

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НИЗЬКОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ ОПРОМІНЕННЯ СВІТЛОМ ДЛЯ СТИМУЛЮВАННЯ ПРОФІЛАКТИЧНИХ, ТЕРАПЕВТИЧНИХ ТА РЕАБІЛІТАЦІЙНИХ ПРОЦЕДУР

Бачинський М. В., к.т.н., доц.

*Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя,
м. Тернопіль, Україна*

Для профілактики, діагностики, лікування, реабілітації та наукових досліджень з метою досягнення сподіваного, потрібного ефекту на організм, його системи, органи тощо використовується зовнішній вплив механічної, електричної, теплової природи. Все більше виокремлюються енергетичний та інформаційний аспекти такого впливу — за рівнем його енергії. При цьому відсутність деструктивних змін у відповідному біооб'єкті організму (його нагрівання, зміна структури характерної для виконання його типової функції тощо) є характеристичною для так званої інформаційної, квантової, резонансної медицини [1-3].

У медичній практиці для досягнення інформаційного впливу знаходить своє застосування опромінення електромагнітними хвилями. Але засадничий (інформаційний) аспект його практично не носить системного характеру (у сенсі теорії систем). Засоби технічного забезпечення і медичного застосування не мають спільної теоретичної і прикладної бази. Наприклад, рівень інтенсивності опромінення радіохвилями та світлом традиційно означаються різними метрологічними нормами (радіометрії та фотометрії), прикладний аспект (мета) методів визначення числових значень цих рівнів у медичних процедурах також різні. Для процедур діагностики і терапії (зокрема, й опосередкованих), під час яких використовуються низькоінтенсивні радіовипромінювання з діапазону (30–300) ГГц (мм-хвилі), є інтегральна потужність $10^{-12} \text{ Вт} \cdot \text{см}^{-2} = 10^{-8} \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ [3]. Дослідженнями реакції біооб'єкту (сітківки ока) на опромінення світлом ($7.5 \times 10^{14} - 4 \times 10^{14}$) Гц, (390–750) нм, встановлено чутливість до квантового рівня енергії цього опромінення — порогова чутливість сітківки ока складає величину енергії властивої приблизно сотні фотонів [4]. Виникає низка запитань системного характеру, зокрема, стосовно порівняння фізіологічних ефектів від рівня інтенсивності впливів означених і визначених різними метрологічними нормами. Відповіді на ці запитання можливо дати при наявності спільної концептуальної основи для розроблення апаратного та метрологічного забезпечення.

Зниження інтенсивності енергії опромінення при інформаційному аспекті його використання спричиняє «зсув» концептуальних засад формулювання задач дизайну (комп'ютерного розроблення) технічних засобів опромінення світлом у бік хвилевих та квантових концепцій [5, 6]. Ефекти-

вними за критерієм складності керування інтенсивністю є напівпровідникові джерела випромінювання [6], які найбільше розвиваються для галузі світлотехніки. Але, для низьких і наднизьких рівнів інтенсивності випромінювання вони не призначені і досліджуються у напрямі підвищення ефективності перетворення електроенергії у енергію випромінювання. Випромінювання світла його джерелом, поширення від джерела до біооб'єкту через середовище та взаємодію з цим середовищем і опромінення описуються математичними виразами фізики (електродинаміки — теорії електромагнітного поля та квантової механіки). При цьому вирізняють задачі геометричної оптики, хвильової оптики (резонансні) та квантової механіки. У методиках медичних досліджень та клінічних процедур використовують дескриптивні представлення параметрів опромінення. При проектуванні, метрологічному забезпеченні засобів опромінення використовують енергетичні міри для представлення і визначення параметрів. При цьому метрологічне та експлуатаційне забезпечення контролю параметрів не надає методики та засобів для виконання вимірювань хвильових та квантових величин. В Україні розвивається метрологія низькоінтенсивних випромінювань [7], проте, застосування такої медтехніки досліджено недостатньо, зокрема, як можливість та необхідність її застосування. Це постає значною проблемою для забезпечення досліджень та інших аспектів медичної діяльності відповідною апаратурою. Ці, та інші [7, 8] факти спричиняють потребу у розвитку теоретичних засад побудови та радіометрії техніки опромінювання світлом низької інтенсивності.

