**Слайд 1 (Титульный)**

Добрый день уважаемые члены комиссии (участники заседания кафедры). Я Дружинин Василий, представлю результаты исследования по теме **«Деформируемый объект управления».**

**Слайд 2 (Робототехника в современной медицине)**

Роботы применяться в различных сферах медицины, как замещение человека в рутинных процедурах, так и при решении сложных задач.

В данном случае будет рассмотрено применение робототехнического комплекса для выполнения операций с помощью медицинских инъекционных игл.

**Слайд 3 (Операция)**

Данная робототехническая система предназначается для проведения операций брахиотерапии, лечении рака предстательной железы. Данный подход предусматривает внедрение микроскопических источников радиации в непосредственной близости от опухолей.

В настоящее время данная операция проводиться вручную. С низкой точностью, что снижает эффективность процедуры.

При выполнении данной операции используются иглы с асимметричным кончиком. Данная игла будет отклоняться от прямолинейного движения в тканях человека.

**Слайд 4 (Цель управления)**

Использую поступательное и вращательное движение иглы, можно проводить кончик по сложным заданным траекториям. Для реализации данного алгоритма предполагается использовать в качестве обратной связи снимки с ультразвукового сканера, а также математическую модель описывающею отклонение иглы в реальном времени.

В данной работе будет сделан первый шаг для разработки данной модели.

Также данная модель может быть использована при построении необходимых траекторий движения иглы в тканях человека и определения необходимых точек прокола.

**Слайд 5 (Общая постановка задачи)**

Данная задача является междисциплинарной и для ее решения необходимо задействовать несколько разделов механики.

При движении иглы, на нее будут действовать следующие силы.

Основные задачи — это разработать модель для движения Oxy и в трех мерном пространстве.

**Слайд 6 (Общая постановка задачи)**

Для того что учесть множество параметров при движении иглы в тканях человека необходимо рассмотреть следующие задачи. Данные задачи будут решены на последующих этапах.

**Слайд 7 (Постановка решаемой задачи)**

В данной работе мы построим модель определяющую отклонение иглы при движении в плоскости *Oxy.* На иглу будут действовать следующие силы, движущую иглу сила и сила сопротивления среды.

**Слайд 8 (Модель)**

Отклонение иглы при движении будем определять выражениями (1) и (2). А внешнею силу будем определять выражениями (3) и (4).

Также примем, что игла не может сжиматься, поскольку плотность среды намного ниже, чем плотность иглы. Для расчета отклонения будем учитывать проекцию силы на ось *Y.*

Данная модель рассчитывается итерационно, на каждом новом шаге времени

**Слайд 9(Результаты моделирования при разной плотности материала)**

Данная модель учитывает плотность среды, что видно из графиков.

**Слайд 10 (Моделирование при разном угле острия)**

Данная модель учитывает угол острия иглы, что видно из графиков.

**Слайд 11 Эксперимент**

Эксперимент проводился на базе ЦНИИ РТК.

Целью эксперимента являлось определение величины отклонения иглы при ее движении в вязкоупругой среде с различной скоростью.

Перемещение иглы осуществлялось с помощью манипулятора. Перемещение иглы выполнялось сверху вниз. Со скоростью от 3 до 30 мм/с. Отклонение иглы определялось с помощью моторизованного микроскопа путем сверки с координатной сеткой, установленной на глубине 100 мм.

Использовалась медицинская инъекционная игла.

**Слайд 12 (Результаты моделирования. Сравнение с экспериментом)**

Из рисунка видно, что эти зависимости не сильно отличаются друг от друга. Из чего можно сделать вывод, что данный подход применим для определения отклонения при движении иглы в вязкоупругой среде.

Неточность моделирования можно компенсировать решением дополнительных задач.

**Слайд 13 (Выводы)**

**Слайд 14 (Спасибо за внимание!!!)**