

## КВАНТОВО-РОЗМІРНІ СТРУКТУРИ ДЛЯ ВИПРОМІНЮВАННЯ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Проведено аналіз, класифікацію та наведено основні особливості застосування лазерних та світлодіодних джерел світла для фотомедицини, показано перспективність їх розвитку та застосування у фотомедицині.*

**Ключові слова:** *лазери, світлодіодні випромінювачі, квантові гетероструктури, фототерапія.*

### *Abstract*

*The analysis, classification and the main peculiarities of application of laser and led light sources for photomedicine, the prospects of their development and application in photomedicine.*

**Keywords:** *lasers, led emitters, quantum heterostructures, phototherapy.*

### **Вступ**

Актуальність тематики полягає у тому, що медицина перш за все в наш час являється без сумніву однією з найперспективніших галузей використання лазерного випромінювання. Поширення використання лазерної терапії та лікування світло терапією починає розповсюджуватись на всі без винятку напрямки медицини і біології. І все це завдяки таким унікальним властивостям, насамперед лазерного випромінювання, як можливість дистанційної дії на біооб'єкти, широкий енергетичний діапазон, передача з великою вибірковістю випромінювання по волоконних світловодах до будь-якої точки, в тому числі і в кровоносні судини, знеболювальний ефект та відсутність кровотечі при застосування в хірургії.

### **Результати дослідження**

Застосування світла в медицині базується на дії електромагнітного випромінювання оптичного діапазону спектра на біологічні тканини і клітини, а також на фотофізичних, фотохімічних і фотобіологічних процесах у останніх. Світло викликає зміни на багатьох рівнях біологічного об'єкту: субклітинному, клітинному, тканинному, органному, системному; реакція всього організму супроводжується посиленням регіонарного кровообігу, нормалізацією системної термодинаміки, підвищенням синтезу білків та ферментів, зростанням рівня енергообміну у клітинах, покращенням мікроциркуляції в тканинах, імуномодуляцією. Світло через нервову систему впливає на загальний стан здоров'я людини, що необхідно враховувати в пристроях штучного освітлення.

Внаслідок усього вищезазначеного створення нових, більш ефективних та безпечних джерел випромінювання для використання у фотомедицині залишається актуальним завданням вітчизняної науки та техніки.

Класифікація основних джерел оптичного випромінювання для медицини приведена на рис. 1.

Світло видимого та інфрачервоного діапазонів спектру має протизапальну, протинабрякову, загоюючу і болезаспокійливу дію, нормалізує артеріальний тиск, воно не має протипоказань до застосування в якості терапевтичного чинника.

