

Лекція №6

Лазери.

Розвиток лазерної техніки дозволив сформувати великий науково-технічний напрямок – взаємодії когерентного монохроматичного електромагнітного випромінювання з біологічними системами – лазерної медицини. Дослідження випромінювання лазера проводилися 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 фотогідралічного ефекту дало широкий спектр можливостей для пластичної хірургії. В онкології для лікування ран, виразок, шкіряних захворювань застосовують низькоінтенсивне лазерне випромінювання. В офтальмології за допомогою лазерів проводять такі лікування, як відшарування сітчатки, діабет (крововилив судин, що живлять сітчатку), глаукома, приварювання сітчатки та ін. При великих тривалостях (секунди, мілісекунди) і малих рівнях потужності в імпульсі випромінювання проводить коагулюючу дію. Разом із тепловою коагулюючою дією в офтальмології використовується руйнуючий ефект лазерного випромінювання, що має місце при фокусуванні надкоротких і надпотужних імпульсів, які проявляються в ефекті мікрОВИбуху. Такий режим використовується в офтальмологічній установці "Ятаган-1" для пробивання каналів у тканинах ока при лікуванні глаукоми. У 1984 році завершилась розробка офтальмологічної лазерної установки "Якорь-1" на базі неперервного ІАГ: Nd³⁺ лазера з перетворенням випромінювання в другу гармоніку з $\lambda = 0,532$ мкм та імпульсивного лазера на

неодимовому склі з модуляцією добротності $\approx 1,06$ мкм. Чисто зелене випромінювання мінімально пошкоджує нервову тканину. Крім того, в зоні лазерної обробки зеленим світлом відбувається більш ефективно проростання кровоносних судин, що дозволяє здійснювати більш ранню та більш ефективну обробку очного дна.

Використання випромінювання лазера в клінічній офтальмології має ряд переваг, зокрема, точна локалізація місця коагуляції та мале нагрівання тканин, що містяться навколо області коагуляції, здійснюються внаслідок короткого часу експозиції. Монохроматичність світла зменшує ефект хроматичної аберації в оці і дозволяє проводити спостереження. Поряд із цим виникають проблеми, пов'язані з роботою лазера – нагрівання та зміна положення робочої речовини, порушення в дзеркалах, лампі, оптичному резонаторі; обмеженість контролю за процесом опромінення, виникнення труднощів при фотокоагуляції на периферії, та при створенні щонайменших розмірів діаметра лазерного променя (внаслідок дифракції від країв зіниці) та ін.

У такій галузі, як кардіологія, в США і Росії групою медиків і фізиків ФІАН проведені перші спроби щодо забезпечення позасудинного живлення кров'ю серцевого м'яза. При захворюванні (закупорці) судинної системи, що живить серцевий м'яз, виявилось можливим здійснити додаткове постачання кров'ю серцевого м'яза через багаточисельні отвори, зроблені в м'язі за допомогою CO₂-лазера, що працює в імпульсному режимі. Лазер безперервної дії на ІАГ: Nd³⁺ успішно був застосований тією ж групою медиків та фізиків, а також із участю медиків в Каунасі для лікування такого захворювання, як аритмія серця. В ході пошуку шляхів лікування цієї хвороби медики навчилися виявляти топологію паразитних каналів, по яких надходять додаткові хибні сигнали до серцевого м'яза, які викликають аритмію в роботі серця. Були випробовані різноманітні методи розтину цих хибних каналів, однак кардинального вирішення проблеми не було знайдено. Переміщення

нервових каналів за допомогою ІАГ: Nd3+ лазера виявилось досить ефективним, тому дослідження в цьому напрямку заслуговують уваги.

Клінічна практика показала, що лазерна терапія широкого кола захворювань за ефективністю часто набагато краща, ніж інші способи лікування. Низькоінтенсивне лазерне випромінювання з успіхом використовується в різних галузях медицини. Не викликає сумніву стимулююча, протизапальна і обезболююча дія випромінювання гелій-неонового лазера, його нормалізуючий вплив на обмін речовин і стан імунної системи. Проте механізм взаємодії лазерного і світлового некогерентного випромінювання взагалі на клітинно-молекулярному рівні залишається не в'ясненим. Незважаючи на досягнуті результати, лазерна медицина робить лише перші кроки. Для реалізації досягнень квантової електроніки в інтересах медицини необхідно істотно розширити і підняти на новий рівень весь комплекс досліджень взаємодії лазерного випромінювання з біологічною системою – живою тканиною. При дослідженні такої взаємодії потрібно враховувати такі фактори, як параметри випромінювання та характеристики біологічної системи.

Отримані в ході цих досліджень кількісні дані про глибину проникнення в тканину, про кількість поглиненої енергії, про теплоємності й теплопровідності живої тканини та ін., повинні бути покладені в основу математичних моделей взаємодії випромінювання з біологічною системою, а одержані розрахунки стануть основою для формування чітких вимог до лазера відповідно до кожного окремого завдання. Ці дані необхідні, наприклад, для визначення залежності між густиною потужності CO₂-лазера і швидкістю розрізу живої тканини при різних видах тканини. Помітну роль при цьому буде відігравати також створення та вивчення технічної моделі біологічної системи.

У відомих методиках лазерної терапії не приділяють належної уваги точному дозуванню лазерного опромінення, й енергетична доза випромінювання, яка поглинається організмом, не може бути обчислена як простий добуток

коефіцієнта поглинання, інтенсивності опромінення і тривалості сеансу. Це пов'язано з тим, що будь-який біологічний організм є автоколивальною системою зі своїм спектром коливальних процесів, і тому енергетична доза, яка поглинається організмом, визначається не тільки тривалістю дії, а й станом організму.

Сибіль М. Г.