

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НОВОГО СПОСОБА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ

В. В. Барун¹, А. П. Иванов¹, Nguyen Cong Thanh², Tran Hong Nhung²

¹Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси, Минск, Беларусь

²Институт физики ВАНТ, Ханой, Вьетнам

Идея работы достаточно понятна. При неинвазивной лазерной терапии, включая фотодинамическую, свет проходит через кожный покров. Поскольку оптические свойства кожи селективны по длинам волн, биологическая ткань играет роль спектрального фильтра. Он имеет сложную кривую пропускания, зависящую от показателей поглощения и рассеяния основных хромофоров кожи – меланина, крови (окси – и деоксигемоглобина), ткани-основы. Следовательно, изменяя длину волны облучения поверхности ткани, можно варьировать световую мощность, поглощаемую конкретным хромофором, на который следует оказать воздействие при терапии. Это предоставляет возможность повысить эффективность ряда механизмов такого воздействия светом за счет выбора подходящего спектрального диапазона облучения. В работе основное внимание обращено на поглощение дериватами гемоглобина крови, а также на фотодинамический и фотоокислородный эффекты, связанные с поглощением света соответственно вводимым фотосенсибилизатором и молекулярным кислородом, растворенным в биоткани.

На основе современных инженерных подходов теории переноса излучения была разработана аналитическая методика расчета пространственных распределений характеристик светового поля с целью определения основного воздействующего фактора – плотности излучения как функции глубины в среде. Исследованы спектры мощности, поглощаемой различными хромофорами кожи, включая фотосенсибилизаторы. Найдены оптимальные длины волн облучения, обеспечивающие максимальное поглощение. Так, для светового воздействия на оксигемоглобин в глубоких слоях дермы (1.5 мм и более) предпочтительнее использовать ближний ИК диапазон, а на деоксигемоглобин – красный участок спектра. На примерах показано, что путем смещения длины волны облучения относительно максимума поглощения хромофоров возможно повысить эффективность свето- и фотодинамической терапии в несколько раз. При этом спектральное смещение составляет примерно 10 – 20 нм при фотодинамическом воздействии с использованием фотосенсибилизатора «Фотолон» и 2 – 5 нм в случае фотоокислородного эффекта.