

УДК 616.006

А.В.Суржиков (6 курс, каф. теплофизики), В.В.Степанов, к.т.н., доц.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С КОЖНЫМ ПОКРОВОМ

В последнее время в медицине широко используется лазерное излучение различной мощности и спектрального диапазона для лечения ряда заболеваний. Для надежного применения лазерной терапии необходимо уметь прогнозировать тепловое воздействие лазерного луча на биоткань, т.е. уметь рассчитывать нестационарные тепловые поля в зависимости от мощности излучения, времени воздействия, диаметра лазерного луча и теплофизических свойств биоткани.

В данной работе рассматривается осесимметричная задача о нагреве лазерным лучом постоянной мощности (от 2 Вт до 10 Вт) поверхности кожи. Время воздействия варьировалось от 50 мс до 200 мс. При постановке задачи учитывалось сложное строение кожи (рассматривалась двухслойная модель с толщинами 0,02 и 0,38 см, теплофизические свойства которых существенно различались).

Задача решалась численным интегрированием нестационарного уравнения теплопроводности со свойствами, зависящими от координат. Расчет мощности тепловыделения проводился на основе решения задачи о распространении и поглощении лазерного излучения статистическим методом Монте-Карло. Уравнение теплопроводности решалось методом сеток (использовался метод дробных шагов). При этом, температура вычислялась в узлах сетки, а мощность тепловыделения (как уже отмечалось, предварительно рассчитанная) задавалась в центре ячейки. Граничные условия задавались следующими: на внешней поверхности кожи конвективная теплоотдача, внутри кожного покрова граничные условия 1-го рода (значение температуры зависело от глубины), на оси луча условия симметрии.

В результате численного решения получены распределения температуры как по поверхности кожи, так и по ее глубине в зависимости от мощности излучения и продолжительности импульса. Результаты расчетов сравнивались с экспериментальными данными, полученными в Лазерном центре СПбГМУ им. И.П. Павлова. Получено удовлетворительное совпадение.