методів та моделей терагерцової спектроскопії у часовій області філаменту для 3D друку. Актуальність теми даного дослідження підтверджується великою кількістю сучасних публікацій з цього питання [1–5], які присвячені ряду невирішених проблем. Предметом дослідження у цій роботі є визначення показника заломлення філаменту для 3D друку. Наукова новизна полягає в обліку солідіфікації філаменту у процесі виготовлення, врахуванню наявності металевих домішок, обліку швидкості подачі філаменту з екструдера. Перелічені фактори призводять до невизначеностей, враховуючи які та вносячи поправки до результатів вимірювання, можна підвищити точність керування технологічним процесом. Практична цінність полягає у можливості застосування вторинної сировини для переробки на філамент, тим самим вирішуючи екологічні проблеми.

3D друк використовується для виробництва дуже широкого спектру речей: від прототипів деталей для систем авіоніки та обладнання промисловості, та до цілого ряду предметів побуту, гаджетів та іграшок. Однак при виготовленні різних виробів істотно впливає на їх якість контроль параметрів філаменту. Філамент має різновиди, класифікацію яких тут не наводимо, але взагалі філамент належить до класу полімерів.

У сусідньому до терагерцового мікрохвильовому (НВЧ) діапазоні одним з засобів вимірювань діелектричної проникності речовин є дванадцятиполюсний скалярний аналізатор кіл [1], що є додатковою опцією до традиційних для дванадцятиполюсних аналізаторів операцій визначення потужності, комплексного коефіцієнта відбиття навантаження та ін. Коефіцієнт заломлення, який нас цікавить, є квадратним коренем з діелектричної проникності, якщо матеріал не має магнітних властивостей

як, наприклад, філамент Причинами через які не набуло розвитку вимірювання за допомогою дванадцятиполюсників параметрів діелектриків є невелика точність і властивості випромінювання мікрохвильового діапазона, які вимагають екранування джерел випромінювання від людини-оператора. Все це спонукало до пошуку альтернативних методів та засобів дефектоскопії у інших суміжних діапазонах частот.

Донедавна через відсутність ефективних джерел та приймачів терагерцова (ТГц) область частот в англійській літературі отримала назву "Terahertz gap". Проте, за останні двадцять років, завдяки зусиллям провідних дослідних груп у різних країнах був здійснений значний прорив у освоєнні цього діапазону: з'явилися джерела та приймачі ТГц випромінювання як з використанням оптичних методів генерації та детектування випромінювання, так і із застосуванням мікрохвильового підходу, а також були створені з їхньої основи ТГц спектрометри. Численні дослідження демонструють перспективність застосування ТГц спектрометрів для аналізу речовин у різному агрегатному стані у різних галузях, таких як радіоелектроніка, медицина та біологія, системи безпеки. Вимірювання у часовій області ґрунтується на дискретизації невідомого ТГц поля за допомогою відомого фемтосекундного лазерного імпульсу, який називають імпульсом зчитування. Терагерцова спектроскопія у часовій області використовує згортку короткого імпульсу зчитування з довшим терагерцовим імпульсом [2]. Огляд літературних джерел приніс такі корисні результати для подальшого опрацювання: у виданні [3, розділ 13] проведено кількісний аналіз фізико-хімічних властивостей клейових та паяних з'єднань полімерів. Відомості про невизначеності від невідомої товщини досліджуваного зразка та ін. містяться у [4] Перспективним є моделювання, прототипом якого може стати публікація [5].

Список використаних джерел:

1. Ghannouchi, F. M., & Mohammadi, A. (2009). *The six-port technique with microwave and wireless applications*. Artech House
2. Neu, J., & Schmuttenmaer, C. A. (2018). Tutorial: An introduction to terahertz time domain spectroscopy (THz-TDS). *Journal of Applied Physics*, 124(23), 231101.
3. Peiponen, K. E., Zeitler, A., & Kuwata-Gonokami, M. (Eds.). (2012). *Terahertz spectroscopy and imaging (Vol. 171)*. Springer.
4. Withayachumnankul, W., Fischer, B. M., Lin, H., & Abbott, D. (2008). Uncertainty in terahertz time-domain spectroscopy measurement. *JOSA B*, 25(6), 1059-1072
5. Yang, J., Tu, X., Wang, L., & Xiong, Y. (2020, November). Simulation Analysis of Fabry Perot Effect in Terahertz Time Domain Spectroscopy. In *2020 IEEE 1st China International Youth Conference on Electrical Engineering (CIYCEE)* (pp. 1-6). IEEE.

