

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ БИОТКАНЕЙ

А.В. Лаппа, Ю.К. Рогальский, А.И. Козель

Челябинский государственный институт
лазерной хирургии

Наиболее употребимый подход к описанию взаимодействия лазерного излучения с биотканью основан на решении кинетического уравнения переноса излучений. Согласно этому приближению распространение света определяется набором констант (коэффициентами поглощения, рассеяния и фактором анизотропии), зависящих как от среды, так и от длины волны излучения. Определение численных значений этих констант – центральная задача биооптики. Знание коэффициентов рассеяния, поглощения и фактора анизотропии для различных тканей важно не только для теоретического моделирования лазерного воздействия (например, для расчетов температурных полей или оценки освещенности в фотодинамии), но и для диагностического применения. Последнее связано с отличием оптических свойств нормальных и патологических тканей и органов. Несмотря на пристальное внимание исследователей к этой проблеме, имеющиеся экспериментальные данные не полны и противоречивы.

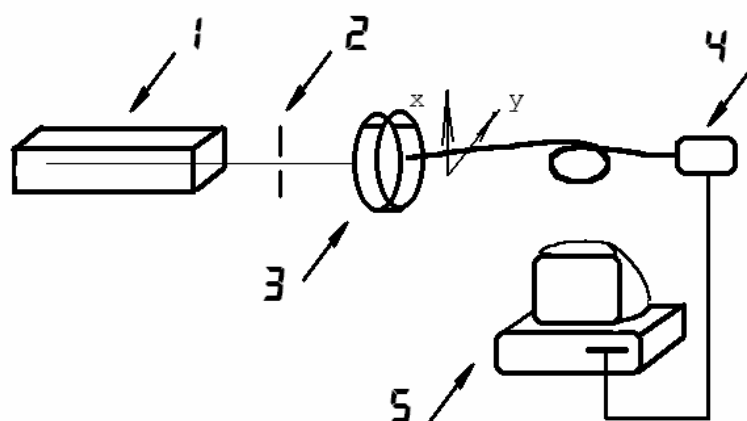
В настоящее время наиболее часто встречаются следующие методы получения экспериментальных данных для восстановления численных значений констант взаимодействия: метод интегральных сфер; рефлектометрия; методы, основанные на использовании модулированных источников света и времени задержки отклика ткани на короткий импульс воздействия (time-resolved methods) и другие. Для восстановления констант взаимодействия по экспериментальным данным необходимо решать так называемую «обратную задачу» методами оптимизации. Такой подход требует многократного решения кинетического уравнения (прямой задачи) и, следовательно, значительного машинного времени. Для решения прямой задачи широко используются диффузионное приближение уравнения переноса, многопоточковые теории, метод Монте-Карло. Последний наиболее универсален и обеспечивает наибольшую точность при решении кинетического уравнения.

Нами реализована экспериментальная установка для измерения радиального распределения лазерного излучения, прошедшего через слой рассеивающего и поглощающего исследуемого образца, и разработан экспрессный метод расчета оптических параметров.

Коллимированный лазерный луч (см. рисунок) падает нормально на переднюю поверхность цилиндрической кюветы (3) с исследуемым образцом, толщину которого можно изменять. Детектором поля излучения служит кварцевый световод, сопряженный с фотодиодом (4). Детектор сканирует заднюю поверхность кюветы. Сигнал фотодиода после усиления передается в компьютер (5) для дальнейшей обработки. Чувствительность детектирующего устройства составляет ~ 1 мкВт/В.

Для определения численных значений констант взаимодействия предлагается экспрессный способ решения обратной задачи. Наш метод основан на теории малых воз-

мущений, согласно которой некоторое приближение констант взаимодействия рассматривается как параметры, описывающие невозмущенную среду. Искомые значения описывают возмущенную среду. Определение констант производится минимизацией различий в показаниях детектора (измеренных и рассчитанных) для каждой из сред.



1. Источник света.

2. Коллиматор.

3. Кювета с биотканью.

4. Сканирующий детектор.

5. Компьютер.