

## ВОЗМУЩЕНИЕ СПЕКТРА ДИФFUЗНОГО ОТРАЖЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ТКАНИ ПОГЛОЩАЮЩИМИ ЭКЗОГЕННЫМИ АГЕНТАМИ

Лаппа А.В., Рогальский Ю.К., Аникина А.С.

Челябинский государственный университет

Челябинский государственный институт лазерной хирургии

В работе исследуется возможность использования спектров диффузного отражения света от биологической ткани для обнаружения малого количества введенного в биоткань поглотителя. Такая задача возникает в лазерной медицине, в частности, при фотодинамической терапии новообразований. В этом случае в организм больного вводится незначительное количество специального фоточувствительного агента (сенсibilизатора), который накапливается в опухоли, что позволяет избирательно воздействовать на нее лазерным излучением. Подход заключается в сопоставлении спектральной интенсивности отраженного света в центре пика поглощения агента и вдали от него.

Предварительный теоретический анализ осуществлен нами в рамках кинетической модели распространения света в мутной среде. В первом порядке теории возмущения изменение интенсивности диффузно отраженного света прямо пропорционально изменению коэффициента поглощения биоткани. Для определения коэффициента пропорциональности в этой зависимости нами проведено моделирование прохождения излучения методом Монте-Карло с использованием схемы коррелированной выборки для уменьшения дисперсии

разностей. Расчеты произведены для ткани со следующими невозмущенными оптическими параметрами<sup>1</sup>:  $\mu_s=76 \text{ см}^{-1}$ ,  $\mu_a=0,375 \text{ см}^{-1}$ ,  $g=0,95$  (молочная железа,  $\lambda=630\text{нм}$ ). Результаты моделирования приведены на Рис.1. При моделировании исследуемое вещество облучалось цилиндрическим пучком света с диаметром 800мкм, ориентированным перпендикулярно

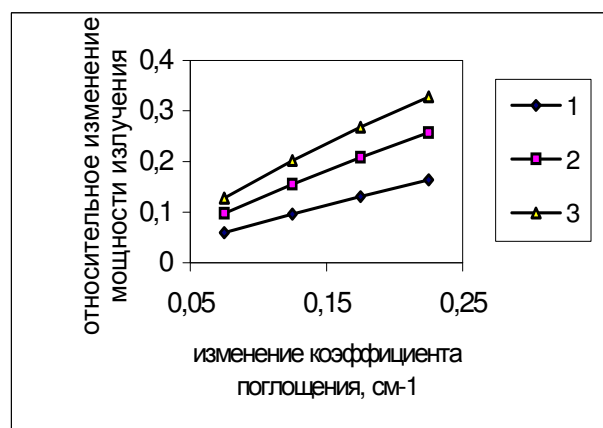


Рис.1

поверхности биоткани. Плотность мощности отраженного излучения рассчитывалась на различных расстояниях от оси пучка: 1-0,25см, 2-0,5см, 3- 0,75см. Эти результаты мы использовали для расчета спектра отражения ткани молочной железы с введенным в нее агентом – фотодитазином (новый сенсibilизатор для фотодинамической терапии) в реально используемом количестве –1мг/кг, (Рис.2). Коэффициент поглощения смеси ткань-агент рассчитывался в приближении брэгговской аддитивности. Зависимость оптических коэффициентов чистой ткани от длины волны излучения не учитывалась. На рисунке приведен модуль относительного изменения спектра в области максимума поглощения

сенсibilизатора. Разные кривые соответствуют тем же, что и на рис.1, разным расстояниям от оси пучка.

На расстояниях от оси пучка, где мощность диффузно отраженного света еще достаточна для проведения спектральных исследований, моделирование предсказывает возмущение спектра порядка единиц процентов. Таким образом результаты моделирования позволили оценить требуемые параметры (чувствительность, динамический диапазон, разрешение)

экспериментальной установки.

Такая установка была собрана на основе фотодиода ФД-К-155, усилителя постоянного тока и оптической системы спектрофотометра СФ-46. Установка была опробована на фантоме биоткани (раствор фотодитазина в молоке в концентрации 5мг/кг). Измеренный спектр отражения смеси приведен на рис.3

Качественное согласие эксперимента с результатами моделирования

позволяет сделать заключение о принципиальной возможности использования спектров диффузного отражения для обнаружения малого количества поглощающих агентов в смеси.

## ЛИТЕРАТУРА.

1. I. Driver et al., "Phys. Med. Biol", vol.36, pp. 805-813, 1991.

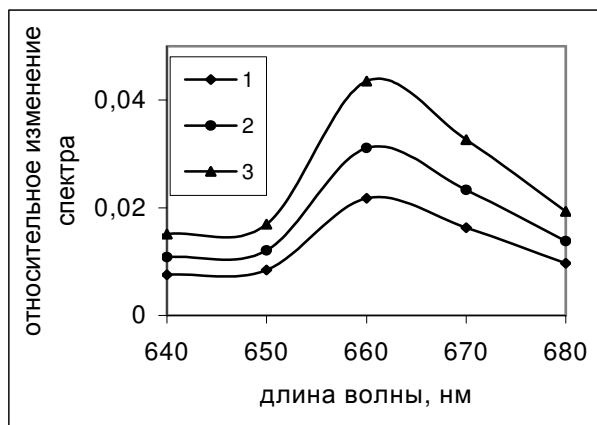


Рис.2

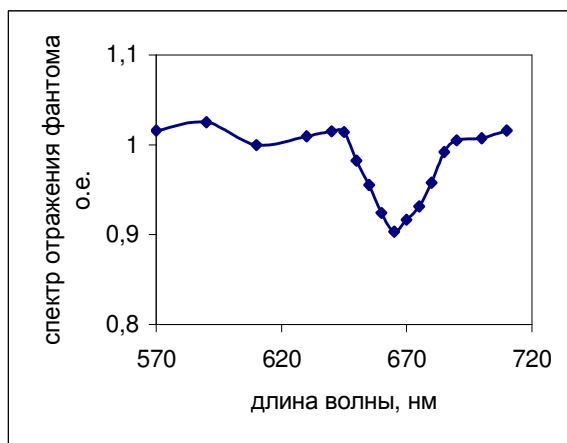


Рис.3