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ БІКОНІЧНОГО РЕЗОНАТОРА

Фаброван Р.Р.

Науковий керівник – к.ф.-м.н, доц. каф ФОЕТ, Фролова Т. І.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МЕЕПП, тел.: (057) 702-13-62)

E-mail: rustam.fabrovan@nure.ua

Creation and study of a biconical resonator with the possibility of its application for excitation of plasma sources of optical radiation. This work describes the process of developing a model of a cavity resonator to study its characteristics, namely the distribution and power of the electromagnetic field inside the volume.

Рольдіапазонунадвисокихчастот (НВЧ) зростаєзкожнимрокомузв`язкузбурнимрозвиткомсамихрїзнихсфернауки – квантовоїелектроніки, радіолокації, зв`язку, освітлювальноїтехніки, такожнадвисокочастотніприладишироковикористовуютьсявракетній, атомнійтакосмічнихгалузях. Наростаючий попит в ряді областей медицині, промислового та сільського господарства потребують впровадженню використання техніки та приладів НВЧ-електроніки.

Найпоширенішими елементами НВЧ техніки є об`ємні резонатори завдяки їх застосуванню в різних пристроях, як частотні фільтри та резонансні коливальні системи генераторів, підсилювачів, приймальних пристроїв, аналізаторів спектра та інше, з метою накопичування електромагнітної енергії в замкненому або майже замкненому об`ємі [1].

Мета роботи – дослідження біконічного резонатора з можливістю застосування його для збудження плазмових джерел оптичного випромінювання [2].

Для створення газового розряду застосовується електромагнітне поле, збуджене зовнішнім НВЧ генератором в біконічному резонаторі [3]. Біконічний резонатор має ряд переваг перед іншими об`ємними резонаторами, а саме:

- має так звані закритичні області, зміни в яких не впливають на створене всередині поле;
- геометричні похибки майже не впливають на кінцеві параметри поля [3];
- на відміну від циліндричного менш чутливий до механічної перестройки, що дозволяє плавно регулювати частоту поля;
- довжина перестройки (за допомогою аксіального стрижня) більша за довжину циліндричного [3].

Для електродинамічного моделювання НВЧ-пристроїв та полів в наш час широко використовуються спеціальні програмні продукти: Comsol Multiphysics, QuickWave, CST Studio Suite та багато інших. З цього списку

треба виділити Comsol Multiphysics, який вражає своєю мультифізичністю, адже саме ця опція надає можливість, створивши одну модель, дослідити її “зі всіх сторін” [4]. Тому саме в Comsol Multiphysics була створена модель біконічного резонатора, для визначення розподілу та потужності електромагнітного поля в середині об’єму.

Процес створення моделі в Comsol Multiphysics проводиться в декілька етапів: будова геометрії біконічного резонатора, визначення матеріалів середовища, вибір розрахункової сітки та сам розрахунок з отриманням необхідних результатів моделювання (рис.1.1).

