

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАНИИ НА ПРИМЕРЕ ВИЗУАЛИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГЕМОДИНАМИКИ

Гольцев М.В., Мансуров В.А.

*Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Использование в медицинском образовании информационных образовательных технологий позволяет за счёт применения современных компьютерных средств передачи информации осуществлять обучение специалистов на качественно более высоком уровне, облегчить восприятие материала при самоподготовке специалистов.

В сознании обучающихся, из огромного объёма абстрактной теоретической информации, из содержания множества учебных предметов, можно создать целостную картину профессиональной деятельности и научить использовать знания в реальной действительности путем реализации компетентного подхода в образовании, который позволяет обучить специалистов необходимым знаниям, сформировать у них умения и навыки, способность самостоятельно решать нетипичные проблемы в активных обучающих упражнениях [1].

Цель. Создать реалистичные численные модели гемодинамики, которые будут служить основой для эффективного, реалистичного взаимодействия пользователей с объектами и средой моделирования на основе программно-аппаратных решений. Применить полученные модели в целях прогноза динамики медико-биологических процессов и в учебном процессе подготовки специалистов в области медицины. [2].

Виртуальная реальность. Для достижения поставленной цели должны быть созданы и обоснованы предпосылки разработки численных медико-биологических моделей для использования их в системах виртуальной реальности, которая в настоящее время все больше и больше используется для решения практических задач медицины, а также на этапах подготовки

медицинских специалистов. Объекты виртуальной реальности ведут себя близко к поведению аналогичных объектов материальной реальности. Пользователь может воздействовать на эти объекты в согласии с реальными законами физики. Основой для создания объектов виртуальной реальности является численное моделирование изучаемого объекта и процессов, происходящих в нем.

Основным методом моделирования процессов гемодинамики, в данном случае, взаимодействия течения с упругой стенкой сосуда, является метод конечно-разностного интегрирования уравнения Навье-Стокса и условий механического равновесия сосудистой стенки для связанных задач расчета течения вязкой жидкости и деформации упругой среды. Поток жидкости может деформировать стенку, поэтому для численного моделирования профиля течения в непрерывно деформируемой геометрии необходимо использовать метод Лагранжа-Эйлера (ALE – arbitrary Lagrange-Euler). Метод ALE использует динамику деформирующей геометрии и движущихся границ с помощью движущейся сетки (moving mesh) [3].

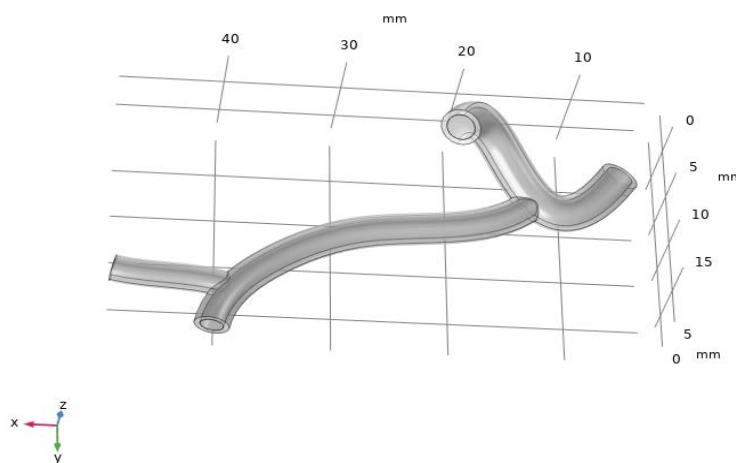


Рисунок 1. Геометрия модели.

Модель объекта. Геометрия модели соединения передней соединительной артерией, средней мозговой артерии и передней мозговой артерий состоит из трех соединяющихся каналов различного сечения, которые переходят в один канал. Эти каналы ограничены упругой стенкой. В концах соединяющихся каналов под действием давления движется поток жидкости, в конце одиночного канала предполагается, что давление равно нулю. На стенках канала создается механическое напряжение, возникающее в результате вязкого сопротивления и давления жидкости (рис. 1).

