

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЬЦЕВЫХ ВОЛНОВОДОВ ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТЕРАПИИ ОПУХОЛЕЙ

Аспирант Чиж Д.В.¹, магистрант Солейман-Нежад М.², студентка гр.
113626 Юрчик Е.Н.²,
канд. техн. наук, проф. В.Т. Минченя², канд. техн. наук Д.А. Степаненко²
¹*Белорусская медицинская академия последипломного образования*
²*Белорусский национальный технический университет*

Одним из эффективных средств терапии злокачественных опухолей является использование ультразвуковых волн, которые могут применяться для абляции и гипертермии опухолей, а также подавления пролиферации и стимуляции апоптоза неопластических клеток. В первом случае используются сфокусированные волны высокой интенсивности с частотой 0,5-4,0 МГц, позволяющие воздействовать на опухоль неинвазивным образом, а во втором – волны малой и средней интенсивности с частотой 20-80 кГц. Известны гипотезы, связывающие воздействие ультразвука малой интенсивности на опухоли с изменением направления переноса энтропии и информации между нормальными и неопластическими клетками, а также с образованием активного кислорода в результате сонохимических реакций.

Как показано авторами, воздействие на поверхностные опухоли ультразвуком малой интенсивности с помощью кольцевых волноводов позволяет существенно снизить дозы облучения при последующей лучевой терапии. Однако механизм взаимодействия волновода с инсонифицируемой опухолью требует дополнительного исследования, в частности, проверки гипотезы о возможности фокусировки волны с помощью кольцевого волновода. В связи с этим было проведено компьютерное моделирование процессов, возникающих при взаимодействии волновода с опухолью. Моделирование производилось методом модального анализа с помощью конечно-элементного пакета ANSYS. Инсонифицируемая биологическая ткань представлялась в виде предварительно напряженного в радиальном направлении цилиндрического объема, наружная поверхность которого контактирует с кольцевым волноводом с прямоугольным поперечным сечением. Для согласования колебательных смещений наружной поверхности ткани и внутренней поверхности волновода производилось «склеивание» этих поверхностей. Так как деформация ткани может возникать лишь при колебаниях кольца в плоскости, перпендикулярной его оси, рассматривалась верхняя половина кольца с наложением симметричных граничных условий на нижнюю поверхность. Показано, что для некоторых собственных форм колебаний в центре инсонифицируемой ткани возникает максимум деформаций, что свидетельствует о возможности геометрической фокусировки ультразвука в ткани.