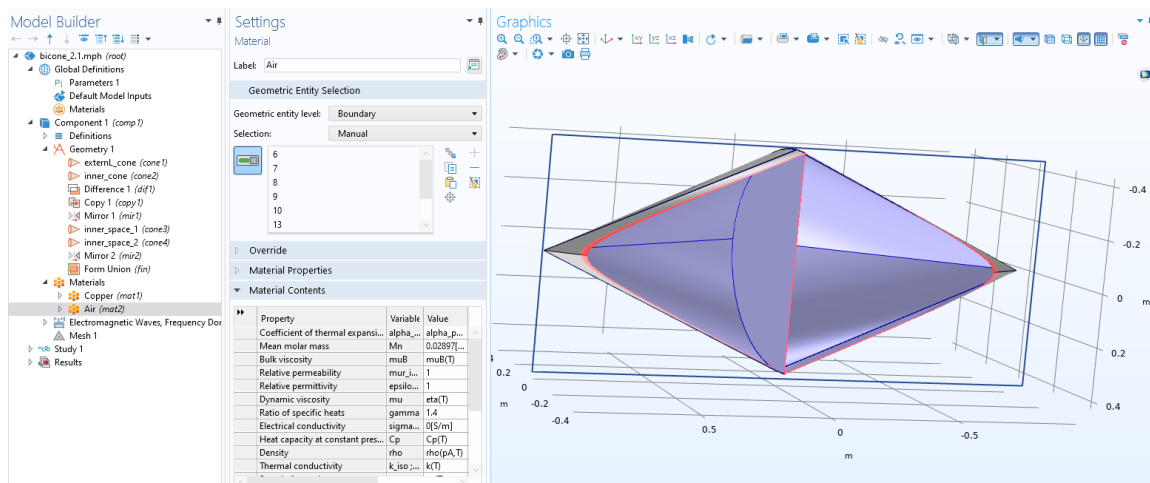


Рисунок 1.1 – Модель біконічного резонатора

Отже, в ході роботи було виконано аналіз програмних продуктів для електромагнітного моделювання, проведено порівняння характеристик різних об’ємних резонаторів та створено модель біконічного резонатора для подальшого його дослідження з метою застосування його для збудження плазмових джерел оптичного випромінювання.

Список використаних джерел:

1. Bondarenko and A. Galich, "Resonant irregular hybrid structures," 2016 13th International Conference on Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET), Lviv, 2016, pp. 183-185. doi: 10.1109/TCSET.2016.7452007
2. Т.І. Фролова, К. О. Васько (2019). Збудження плазмових джерел оптичного випромінювання. Прикладна радіоелектроніка, том 18, № 1, 2. – С. 66–72.
3. О. О. Дробахін, Д. Ю. Салтиков (2014). Дослідження можливості застосування зв’язаних біконічних резонаторів для визначення параметрів діелектричних матеріалів. Прикладна радіоелектроніка, том 13. – № 4. – С. 64–70.
4. RF Module. Optimize Microwave and Millimeter-Wave Devices <https://www.comsol.com/rf-module>

УДК 621.311.243:37.091.33

ВІРТУАЛЬНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ СОНЯЧНОЇ БАТАРЕЇ

Ануфрієв В.В.

Науковий керівник – к.ф.-м.н, доц. каф ФОЕТ, Фролова Т. І.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МЕЕПП, тел.: (057) 702-13-62)

E-mail: valentyn.anufriiev@nure.ua

The creation of virtual laboratories in order to master the knowledge and skills of working with technical devices in a pandemic allowed not to stop the educational process in various educational institutions. In this work, the virtual laboratory stand provides an opportunity to get acquainted with the principle of operation of the solar battery and to study its volt-ampere characteristics and determine other parameters of the device. The advantages of this technology are simplicity, clarity, free and online access.

Події 2020 року привернули увагу всього суспільства до технологій дистанційного навчання. Пандемія COVID-19 зробила неможливою очне навчання, а дистанційне навчання стало єдиною доступною формою в закладах вищої освіти. Дистанційне навчання – одна із форм навчання, яка виникла й удосконалювалася разом із розвитком інтернет-технологій, і на сьогодні має чіткі характерні ознаки, принципи і певні методичні напрацювання. Дотепер дистанційне навчання було не дуже поширеною формою, зазвичай, для дорослих людей або учнів, які прагнули поліпшити та поглибити свої знання та вміння у певній галузі, але зараз з розповсюдженням даного методу отримання освіти стала гострою необхідністю адаптації в начальному процесі у вигляді віртуальних лабораторних робіт з можливістю їх виконання без доступу до необхідного технічного обладнання.

Мета даної роботи – створення віртуального лабораторного стенду для ознайомлення з принципом роботи сонячної батареї (СБ) та досліджень її ВАХ (вольт-амперних характеристик) і визначення інших параметрів.

Для створення симулятора лабораторного стенду була використана онлайн-програма Tinkercad (Autodesk) [1], яка дозволяє створювати різні аналогові і цифрові електронні схеми та освоїти найпростіші прийоми програмування мікроконтролерів, а також має весь необхідний інструментарій для STEM-освіти, а саме:

- безкоштовний online-сервіс та середовище моделювання для роботи з електронними схемами;
- зручний графічний редактор для візуальної побудови електронних схем;

- наявність власної елементної бази для створення проектів, в яких використовуються електричні ланцюги;
- можливість інтеграції програми в Google Classroom та інше.

При створенні віртуального лабораторного стенду симуляції роботи СБ були використані в електричній схемі такі елементи: лампа розжарювання, потенціометр, сонячний елемент з можливістю встановлення власних значень максимальної напруги та струму і двох мультиметрів, у режимі аналізу напруги та аналізу струму [2]. Схема лабораторного стенду для дослідження вольт-амперних характеристик СБ, побудованої в онлайн-середовищі Tinkercad, наведено на рис. 1.

