

*Маркевич А.Ю.*

## **ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГЕМОДИНАМИКИ ОТРЕЗКА ВИЛЛИЗИЕГО КРУГА**

*Научный руководитель: канд. тех. наук, доц. Мансуров В.А.*

*Кафедра медицинской и биологической физики*

*Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск*

**Актуальность.** В настоящее время развитие средств вычислительной техники и программного обеспечения находит все большее применение в медицинских и научных технологиях в целях изучения, диагностики и прогнозирования развития различных заболеваний и патологий, а также для обучения будущих специалистов.

**Цель:** целью данной работы является создание и визуализация реалистичных численных моделей гемодинамики, которые будут служить основой для эффективного взаимодействия исследователей с виртуальными объектами и средой моделирования на основе программно-аппаратного обеспечения при учете процессов течения и деформации сосудистой стенки. А также применение приемов визуализации виртуальных объектов в учебном процессе, направленном на подготовку специалистов в области медицины и фармакологии.

**Материалы и методы.** Для проведения численного моделирования создана виртуальная геометрическая модель, отражающая анатомическое строение отрезка Виллизиего круга, состоящая из трех соединяющихся каналов и различных сечений, которые переходят в один канал. Эти каналы ограничены упругой стенкой. По данным каналам движется поток жидкости под действием перепада давления, на стенках канала создается механическое напряжение, возникающее в результате вязкого сопротивления и давления жидкости. В результате возникает деформация упругой стенки, что приводит к изменению профиля скорости течения.

Знание реальных свойств упругой и вязкой сред и их изменения при различных патологиях обеспечивает соответствие между реальными процессами течения и результатами численного моделирования. Упругие свойства сосудистой стенки характеризовались упругим материалом с модулем упругости Юнга в диапазоне 0,8 – 1,8 МПа, вязкие свойства характеризовались реологической моделью Кросса с параметрами: индекс течения  $n$ , структурная вязкость  $\mu_0$  и вязкость при бесконечно большой скорости сдвига  $\mu_\infty$ .

**Результаты и их обсуждение.** В результате численного моделирования создается виртуальный объект с известной геометрией и заданными свойствами, который является аналогом реального объекта. Процессы течения и механической деформации представляют большой интерес как исследователям, так и преподавателям. Данные процессы должны транслироваться в доступном для понимания виде, то есть их необходимо визуализировать. Большую пользу для визуализации может оказать программный пакет PyVista (ранее «VTK») — это адаптируемый вспомогательный модуль и API высокого уровня с набором инструментов визуализации (VTK), оптимизированный интерфейс, который обеспечивает анализ объекта (сетки) на основе Python и построение трехмерных фигур и их сечений. Пакет ParaView предоставляет пользователю возможности интерактивной визуализации и исследования массивов данных для качественного и количественного анализа.

**Выводы.** 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.