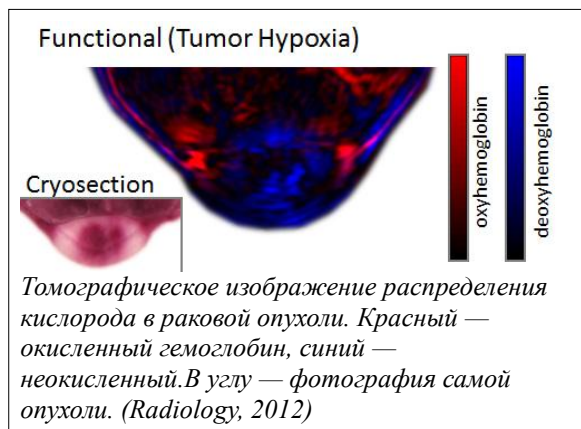


Задача 4. Оптоакустическая спектроскопия (14 баллов)



Современный метод оптоакустической спектроскопии позволяет определить состав некоторых жидкостей (например, крови), опираясь на спектральные отличия оптического поглощения компонентов. В частности, отличие спектров поглощения гемоглобина (белка, переносящего кислород в организме) в окисленной и неокисленной форме позволяет рассчитать концентрацию кислорода в крови без вмешательства в организм пациента (см. рис.)

Метод использует эффект теплового расширения тел, которые эффективно поглощают свет, что, в свою очередь, приводит к испусканию ультразвуковой волны, если интенсивность света изменяется по периодическому закону (т. е. свет «модулирован»). Измеряя интенсивность ультразвука в разных точках при помощи матрицы микрофонов, учёные восстанавливают 3D-изображение биологических объектов.

Юная изобретательница Даниэла разработала новое контрастное вещество, которое представляет из себя наночастицы с высоким показателем поглощения света $\alpha = 100 \text{ см}^{-1}$ и плотностью 2 кг/см^3 . Она приготовила водную суспензию наночастиц с концентрацией $C_{\text{NP}} = 1 \text{ г/л}$ и направила на неё источник световых прямоугольных импульсов с интенсивностью $I_0 = 1 \text{ кВт/м}^2$, частотой $f = 1 \text{ МГц}$ и скважностью 2 (так называемые, меандры).

1. Найдите звуковое давление ультразвуковой волны (**10 баллов**). Сжимаемость воды принять равной $5 \cdot 10^{-10} \text{ Па}^{-1}$, а коэффициент объёмного расширения воды $1.5 \cdot 10^{-4} \text{ К}^{-1}$.

2. Насколько отличается уровень давления звука, испускаемого суспензией, от звука разговора Даниэлы и её научного руководителя (50 дБ) (**4 балла**)?