

Використання методів когерентної оптики в медицині і біології

Постановка проблеми. Актуальність дослідження полягає у використанні поширення когерентних пучків в медичній і біологічній області. На основі властивостей когерентної оптики та використанні голограм, дифракційних і адаптивних оптичних елементів робиться аналіз про медичні і біологічні об'єкти. Це новий напрям в фізиці, який пов'язаний з використанням когерентних генераторів світлових хвиль (лазерів). Завдяки своїм характеристикам (висока спрямованість, монохроматичність і когерентність випромінювання) лазерне випромінювання має важливе значення для практичних досліджень в області медицини і біології.

Мета: проаналізувати фізичні аспекти використання методів когерентної оптики в медицині і біології.

Виклад основного матеріалу. В оптиці поняття когерентності вводять для характеристики спрямованості світлових коливань в різних точках простору і в різний момент часу. Світлові хвилі називають когерентними, якщо різниця фаз між ними залишається сталою з часом. Відповідно джерела таких хвиль називаються когерентними.

Як відомо, що гармонічні коливання однакової частоти завжди когерентні між собою, оскільки вони тривають і не затухають, завдяки стабільній різниці фаз. При цьому при додаванні таких гармонічних коливань буде проявлятися інтерференція.

Умовою інтерференції є її когерентність, тобто збереження незмінної різниці фаз в часі достатньої для спостереження. Зокрема, монохроматичні хвилі що утворюються гармонічними коливаннями, когерентні і можуть інтерферувати. Здатність когерентних хвиль до інтерференції в будь якій точці, яку досягнуть ці хвилі, мають місце когерентні коливання, які будуть інтерферувати. Результат інтерференції визначається різницею фаз інтерферуючих хвиль в місці спостереження. Інтерференція буде залежати

від початкової різниці фаз хвиль, а також від різниці відстаней, що віддаляють точку спостереження від джерел кожної із хвиль [2].

Для того щоб спостерігати інтерференційну картину з достатньою видимістю, необхідно створити в інтерференційній сфері умови, при яких максимальна різниця ходу, інтерферуючих світлових пучків набагато менше довжини когерентності для застосованого джерела світла.

Як зазначають деякі науковці, що підчас використання в якості джерела світла світіння розрідженого газу довжина когерентності для окремих спектральних ліній цього газу не перевищує декількох десятків сантиметрів. Лазерні джерела світла дозволяють спостерігати інтерференцію при різниці ходу у декілька кілометрів. Однак практична межа різниці ходу при якій можна спостерігати інтерференцію, обмежується вже не довжиною когерентності лазерних джерел світла, а труднощами створення стабільної інтерференційної схеми подібних розмірів і неоднорідністю земної атмосфери [3, с. 60].

Принцип роботи лазера ґрунтується на вимушеному випромінюванні. Важливою особливістю вимушеного випромінювання в лазерах є його когерентність падаючої хвилі. Випромінювання атомами в результаті вимушених переходів хвилі за частотою, напрямку поширення, поляризації і фази тотожні падаючій хвилі, і відповідно когерентні один одному, незалежно від того яким чином відбувалося збудження атомів на певних рівнях [1, с. 594].

Випромінювання лазера може бути безперервним, з постійною потужністю, або імпульсним, що досягає гранично великих потужностей. У деяких схемах робочий елемент лазера використовується в якості оптичного підсилювача для випромінювання від іншого джерела в енергію когерентного, монохроматичного, поляризованого і вузькопрямованого потоку випромінювання. Існує велика кількість видів лазерів, які використовують в якості робочого середовища всі агрегатні стани речовини. Окремі типи лазерів, наприклад лазери на розчинах барвників або поліхроматичних твердотільні лазери генерують частоти у широкому

спектральному діапазоні. Лазери бувають мікроскопічні (для певних напівпровідникових лазерів) та можуть сягати розмірів футбольного поля (для певних лазерів, робочим тілом якого є неодимове скло) [2].

Унікальні властивості випромінювання лазерів дозволили використовувати їх в різних галузях науки і техніки, а також в побуті, починаючи з читання та запису компакт-дисків і закінчуючи дослідженнями в галузі керованого термоядерного синтезу. Лазерне випромінювання знайшло широке застосування у медицині і біології. Розвиток лазерної техніки дозволив сформувати великий науково-технічний напрямок взаємодії когерентного монохроматичного електромагнітного випромінювання з біологічними системами – лазерної медицини. Дослідження випромінювання лазера проводиться за такими напрямками, як виявлення процесів, що відбуваються в біологічній системі, та дослідження останньої під впливом випромінювання лазера; використання лазерів у медицині для діагностики та терапії; встановлення ступеня безпечності впливу його випромінювання на здоров'я людини. Сьогодні лазери успішно застосовуються в таких сферах, як хірургія, онкологія, офтальмологія, терапія, стоматологія, урологія, гінекологія, щелепно-лицева хірургія, нейрохірургія, ендоскопія, фізіотерапія. Відкриття лазерного фотогідравлічного ефекту [5, с. 265] дало широкий спектр можливостей для пластичної хірургії. В онкології для лікування ран, виразок, шкіряних захворювань застосовують низькоінтенсивне лазерне випромінювання [6].

Дія низькоінтенсивних лазерів приводить до швидкого згасання гострих запальних явищ, стимулює репаративні (відновні) процеси, покращує мікроциркуляцію тканин, нормалізує загальний імунітет, підвищує резистентність (стійкість) організму. В даний час доведено, що низькоінтенсивне лазерне випромінювання володіє вираженою терапевтичною дією [4].

За допомогою лазерів можна вибірково збуджувати одне із власних коливань молекули. Виявляється, що при цьому молекули здатні вступати в реакції, які не можна або важко стимулювати звичайним нагріванням.

Висновки. Отже, розвиток лазерної техніки дозволив використати взаємодію когерентного монохроматичного електромагнітного випромінювання з біологічними системами та лазерною медициною. Використання лазерів та їх випромінювання у біології та медицині не просто покращує якість роботи, а створює нові, не здійсненні іншим шляхом лікувальні та діагностичні можливості.

Використана література:

1. Дитчберн Р. Физическая оптика / Р. Дитчберн. Пер. с англ. Л. А. Ванштейна и О. А. Шустина ; под ред. П. А. Яковлева. - М. : Наука, 1965. – 637 с.
2. Лазерне обладнання в терапії та хірургії [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/biofiz/lectures_stud/uk/med/medprof/ptn].
3. Ландсберг Г. С. Оптика : учеб. пособие для вузов / Г. С. Ландсберг. - [6-е изд., стереот]. - М. : Физматлит, 2003. – 848 с.
4. Мельник С. А Лазерне випромінювання в біології і медицині [Електронний ресурс] / Г. С. Мельник. – Режим доступу : file:///C:/Users/Адмін/Downloads/ptp_2013_3_13.pdf.
5. Плетньов С. Д. Лазери в клінічній медицині / С. Д. Плетньов – М. : Медицина, 1981. – 432 с.
6. Стадник В. Я. Применение лазерного излучения в экспериментальной и клинической онкологии / В. Я. Стадник, Н. Ф. Гамалея // Экспериментальная онкология. – 1989. – Т. II. – №1. – С. 12-17.

Анотація. У статті проаналізовано фізичні аспекти методів когерентної оптики в медицині і біології на прикладі використання лазерного випромінювання. З'ясовано напрямки застосування квантових генераторів в медичній та біологічній сферах.

Ключові слова: когерентна оптика, когерентні хвилі, когерентні джерела, лазери, лазерне випромінювання.