

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Гамилова Тимура Мударисовича "Математическое моделирование кровотока при механических воздействиях на сосуды", представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ".

В последние десятилетия активно развиваются математические модели биологических систем, в том числе, модели сердечно-сосудистой системы. В диссертации Гамилова Т.М. рассматривается квазиодномерная модель кровотока, позволяющая учитывать механические воздействия на сосуды. Это позволяет рассчитывать различные гемодинамические параметры во время работы мышечного насоса, сжатий со стороны миокарда или манжет. Актуальность предложенной модели заключается в её способности сравнительно быстрой оценки ключевых индексов при различных патологиях, например, при стенозе коронарных артерий. Поставленные в работе цели связаны с вопросом приложения математических моделей в реальных клинических задачах, который до сих пор является мало проработанным и, потому, актуальным.

Основными научными результатами работы являются:

1. Модификация квазиодномерной модели гемодинамики, позволяющая учитывать ряд физиологических процессов, связанных с давлением на сосуды.
2. Модель реакции сосудов на изменение среднего давления.
3. Дискретизация уравнений одномерной гемодинамики, записанных в характеристическом виде, которая позволяет повысить порядок точности при расчете граничных условий.

Среди практических результатов работы стоит отметить метод оценки оптимальной частоты шагов спортсмена спринтера с точки зрения потока крови, проходящего через сосуды нижних конечностей. Другим интересным результатом является предложенный способ расчета показателя ФРК, характеризующего стенозы в коронарных артериях. Практическая значимость этих результатов не вызывает сомнений.

Результаты работы достаточно полно представлены в печати: опубликовано 16 работ, из них 5 в изданиях, рекомендованных ВАК. Основные результаты докладывались на большом количестве научных конференций разного уровня.

Недостатки автореферата следующие:

- достаточно скупое изложение результатов численного моделирования;
- не совсем подробный обзор работ по состоянию проблемы моделирования одномерных течений в мире;
- отсутствие комментариев по исходным индивидуализированным параметрам кровотока кроме геометрии (например, в случае моделирования кровотока при стенозе бедренной артерии), которые использовались при моделировании.

Эти замечания, однако, не меняют общего положительного впечатления от работы.

Содержание автореферата свидетельствует о достаточно высоком уровне проделанной работы: четко сформулированы цели и задачи, предложена математическая модель, применены численные методы для решения систем уравнений, осуществлена апробация модели.

Работа достойна положительной оценки, соответствует Положению ВАК о порядке присуждения ученых степеней, а её автор Гамилов Тимур Мударисович заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ".

Кандидат физико-математических наук,  
доцент кафедры теоретической механики  
и биомеханики ФГБОУ ВО  
"Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет"

11 декабря 2017 г.

Кучумов Алексей Геннадьевич

Почтовый адрес: 614990, г. Пермь, ул. Профессора Поздеева, 11  
Тел.: 8 (342) 2391702  
E-mail: kuchumov@inbox.ru

