**ОТЗЫВ**

**научного руководителя**

**На работу Дружинина Василия Григорьевича**

**«Модель реального времени, описывающая отклонение медицинской инъекционной иглы от прямолинейного движения при проведении операций брахиотерапии»**

В настоящее время в медицине для выполнения операций различной сложности применяются робототехнические комплексы. Преимущества использования роботов по сравнению с традиционными методами заключаются в том, что роботизированный манипулятор способен обеспечить высокую точность наведения инструмента и его контролируемого силового воздействия, что позволяет не только повысить качество освоенных в настоящее время операций, но и создать базис для разработки принципиально новых хирургических технологий.

Робототехническая система может применяться для хирургических операций брахитерапии. Сложность проведения данной операции заключается в подведении кончика иглы к целевой точке. Из-за геометрических особенностей и прилагаемых нагрузок в процессе проведения операции игла деформируется, что приводит к отклонению иглы от прямолинейного движения.

В работе Дружинина В.Г. рассматривается процесс разработки модели отклонения иглы для корректировки ее движения в тканях человека при проведении операций. Рассмотрены подходы к разработке моделей реального времени, описывающих отклонение иглы. Подробно обсуждается общая постановка задачи, в рамках которой записывается уравнение равновесия всех сил.

Далее рассматривается частная задача с учетом силы, действующей на кончик иглы. Игла представляется в виде консольной балки с жесткой заделкой с одной стороны. Численно пошагово рассчитывается отклонение иглы с учетом скорости ее движения, плотности среды, в которой движется игла, и углов острия иглы. Для решения поставленной задачи была разработана программа в среде MATLAB.

Результаты расчета иллюстрируются на графиках. Описан пример роботизированной установки, на которой проведены экспериментальные исследования. Данные экспериментов сравниваются с рассчитанными по разработанной модели и находятся в приемлемом соответствии. Неточность моделирования объясняется большим количеством допущений, которые будут учтены на следующих этапах работы.

Данный этап работы можно считать оконченным. Дружининм В. Г. предложен новый подход для реализации модели, который позволяет упростить итерационные расчеты в реальном времени. На дальнейших этапах работы данная система будет интегрирована в макет робототехнического комплекса.

Данная задача являться достаточно сложной как со стороны разработки математической модели поскольку является междисциплинарной, а также со необходимо учитывать большое количество параметров при разработки программы.

Дружинин В.Г. за первый год обучения в аспирантуре показал достаточно высокую квалификацию и творческий подход для решения нетривиальных задач. Как при разработки самой математической модели, так и при проектировании прикладной программы.

По результатам работы защищена магистерская диссертация по направлению «Механика и математическое моделирование» с оценкой «отлично» и подготовлена публикация в Российский журнал биомеханики.

Научный руководитель

профессор с возложенными

обязанностями зав. кафедрой

физической механики,

доктор физ.-мат. наук Морозов В.А.