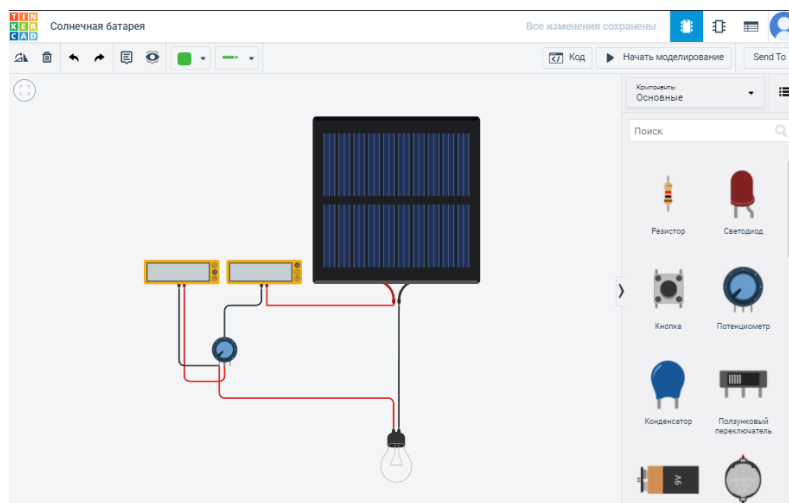


Рисунок 1 – Схема лабораторного стенду «Дослідження роботи СБ»

Після побудови електричної схеми, можна створити URL-посилання на проект, яким можна поділитися з іншими учасниками навчального процесу та провести імітаційне моделювання роботи СБ, а саме дослідити залежність струму та напруги від світлового потоку та опору навантаження. За результатами вимірювань будуються графіки ВАХ, які дозволяють визначити режим максимальної потужності за виразом $I_{\max} \cdot U_{\max}$ (максимальні робочі струм і напруга) та розрахувати значення щільності потоку випромінювання, потік енергії випромінювання та ККД.

Як результат, використання симуляторів у поєднанні з традиційними форматами навчання підвищить якість та доступність вищої освіти та дозволить викладачам та студентам використовувати ширший набір сервісів та матеріалів у дистанційному освітньому процесі, використовуючи раніше напрацьовані науково-методичні та навчальні матеріали, якими володіють навчальні заклади на даний момент.

Список використаних джерел:

1. Autodesk® Tinkercad®: веб-сайт. URL: <https://www.tinkercad.com> (дата звернення: 28.01.2022).

УДК 621.373.826:539.122

НЕВЗАЄМНИЙ ФОТОННО-КРИСТАЛІЧНИЙ ХВИЛЕВІД З ФЕРИТОВИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

Невров В.Ю.

Науковий керівник – д. ф.-м. н., проф. каф. ФОЕТ Одаренко Є. М.,
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки 14, каф. Фізичних основ електронної
техніки, тел. 702-10-57)

e-mail: vladyslav.nievrov@nure.ua

Photonic crystal waveguide with ferrite elements is considered. Numerical investigations of electrodynamic characteristics of the waveguide are performed on base of packages MPB and MEEP using. Dispersion characteristics and spatial distributions of the electromagnetic field components are calculated. One-way guiding due to effect of external magnetic field is shown by means of band diagrams and time scaling calculations.

Магнітооптичні матеріали характеризуються анізотропією електричної або магнітної проникності, контрольованої зовнішнім магнітним полем. Матеріал класифікується як магнітооптичний, якщо він впливає на характеристики поширення світла, коли до нього прикладається зовнішнє магнітне поле, або сам матеріал є феромагнетиком. Ці властивості застосовуються в конструкціях невзаємних пристроїв, таких як оптичні ізолятори, циркулятори та гіратори [1, 2]. Ізолятори призначені для захисту оптичних джерел від відбитого світла і присутні в системах оптичного підсилення. Циркулятори використовуються як маршрутизатори сигналів і діють в пристроях, які відокремлюють довжини хвиль в системах WDM (спектральне ущільнення каналів). Обертання площини поляризації при проходженні світла через магнітооптичні матеріали застосовується також для розроблення прецизійних вимірювальних пристроїв та сенсорів з високою чутливістю.