Оцінка верхньої границі діапазону низької інтенсивності опромінення визначають такі факти. Для низькоінтенсивної терапії світлом використовують опромінення з інтенсивністю енергії порядку 10^{-3} Дж·см⁻² [2]. Для діагностичних процедур спалахом світла (в офтальмології, електроретинографія, джерело типу *GRASS PS-22*) використовують інтенсивність опромінення з діапазону (0.03-30) кд·м⁻²·сек, джерело опромінювання знаходиться на віддалі ~ 1 м [9]. Оскільки сила світла I_v , в канделах, з врахуванням спектральних та просторових характеристик джерела світла, набирає значень $I_v = 693.002 \int_{\Lambda} \int_{\Theta} I(\lambda, \theta) d\lambda d\theta$, де $I(\lambda, \theta)$ — спектрально-просторова інтенсивність випромінювання у ватах на стерadian (Вт/ср), Θ — тілесний кут, Λ — спектральний діапазон, то, для монохроматичного джерела в тілесному куті 1 ср, $I = I_v/693.002$ Вт, що дає змогу оцінити порядок інтегральної потужності як 10^{-5} Вт·м⁻². З використанням імпульсного (зі шпаруватістю 0.05 при періоді 40 мс) живлення світлодіода LG 3369 E1 (*OSRAM Opto Semiconductors*), $I_v = (0.71- 0.90)$ мкд, отримано інтегральну потужність порядку 10^{-7} Вт·м⁻² [5].

При забезпеченні подальшого зниження інтенсивності опромінення потрібно використати квантово-електродинамічну концепцію його пред-

ставлення в енергетичних метрологічних нормах для системного поєднання низки науково-прикладних задач розроблення апаратно-програмних засобів. На базі теоретично-прикладних результатів необхідно вирішити проблему побудови низькоінтенсивних, з нормованими параметрами напівпровідникових джерел випромінювання та їх метрологічного забезпечення. Результати опромінення знайдуть тоді системне пояснення у біомедичних застосуваннях.

Перелік посилань

1. Пресман А.С., Электромагнитные поля и живая природа/ А.С. Пресман — М.: Наука, 1968 — 288с.
2. Rojas J.C., Low-level light therapy of the eye and brain/ J.C. Rojas., F. Gonzalez-Lima // Eye and Brain. — 2011. — №3. — С.49— 67.
3. Скрипник Ю.А., Микроволновая радиометрия физических и биологических объектов/ А.Ф. Яненко, В.Ф. Манойлов, В.П. Куценко, Ю.Б. Гимпилевич — Житомир.: Изд-во «Волынь», 2003 — 408с.
4. Hecht S., Energy, Quanta, and Vision/ S. Hecht, S. Shlaer, M.H. Pirenne // The Journal of General Physiology. — 1942. — July 20. — P.819 — 840.
5. Yavorskyu B.I., Device for excitation of eye retina for photon electroretinography/ B.I. Yavorskyu, R.A. Tkachuk// In Proc. 20th Int. Crimean Conference “Microwave & Telecommunication Technology”(CriMiCo’2010). — Sevastopol. — 2010.P.1127— 1128.
6. Yavorskyu B., Scientific Paradigms for Computer Aided Signal Design/ B. Yavorskyu, Y. Dragan, // InProc.CADSM’2007. — Lviv-Polyana. — 2007.P.156— 158.
7. Zwinkels J.C., Photometry, radiometry and ‘the candela’: evolution in the classical and quantum world/ J.C. Zwinkels, E. Ikonen, N.P Fox., G. Ulm, M.L. Rastello // Metrologia. — 2010. — №47. — P.15— 32.

Анотація

Наведено аналіз стану та тенденції розвитку джерел опромінення світлом в медичній галузі. Обґрунтовано нову концепцію теоретичних основ їх удосконалення та побудови. Встановлено необхідність системного використання результатів квантово-хвильового моделювання джерел опромінення на етапах їх побудови і експлуатації. Отримано попередню оцінку діапазону енергетичних параметрів опромінення.

Ключові слова: джерело світла, опромінення, низька інтенсивність, медицина

Аннотация

Представлено анализ и тенденции развития источников облучения светом в медицинской области. Обоснована новая концепция их усовершенствования и разработки. Установлено необходимость системного использования результатов квантово-волнового моделирования источников облучения на этапах их построения и эксплуатации. Получена оценка диапазона энергетических параметров облучения.

Ключевые слова: источник света, облучения, низкая интенсивность, медицина

Abstract

The analysis of the status and trends of exposure light sources in the medical field is presented. New concept of theoretical bases of their improvement and construction is grounded. The need for system-define use of the quantum-wave modeling results of radiation sources at the stages of their construction and operation is established. Preliminary assessment of the radiation energy parameters range is received.

Key words: light source, radiation, low intensity, medicine.