

УДК 534.7, 619:615.83

М.С. Шашкин

### ИССЛЕДОВАНИЕ РАССЕЯНИЯ УЛЬТРАЗВУКА НА НЕОДНОРОДНОСТЯХ ТИПА «ЭРИТРОЦИТ-НАНОАГЕНТ»

*Исследуется рассеяние УЗ волны, в пробе крови in vitro, на форменных элементах крови – эритроцитах и целенаправленными на них наночастицами.*

*Рассеяние УЗ; эритроцит; наночастица.*

M.S. Shashkin

### INVESTIGATION OF ULTRASOUND SCATTERING ON IRREGULARITIES OF TYPE “ERYTHROCYTE-NANOAGENT”

*The scattering of ultrasound on formal blood particles – erythrocytes and targeted nanoparticles in the blood probe in vitro was investigated theretically.*

*Ultrasound scattering; erythrocytes; nanoparticle.*

Нанотехнология имеет огромный потенциал как для многократного увеличения диагностических тестов, проводимых in vitro, так и для миниатюризации датчиков с целью их применения in vivo. Различные нанотехнологии позволят повысить чувствительность и расширить существующие пределы молекулярного детектирования конкретных белков или мишеней ДНК и улучшить диагностику инфекционных заболеваний и других нарушений [1].

Задача о рассеянии звуковых или электромагнитных волн на множестве объектов имеет большое количество практических применений, таких как моделирование сложных тел, управление сечениями рассеяния различных объектов, предсказание излучения от рефлекторных антенн и т.д.

Геометрия задачи показана на рис. 1.

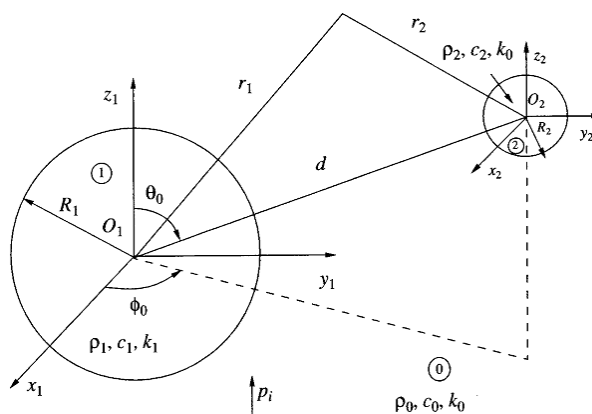


Рис. 1. Геометрия рассеивателя [2]

Рассеяние плоской звуковой волны на акустически проницаемой мягкой сфере, находящейся на некотором расстоянии от другой непроницаемой твердой сферы, с акустически малым радиусом (много меньше длины волны звука) в дальнем поле рассеяния определяется по общей формуле

$$p_s = \frac{\exp(jk_0 r_1)}{k_0 r_1} G(\theta_1, \varphi_1),$$

где

$$G(\theta_1, \varphi_1) = \sum_{n=0}^{\infty} B_n (-j)^{n+1} P_n + \sum_{n=0,1}^n \sum_{m=-n}^n \sum_{v=0}^{\infty} \sum_{\mu=-v}^v \sum_{p=|n-v|}^{n+v} D_{mn} (-1)^{v+\mu+1} j^{v-n+1} \times \\ \cdot (2v+1) \alpha(m? n | -\mu, v | p) \cdot P_p^{-\mu}(\cos \theta_1) \exp[j(m-\mu)\varphi_1] \times \\ \cdot j_v(k_0 d) P_v^{\mu}(\cos \theta_0) \exp(j\mu\varphi_0) [2].$$

По данной формуле исследуется рассеяние УЗ волны на неоднородности типа «эритроцит-наноагент». Информация для вычисления сечения рассеяния для обратного рассеяния, рассеяния вперед и полного рассеяния представлена в [2].

Для исследования по этим данным все условия выполняются. Известно, что эритроцит имеет форму двояковогнутой сферы с диаметром от 7 до 8 мкм, наноагенты в свою очередь имеют форму сферы диаметром менее 100 нм, что много меньше длины волны излучаемого УЗ, равного 1 МГц [3]. Данная частота излучения лежит в пределах диагностического УЗ, что в перспективе позволит проводить диагностику человека *in vivo* непосредственно.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Тараева Е.* Перспективные направления использования нанотехнологий International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology 12(56), 2007.
2. *Дж.А. Румелиотис, А.Д. Котсис.* Рассеяние звуковых волн на двух сферических телах, одно из которых имеет малый радиус // Акустический журнал. – 2007. – Т 53. – № 1.
3. *Michael S. Hughes, Jon N. Marsh* Acoustic characterization in whole blood and plasma of site-targeted nanoparticle ultrasound contrast agent for molecular imaging // J. Acoust. Soc. Am. 117(2), February 2005.

#### **Шашкин Михаил Сергеевич**

Технологический институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.  
E-mail: mic\_88@mail.ru.  
347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.  
Тел.: +79280434119.

#### **Shashkin Mikhail Sergeevich**

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.  
E-mail: mic\_88@mail.ru.  
44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.  
Phone: +79280434119.

УДК 615.47

**А.А. Резниченко, А.В. Лучинин**

### **ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ КАРДИОИНТЕРВАЛОГРАММ В МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

*Рассмотрены особенности структуры кардиоинтервалограмм с точки зрения синергетического подхода. Показано, что кардиоинтервалограмма обладает самоподобием и может рассматриваться как фрактальная структура.*

*Синергетика; организм; спектр; система.*