

Математическое моделирование гидродинамических процессов крови головного мозга

УРМАНЦЕВА НЕЛЛИ РУСЛАНОВНА

Сургутский государственный университет (Сургут), Россия

e-mail: nel-u@yandex.ru

Проведен обзор современных подходов к моделированию функционирования кровеносной системы [1]. Представлена разработанная математическая модель, в которой теория гидродинамики используется для визуализации кровотока в сосудах головного мозга, а теория некорректных задач применяется для реконструкции трехмерной картины течения при помощи ЭВМ на основании серии томографических снимков.

Настоящее исследование посвящено анализу математических задач теории переноса в разветвленной системе сосудов человеческого мозга и выявлению взаимосвязи осцилляционных электромеханических явлений на поверхности (границе) тела с гидродинамикой сосудов, а также визуализации гидродинамических процессов мозга.

Для моделирования динамики жидкости в сосудах с подвижными границами используется модель несжимаемой жидкости Навье-Стокса.

Для реконструкции течения используется связь динамики границы с картиной течения V в предположении его потенциальности, т.е. $V = \text{grad}\Phi$. В этих условиях для определения Φ решается краевая задача с граничными условиями второго рода (задача Неймана) для уравнения Лапласа. В качестве теста рассматривается модельная задача для прямоугольного параллелепипеда с подвижными границами [2, 3].

Решаемая задача приобретает статус обратной, поскольку по динамике стенок (границ) сосудов необходимо восстановить картину течения по ним крови [4].

При решении задачи исследования массив снимков, полученных при магнитно-резонансной или компьютерной томографической ангиографии, может быть использован в качестве исходных данных для реконструкции трехмерной модели картины течения при помощи ЭВМ [5].

Сформированная математическая модель даст возможность не только визуализировать движение крови по сосудам, но и расширить базу знаний о кровеносной системе, которые возможно будет получать, не прибегая к трудоемким натурным экспериментам.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 14-01-00478 «Разработка и исследование математических моделей и алгоритмов решения задач гидродинамики осцилляций в сосудах живых организмов и выявление связи с электромеханическими характеристиками, регистрируемыми на поверхности кожи».

Список литературы

1. Петров И.Б. Математическое моделирование в медицине и биологии на основе моделей механики сплошных сред// Труды МФТИ, т. 1, № 1, 2009, с. 5-16.
2. Самарский А.А. Теория разностных схем. – М.: Наука, 1977, с. 654.
3. Годунов С.К., Рябенский В.С. Разностные схемы. – М.: Наука, 1973, с. 439.
4. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. – М.: Наука.

Главная редакция физико-математической литературы, 1979, с. 285.

5. Галкин В.А., Галкина И.В., Галкин А.В., Здоровцев П.А., Кучеров А.А., Осецкий Д.Ю. Современные технологии математического моделирования биологических систем// Труды регионального конкурса проектов фундаментальных научных исследований, АНО «Калужский региональный научный центр им. А.В. Дерягина», вып. 18.