

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВУСТОРОННЕГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОТОКА КРОВИ И СТЕНКИ В СОСУДЕ ЧЕЛОВЕКА

Ятченко Е.В., Ракчеева Т.А.

ФГБУ науки Институт машиноведения имени А.А. Благонравова РАН (ИМАШ РАН),  
Россия, 101990, г. Москва, Малый Харитоньевский переулок, д.4,  
Тел.: 8 (495) 628-87-30, Факс: 8 (495) 624-98-63, elenablv@yandex.ru, rta\_ra@list.ru

В настоящее время использование методов математического моделирования применительно к исследованию течения крови в сердечно-сосудистой системе является важной и актуальной задачей. Несмотря на очевидные успехи, задача расчета турбулентных течений, особенно со сложными границами, является нерешенной проблемой. В большинстве работ по данной тематике расчеты реализованы на цилиндрических трубках, взятых за основу сосудов, либо по параметрическим моделям [1,2,3]. В данной работе расчеты ведутся на реальном сосуде с патологическими изменениями (аневризма сосуда), полученном со снимков магнитно-резонансной томографии.

Основная трудность при моделировании биомеханических систем в том, что во многих случаях получение аналитического решения не представляется возможным в виду сложности геометрии, условий закрепления или нагружения модели, что приводит к необходимости применения численных методов. В этой работе применяется метод конечных элементов, реализованный в программном комплексе ANSYS CFX. Новизна работы заключается в том, что был осуществлен метод двустороннего взаимодействия задачи гидродинамики и уравнения упругой сплошной среды.

Математическое моделирование дает возможность оценить количественно и визуально представить процессы, происходящие при прохождении крови по сосудам, а также возникающие изменения, которые происходят в системе сосудов при различных анатомических изменениях. В данной работе рассчитаны постоянный и пульсирующий потоки, оценка влияния стеноза на потоки крови в сосуде и аневризме, сравнение потоков в сосуде с аневризмой и без аневризмы. Описанный метод позволяет вычислить ряд гемодинамических параметров (распределение давлений, скоростей потоков крови, напряжений сдвига на стенках сосудов, областей удара потока о стенку), которые сложно измерить неинвазивно.

## Литература

1. *Duangkamol Poltem: A Review: Hemodynamics of Cerebral Aneurysm with Mathematical Modeling // International Mathematical Forum, том 7, номер 54, 2012. Стр. 2687—2693.*
2. *Доль А. В. Биомеханическое моделирование кровеносных сосудов с учетом мышечной активности стенок. Кандидатская диссертационная работа, 2013. 144 стр.*
3. *Мухин С. И. Математическое моделирование гемодинамики. Докторская диссертационная работа, 2008. 266 стр.*