Анізотропія феромагнітних матеріалів викликана застосуванням постійного магнітного поля зміщення. Це поле вирівнює магнітні диполі в матеріалі, щоб створити чистий (ненульовий) магнітний дипольний момент, і змушує магнітні диполі прецесувати з частотою, контрольованою силою поля зміщення. Корисною властивістю феромагнітних матеріалів є те, що взаємодією з прикладеним мікрохвильовим сигналом можна керувати шляхом регулювання сили поля зміщення.

В даній роботі розглянута двовимірною комп'ютерна модель невзаємного фотонно-кристалічного хвилеводу, що містить феритові елементи. Схема хвилеводу представлена на рис. 1. Видно, що оболонка пустотілого хвилеводного каналу формується фотонними кристалами двох різних конфігурацій. Дисперсійні характеристики фотонних кристалів, що

формують оболонку хвилеводу, розраховані з використанням спеціалізованого пакету MIT Photonic Bands (MPB) [3]. Результати розрахунків показують, що в умовах наявності зовнішнього магнітного поля феритовий фотонний кристал має додаткову заборонену зону. В цьому діапазоні частот досліджуваний хвилевід стає невзаємним, тобто хвиля може розповсюджуватися в ньому тільки в одному напрямку. Фактично, в цьому випадку реалізується оптичний діод. Характеристики розповсюдження хвилі в фотонно-кристалічному хвилеводі розраховувалися за допомогою пакету MIT Electromagnetic Equation Propagation (MEEP) [4].

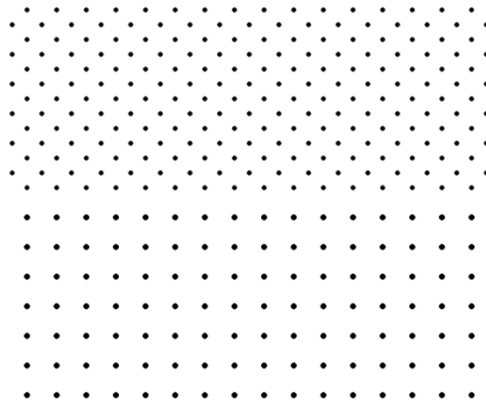


Рисунок 1. Схема фотонно-кристалічного хвилевода.

Таким чином, на основі отриманих в роботі результатів можна досліджувати та проектувати фотонно-кристалічні пристрої, які містять феритові гіротропні елементи. Чутливість характеристик до зовнішнього магнітного поля дає можливість розроблення керованих хвилеводних та резонаторних структур для задач сенсорики та точних вимірювань електродинамічних та матеріальних параметрів середовищ.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ:

1. Haider, T. (2017). A Review of Magneto-Optic Effects and Its Application. *International Journal of Electromagnetics and Applications*, 7(1), 17–24.
2. Antonov, V., Harmon, B., & Yaresko, A. (2004). *Electronic Structure and Magneto-Optical Properties of Solids*. Springer.
3. Johnson, S. G., & Joannopoulos, J. D. (2001). Block-iterative frequency-domain methods for Maxwell's equations in a planewave basis. *Optics Express*, 3, 173–190.
4. Oskooi, A. F., Roundy, D., Ibanescu, M., Bermel, P., Joannopoulos, J. D., & Johnson, S. G. (2010). MEEP: A flexible free-software package for electromagnetic simulations by the FDTD method. *Computer Physics Communications*, (181), 687–702.

Тематична конференція «Актуальні питання біомедичної інженерії» в рамках 26-го Міжнародного молодіжного форуму «Радіоелектроніка та молодь в ХХІ столітті». Зб. матеріалів конференції. Т.1. – Харків: ХНУРЕ, 2022. – 134 с.