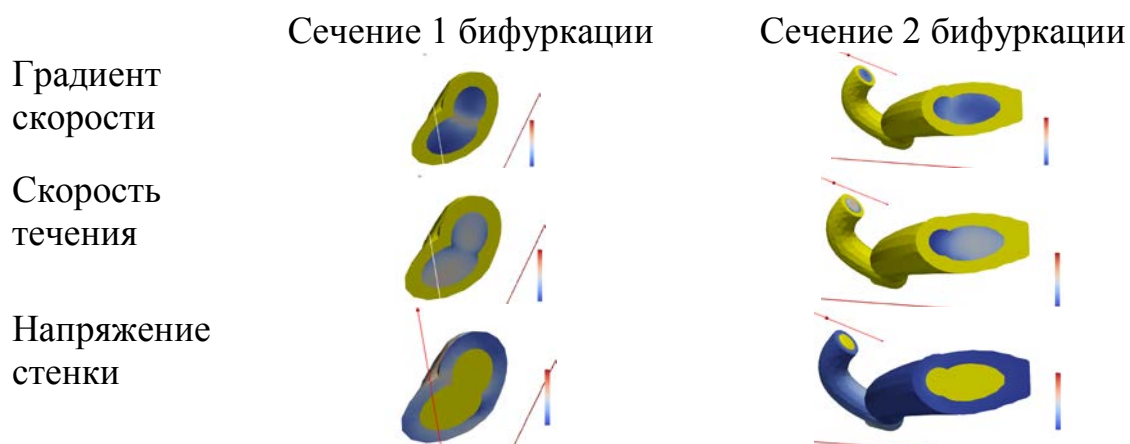


Рисунок 2. Градиент скорости, локальная скорость течения, механическое напряжение стенки сосуда.

Для расчетов использованы значения модуля упругости Юнга, коэффициента Пуассона, вязкости крови, приведенные в научной литературе. Методом конечно-разностного численного моделирования были произведены расчеты зависимости абсолютной деформации стенки сосуда для 3D моделей соединения передней соединительной артерий, средней мозговой артерии и передней мозговой артерий. В результате численного моделирования создается виртуальный объект с известной геометрией и заданными свойствами, который является аналогом реального объекта.

Визуализация. Большую пользу для визуализации может оказать программный пакет PyVista (ранее «VTK») – это адаптируемый вспомогательный модуль и API высокого уровня для набора инструментов визуализации (VTK). Это оптимизированный интерфейс для VTK, который обеспечивает анализ сетки на основе Python и построение трехмерных фигур. ParaView – открытый графический кросс-платформенный пакет для интерактивной визуализации в исследовательских целях предоставляет пользователю возможности интерактивной визуализации и исследования больших массивов данных для качественного и количественного анализа.

В рассматриваемом отрезке сосудов виллизиевого круга можно выделить две значимые бифуркации соединения передней соединительной артерией, средней мозговой артерии, где представляют интерес давление и напряжения, возникающие в стенке этих сосудов. Градиент скорости - важнейший параметр, характеризующий условия течения (рис.2).

Для сечений этих компонентов выполнена визуализация скоростей течения, градиента скорости. В классическом представлении напряжение сдвига (shear stress) – это сила, прикладываемая к верхнему слою текущей жидкости, вызывающая смещение нижележащих слоев относительно друг друга в направлении прикладываемой силы.

Заключение. В данной работе созданы и обоснованы предпосылки создания численных медико-биологических моделей для использования их в системах виртуальной реальности, которая в настоящее время все больше и

больше используется для решения практических задач медицины, а также на этапах подготовки медицинских специалистов.

Работа выполнена в рамках ГПНИ «Подпрограмма 11.3 Междисциплинарные исследования и новые зарождающиеся технологии – Конвергенция 2025. Задание 3.04.2 – Построение и верификация компьютерных моделей медико-биологических объектов и процессов, исследование их поведения в спроектированных средах на базе технологий виртуальной и дополненной реальности.»

Литература

1. <https://rosuchebnik.ru/upload/iblock/733/733b6b3d76aab4abae1ff92989545fbf.pdf>.
Последнее обращение 3.01.24
2. Пискунова Е. В. Зарубежный опыт реализации инновационных образовательных программ // «Universum»: Вестник Герценовского университета 2015 . № 1-2. С. 19-21
3. Мансуров В.А., Трушель Н.А., Гольцев М.В., Гузелевич И.А., Блинкова А. Д Нечипуренко Н.И. / Особенности кровотока в месте слияния позвоночных артерий в базилярную. // Достижения морфологии: внедрение новых технологий в образовательный процесс и практическую медицину [Электронный ресурс]: сб. науч. ст., посвящ. 75-летию профессора П.Г.Пивченко УО «Белорусский государственный медицинский университет», Минск, Респ. Беларусь, сен. 2022 г. / под общ. ред. Н. А. Трушель. – Минск: БГМУ, 2022. – с. 217 – 223.



Министерство здравоохранения Республики Беларусь

Учреждение образования «Витебский государственный
ордена Дружбы народов медицинский университет»

«Медицинское образование XXI века»

**Сборник материалов
Республиканской научно-практической
конференции с международным участием,
посвященной 90-летию учреждения образования
«Витебский государственный ордена Дружбы
народов медицинский университет»**

31 октября – 1 ноября 2024 г.

г. Витебск, 2024 г.