

## ВВЕДЕНИЕ.

Моделированию кровеносной системы человека посвящено большое количество работ отечественных и зарубежных ученых. Первыми работами, положившими начало таких исследований, можно считать работы Гарвея и Ньютона. Всплеск таких исследований начался во второй половине 20 века, когда к исследованиям по моделированию сердечно-сосудистой системы (ССС) человека стали привлекать математический аппарат и вычислительную технику: F.S. Grodins (1966), P.L. Vadot (1968), L. Pater (1966), Шумаков В.И. (1971) и др.). Широкий спектр моделей ССС привел к трудностям, связанных с тем, что при построении конкретной модели используются принципы, присущие, пожалуй, только этой модели. Однако при решении задач, которые возникают как в теоретических исследованиях, так и при решении задач клинического плана, приходится пользоваться несколькими моделями. Поэтому встает необходимость соотнести определенную модель (или несколько моделей) в рамках другой (или нескольких) модели и наоборот. Необходимо объединяющее начало, позволяющее выводы, полученные на основании одной модели, соотносить с результатами, выявленными в рамках другой модели. Подходы, предлагаемые к настоящему времени (Е.Н. Starling, A. Hill, Хаютин В.М., Шумаков В.И., Бакусов Л.М., Лищук В.А. и др.) обуславливали анализ большого числа параметров, от которых зависит поведение ССС, а при более детальном описании ее функционирования проявляется тенденция к еще большему увеличению числа параметров.

Нахождение объединяющего начала в задачах, касающихся моделирования ССС, является в настоящее время актуальным. Наряду с переносом вещества по кровеносной системе, происходит и перенос информации. Установлено, что понятие информации тесным образом связано с жизнедеятельностью человека (Кадомцев Б.Б., Яшин А.А.). Объяснение закономерностей, на основании которых передается вещество и информация внутри организма с использованием

построенной для этого математической модели, является актуальным для исследования.

Единство компонентов ССС можно объяснить изучением ее геометрии в структуре определенного пространства, по своим свойствам близким к свойствам структуры ССС. Поэтому построение математической модели движения крови, как во всей системе, так и в ее отдельных участках, основывается на геометрии интегральных линий вектора скорости крови в соответствующих пространствах. В качестве структурных параметров выступают базисные дифференциальные формы, вводимые посредством структурных уравнений соответствующего пространства и через которых выражаются величины, характеризующие движение крови (скорость крови, кривизна и кручение интегральной линии по которой движется кровь). На основании этих параметров определяются тензоры, характеризующие структуру системы кровообращения и движение крови. При определенных условиях тензоры будут определять геометрические объекты (по терминологии Г.Ф. Лаптева). Форменные элементы крови в работе рассматриваются как материальные точки и в дальнейшем исследуются их траектории или интегральные линии вектора скорости крови. Эти материальные точки для соответствия с общепринятыми названиями везде в дальнейшем будем называть частицами крови. Геометрия движения крови исследуется посредством различных дифференцируемых отображений и получаемые при этом геометрические объекты выступают в качестве характеристик движущейся крови.

Полученная в работе теория позволяет проводить исследования кровотока, как в плане фундаментальных исследований, так и использовать полученные результаты в клинике, а также в практической деятельности сосудистого хирурга (флеболога). В то же время, предлагаемый метод моделирования деятельности ССС, позволяет эффективно применять полученную теорию непосредственно к проведению диагностических исследований состояния кровотока. Анализируя современные исследования в области моделирования ССС, можно

сделать вывод, о значимости тематики предпринятого исследования, позволяющего решить те задачи, для которых ранее не было предложено логически выверенного концептуального обоснования, не была разработана теория моделирования кровотока, которая с единых позиций позволяла решать задачи построения математической модели системы кровообращения и сосуда для анализа состояния ССС человека. Применение дифференциальных форм для теоретического и практического исследования движения крови ранее так широко до этого не использовалось. Характеристики системы кровообращения, такие как скорость крови, кривизна и кручение интегральных линий, находятся из выражений, содержащих структурные параметры системы, геометрические объекты.

Круг общих методов исследования включает метод внешних дифференциальных форм. Все рассмотрения носят локальный характер, а встречающиеся функции предполагаются достаточно гладкими. При этом, для описания геометрии отдельно взятого участка сосуда, используется геометрия евклидова пространства, а для описания геометрии всей ССС используется геометрия субпроективного пространства. Указанные методы исследования применяются в данных пространствах и позволяют получать геометрические характеристики как отдельно взятого сосуда, так и всей системы кровообращения в целом. В качестве параметров рассматриваются базисные дифференциальные формы, через которые выражаются геометрические характеристики движущейся крови. При проведении исследований использование подвижного репера и методов дифференциальных форм является новым при изучении ССС.