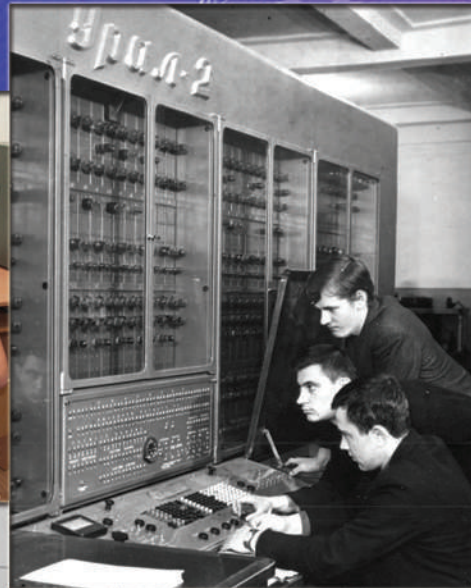
1. Abramova H. Avrunin O.G. Features of visualization of the lumbar spine in pathologies	Стор 7-8
2. Abdelwahed Hossameldin, Selivanova K.G. Module of 3D scanning of biological objects	Стор 9-10
3. Ali Tamimi Zhadekh, Averyanova L.O. Body Contouring System	Стор 11-12
4. Ashish Luke Shaji, Snizhko D.V. Chemiluminescence Detection Unit For Flow Injection Analysis Using An Avalanche Photodiode	Стор 13-14
5. Faraj Youssef, Averyanova L.O. Eye Tracking System for Nystagmus Detection	Стор 15-16
6. Karnakova G.J., Pavlov S.V., Wojcik Waldemar Development of a Mathematical Model Chirped Bragg Gratings In Medical Technologies	Стор 17-21
7. Kariani Hussein, Selivanova K.G. PET-CT Scan For Oncology	Стор 22-23
8. Maryam Kaabi, Muzyka K.M. Melamine – Monomers Interaction: Quantum Mechanical Based Studies	Стор 24-25
9. Mohammed Maitha Hesham, Zhemchuzhkina T.V. Second-Order Difference Plot Parameters of EEG for Epileptic State Detection	Стор 26-27
10. Perepelytsia O.M., Nosova T.V. Threshold Segmentation Method For Determining The Working Length	Стор 28-29
11. Rohulia A.O., Averyanova L.O. Harmful Ionizing Radiation in Space And The Usage Of Boron Nitride Nanotubes For Astronauts' Radiation Protection	Стор 30-31
12. Shedreyeva I., Dzhanzhakova R., Aldabergenova A., Wojcik Waldemar Determination of Current-Wavelength Characteristics Dependency On Temperature	Стор 32-35
13. Tarchani Meriame, Zhemchuzhkina T.V. Identification of Epilepsy by Higher Order Spectrum And Power Spectrum Parameters	Стор 36-37
14. Yassine Sfairi, Muzyka K.M. Lumped Method in Studying the Hemodynamics of Human	Стор 38-39

Cardiovascular System

15. Аврунін О.О., Онищенко А.А. Аналіз пневматичної потужності при диханні людини Стор 40-41
16. Андрущенко М.Р., Сидоренко З.М., Селіванова К.Г. Мобільний застосунок для розвитку дрібної моторики рук у дітей Стор 42-43
17. Боцман М.Р., Тимкович М.Ю. Комп'ютерне тривимірне моделювання при конструюванні персоналізованої кисті людини Стор 44-45
18. Буленко О.В., Кухаренко Д.В. Комплексний метод визначення біологічних параметрів пілота під час польоту Стор 46-47
19. Волчкова Л.О., Кабанцева А.В. Локальна кріотерапія в клінічній практиці Стор 48-49
20. Волков А.В., Кухаренко Д.В. Метод діагностики шлунково – кишкового тракту за допомогою капсульної ендоскопії Стор 50-51
21. Гришков О.П., Тимкович М.Ю., Аврунін О.Г. Використання спеціалізованої згорткової нейронної мережі для детектування хірургічного інструменту при лапароскопічних втручаннях Стор 52-53
22. Гуменюк В.В., Кабанцева А.В. Методи реабілітації дітей з травмами колінного суглобу Стор 54-55
23. Гуменний В. С., Галата О. В., Ложченко О. В., Нечіпорук І. І. Вивчення особливостей аеробної системи енергозабезпечення плавців Стор 56-58
24. Гуменний В. С., Галата О. В., Ложченко О. В., Нечіпорук І. І. Інтегральні вправи на заняттях з волейболу – як метод підвищення спортивної майстерності Стор 59-61
25. Довженко В.Ю., Кухаренко Д.В. Удосконалення методу моніторингу артеріального тиску Стор 62-64
26. Єчіна Д.С., Аврунін О.Г. Інформаційна теорія зорового сприйняття Стор 65-66
27. Ібрагім Юнусс Абделхамід, Худаєва С.А., Носова Я.В., Шушляпіна Н.О., Аврунін О.Г. Сегментація верхніх дихальних шляхів для визначення носового опору за даними томографії Стор 67-68
28. Ісаєва О.А., Трубіцин О.О., Аврунін О.Г. Аналіз можливостей визначення стану шкіри діагностичними методами Стор 69-70
29. Кабанцева А.В., Селіванова К.Г. Інтерактивні Стор 71-73