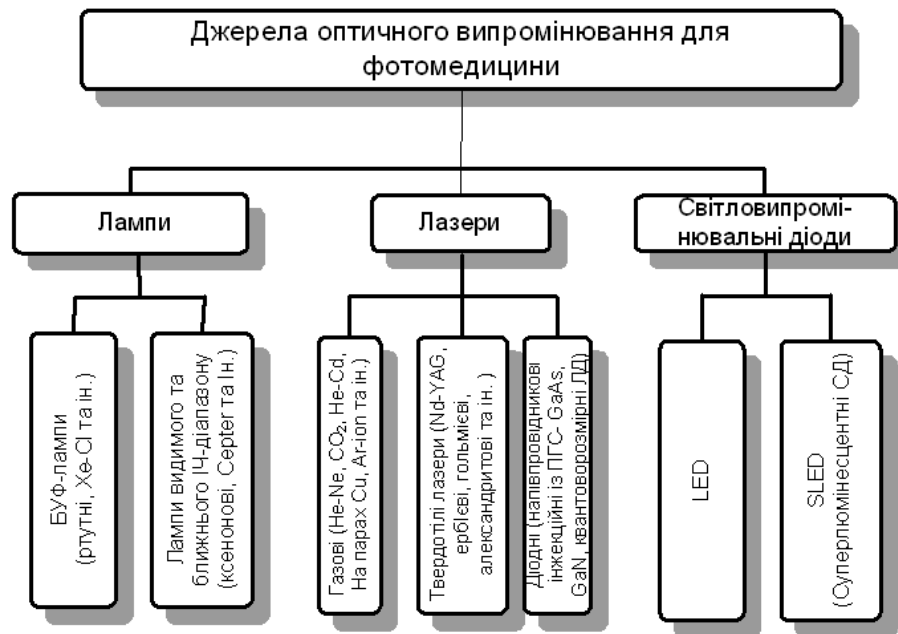


Рис.1 Класифікація основних джерел оптичного випромінювання для медицини

Фізіологічна дія світла залежить від довжини хвилі випромінювання і кількості поглинених тканиною квантів. ІЧ випромінювання з довжинами хвиль від 0,8 мкм до 1,2 мкм має глибину проникнення в біологічні тканини до 80 мм; з довжинами хвиль від 1,5 мкм і більше має глибину проникнення до 50 мкм, тому що практично повністю поглинається водою. Основною властивістю фотонної терапії є те, що світло видимого та інфрачервоного діапазонів спектру нормалізує роботу регуляторних систем організму людини (імунної, ендокринної та центральної нервової). Під дією світла видимого та інфрачервоного діапазонів спектру підвищується еластичність стінок кровоносних судин, підвищується еластичність еритроцитів, зростає кисень-транспортна функція крові, прискорюються процеси регенерації тканин, нормалізуються реологічні показники крові.

Прості й надійні оптоелектронні джерела, на відміну від лазерних джерел, можуть «закривати» усю ширину спектральної смуги поглинання будь-якого фоторецептора, але при цьому випромінювання СД є некогерентним. На відміну від теплових джерел випромінювання СД має більш вузький спектр (10-50 нм), внаслідок чого в видимій області сприймається як однокольорове.

В наш час досить перспективним є застосування багатокомпонентних напівпровідників АШВВ. Вони дозволяють створювати світлодіодні та лазерні структури з множиною дискретних спектрів та смуг, які можуть генерувати суцільний спектр у широкому діапазоні. Найбільшу зацікавленість з точки зору фотомедицини викликають СД-структури білого світла.

Світлодіод - це напівпровідниковий прилад з р-п-переходом, що перетворює енергію електричного струму в світлову. Імовірність випромінювальної рекомбінації пропорційна концентрації електронно-діркових пар, тому поряд із збільшенням концентрації основних носіїв у р- і п-областях бажано зменшувати товщину активної області, у якій проходить рекомбінація. Але в звичайних р-п переходах ця товщина не може бути менше дифузійної довжини - середньої відстані, на яку дифундують інжектовані носіїв заряду, доки не рекомбінують.

У гетероструктурах товщина активної області рекомбінації може бути набагато менше дифузійної довжини, порядку сотень або навіть десятків атомних шарів.

Широкозонні зовнішні частини гетеропереходу можна сильно легувати по обидва боки, домагаючись великих концентрацій в них рівноважних носіїв. І тоді, навіть не легуючи активну вузькозонну область домішками, вдається досягти при інжекції значних концентрацій нерівноважних електронно-діркових пар в шарі. Відмова від легування активної області принципово важлива, оскільки атоми домішки можуть служити центрами не випромінювальної рекомбінації. Потрапивши в яму, інжектовані електрони наштовхуються на потенціальний бар'єр Ес, дірки - на бар'єр Еv, тому і ті, і інші перестають дифундувати далі і рекомбінують у тонкому активному шарі з випусканням фотонів.

Для вирішення конкретних прикладних задач можуть використовуватись білі СД з перетворенням синього або УФ-випромінювання в люмінофорах, RGB-синтез білого спектру або

мультиспектральні одночипові джерела. При цьому в реальному часі за допомогою програмованих мікросхем можна керувати інформаційними параметрами СД-джерел випромінювання білого світла.

### **Висновки**

Застосування інтегральних діодних джерел світла забезпечує широкі можливості покращення здоров'я людини і є перспективним для застосування в медицині.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Фізичні основи біомедичної оптики / С.В.Павлов, В.П.Кожем'яко В.П., П.Ф.Колісник та ін. – Вінниця: ВНТУ, 2010. -152 с.

2. Павлов С. В Перспективи розвитку біомедичної оптики у проблемі комплексного діагностування та терапії людини / С. В. Павлов, А.М Коробов, Н.В. Ганиш // « Актуальні питання та організаційно-правові засади технологій» ( Київ, 10 жовтня 2007 р.). – К., 2007.

**Камінський Олександр Станіславович** – провідний інженер, кафедра ЗФФ, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця.

**Кузін Олег** – студент групи О-13, факультет комп'ютерних систем та автоматики, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця.