# Математическое моделирование работы искусственного сердечного клапана

Долгов Дмитрий Андреевич, аспирант, Кемеровский Государственный Университет, e-mail: 9erthalion6@gmail.com

В последние годы, в связи с развитием новых методов лечения различных патологий сердечно-сосудистой системы, существенно возрос интерес к математическому моделированию движения крови в сосудах и искусственных сердечных клапанах человека. Искусственный сердечный клапан - чрезвычайно сложная система, к работе которой предъявляется множество требований, поэтому математическое моделирование существенно упрощает процесс его разработки и оптимизации структуры. В данной работе мы предлагаем математическую модель для описания трехмерной динамики течения крови в крупных кровеносных сосудах и искусственном сердечном клапане, а также численный метод решения данной задачи. Исследование проводится в рамках проектной части госзадания № 1.630.1.2014/K.

Предложенная для решения нестационарной задачи о течении крови внутри клапана математическая модель позволяет учитывать основные особенности функционирования сердечного клапана: неоднородную структуру крови, а также гибкость лепестков клапана, их сложную форму и чрезвычайную тонкость. Кровь моделируем как вязкую несжимаемую неоднородную жидкость, состоящую из двух компонент (соответствующих, например, плазме и форменным элементам). Ее движение описываем с помощью нестационарной системой дифференциальных уравнений Навье-Стокса с переменными вязкостью и плотностью, где концентрация примеси описывается уравнением конвекции. Лепесток клапана моделируем как гибкую непроницаемую поверхность, которая деформируется под воздействием давления крови. Деформацию лепестков, а также их взаимодействие с жидкостью описываем с помощью метода погруженной границы, учитывая влияние лепестков на течение с помощью добавления массовых сил в уравнение движения жидкости.

Описанная математическая модель и численный метод решения могут быть применены для решения широкого круга медицинских задач. Задавая в качестве начальных данных перепад давления, форму сосуда и лепестков клапана, а также начальное распределение примесей в крови, можно определить динамику описанной биологической системы, включая расход жидкости в сосуде, геометрию лепестков клапана и их напряжение деформации в любой момент времени и распределение примеси в крови.