методи медико-психологічної реабілітації дітей, які зазнали впливу воєнних дій стор	Стор 74-75
30. Костін Д.О., Тимкович М.Ю. Проектування прототипу тренінгового програмно-апаратного комплексу «Нейроінтерфейс»	Стор 76-77
31. Королович О.С., Носова Я.В. Деякі особливості зберігання медичних даних під час бойових дій	Стор 78-79
32. Курочкін І.О. Чернікова І.В., Жемчужкіна Т.В. Спектри вищого порядку для електроміографічних сигналів осіб із болем у попереку	Стор 80-81
33. Лебединський О.Е., Носова Я.В. розробка конфокального лазерного скануючого мікроскопу на базі DVD привода	Стор 82-83
34. Жемчужкіна, Носова Т.В. Розробка блоку реєстрації автоматизованої системи оцінки тону м'язів обличчя	Стор 84-85
35. Осадча Ю. О., Косуліна Н.Г. Інновації в реабілітації домашніх тварин	Стор 86-87
36. Самохін Ю.В., Аврунін О.Г. Алгоритми проходження контуру на кріомікроскопічних зображень	Стор 88-89
37. Селіванова К.Г., Носова Я.В., Грохова Г.П., Прісич О.Ю., Аврунін О.Г. Сучасні підходи до створення 3D-відеоконтенту при проведенні фізичної реабілітації	Стор 90-91
38. Сердюк І.А., Кабанцева А.В. Інструментальні методи проведення локальної кріотерапії	Стор 92-93
39. Соколов А. А., Аврунін О.Г. Застосування методів глибинного навчання у розробці навігаційних помічників для незрячих людей	Стор 94-95
40. Склярів Г.В., Склярів В.В. Штучний інтелект – сучасний інструмент біомедичної інженерії	Стор 96-97
41. Степанченко К.І., Селіванова К.Г. Особливості аналізу онкологічних захворювань молочних залоз	Стор 98-99
42. Філімонов С.О., Авер'янова Л.О. Картування КТ-параметрів хребців людини у нормі	Стор 100-101
43. Цзяо Ханькунь, Аврунін О.Г., П'ятикоп В.О. Дослідження роботи силового модулю в магнітній нейрохірургічній системі	Стор 102-103
44. Чечель Т.О., Носова Т.В. Метод ендопротезування суглобів кисті людини	Стор 104-106
45. Черкаський І.С., Кухаренко Д.В. Метод	

біоімпедансного аналізу стану пацієнта	
46. Шайко-Шайковський О. Г., Дудко О.Г., Кривонос В.Є., Назарак М.С. Безконтактна первинна діагностика запалювань організму	Стор 107-108
47. Риженкова О.В., Лінник О.В. Методи визначення метилювання ДНК	Стор 109-111
48. Смакотіна А.Є.,Лінник О.В. Комп'ютерні засоби аналізу білкових структур	Стор 112-114
49. Ануфрієв В.В., Левченко Є.В., Кравчук О.О., Глухов О.В. Пристрій для моніторингу температури для системи кліматичних умов у медичних приміщеннях	Стор 115-116
50. Бондаренко І.С., Аврунін О.Г. Електрична модель для дистанційного визначення величини акустичного опору локальної ділянки біологічного середовища	Стор 117-118
51. Гришков С.В., Карнаушенко В. П. Питання розробки систем бездротового зв'язку	Стор 119-120
52. Дудко О.Г., Кривонос В.Є., Назарак М.С., Шайко-Шайковський О.Г. Безконтактна первинна діагностика запалювань організму	Стор 121-122
53. Зайченко Н.Я.,Зайченко О.Б. Терагерцова спектроскопія філаменту для 3Д друку	Стор 123-124
54. Фаброван Р.Р.,Фролова Т. І. Чисельне моделювання біконічного резонатора	Стор 125-126
55. Ануфрієв В.В., Фролова Т. І. Віртуальне середовище для моделювання роботи сонячної батареї	Стор 127-128
56. Нєвров В.Ю., Одаренко Є. М. Нєвзасмний фотонно-кристалічний хвилевід з феритовими елементами	Стор 129-130



NURE