ОТЧЕТ О НАУЧНО ИСЛЕДОВАТЕСЛЬКОЙ РАБОТЕ ПО ТЕМЕ

“Модель деформируемого объекта управления”

*Автор: аспирант 2-го курса Дружинин Василий Григорьевич*

Оглавление

[Введение 2](#_Toc8674727)

[Результаты работы 3](#_Toc8674728)

[Первый курс 01.09.2017-01.06.2018 3](#_Toc8674729)

[Второй курс 01.09.2018-01.06.2019 3](#_Toc8674730)

[План дельнейшей работы 4](#_Toc8674731)

[Публикации и конференции 5](#_Toc8674732)

# Введение

Данная работа является малой частью огромного трудоемкого процесса разработки сложной робототехнической системы для проведения операции брахитерапии. Данная операция проводиться для лечения рака предстательной железы (РПЖ) посредством внедрения микроисточников радиоизлучения в предстательную железу максимально близко к опухоли. Сложность проведения данной операции заключается в подведения кончика иглы к целевой точке. Также данная робототехническая система сможет применяться для проведения других операций, связанных с проколами и точным позиционированием кончика иглы в тканях человека.

Преимущества использования роботов по сравнению с традиционными методами заключаются в том, что роботизированный манипулятор способен обеспечить практически любую требуемую точность наведения инструмента и его контролируемого силового воздействия, что позволяет расчитывать не только на повышение качества освоенных в настоящее время операций, но и создание базиса для разработки принципиально новых хирургических технологий. Другим важным преимуществом является отсутствие прямого контакта врача с радиоактивными источниками, что позволит обезопасить медицинский персонал от сопутствующего облучения.

Из-за своих геометрических особенностей и прилагаемых нагрузок в процессе выполнения операции игла деформируется, что приводит к отклонению иглы от прямолинейного движения. В данной работе рассматривается процесс разработки модели отклонения иглы для корректировки ее движения в тканях человека при проведении операций.

# Результаты работы

В данном разделе будут приведены результаты научно исследовательской работы за 1-й и 2-й курс аспирантуры. Целью данного отчета является показать результаты работы за 2-й курс, описание первого этапа работы необходимо для сохранения целостности изложения.

## Первый курс 01.09.2017-01.06.2018

На первом этапе был проведен литературный обзор, который показал отсутствие существующих моделей, которые достаточно точно описывали бы поведение иглы в мягких тканях человека, а также пригодными для использования в системах управления.

Была проанализирована задача и сделана общая постановка, а так же определен первый этап.

На первом этапе решалась плоская задача отклонения иглы от

прямолинейного движения, а также проводилось сравнение с результатами эксперимента. В данном случае игла представлялась консольной балкой с защемленным концом (место прокола), а на кончик действовала сила лобового сопротивления при движении иглы в тканях человека.

Была разработана модель в среде MATLAB, которая позволяла проводить численные расчеты.

## Второй курс 01.09.2018-01.06.2019

Был проведен анализ литературы и была найдена статья «**A novel approach to an automated needle insertion in brachytherapy procedures,** Ivan M. Buzurovic, Slavisa Salinic, Peter F. Orio, Paul L. Nguyen**,** Robert A. Cormack», в которой решается схожая задача, но только с использованием другого подхода.

На втором этапе работы была усовершенствована архитектура программы, в результате чего данная система позволяет использовать одну и ту же модель для генерации кода, численных параметрических расчетов, а также пригодна для интегрирования в глобальные модели SIMULINK для проведения виртуальных испытаний работы системы.

Также на данном этапе плоская, разработанная на первом этапе работы модель, была расширена до 3-х мерной модели. Были проведены численные расчёты при различных параметрах. Полученные данные сравнивались с результатами экспериментов.

Анализ результатов показал, что разработанная модель не корректно работает при средних и выше средних скоростях.

Начато исследование способов улучшения модели. Было принято решение заменить силу лобового сопротивления на силу, создаваемую при деформации вязкоупругого элемента.

На данном этапе работы были использованы и проанализированы результаты для одномерной модели вязкоупругого элемента, но результаты были значительно хуже, чем при использовании силы лобового сопротивления.

Дальнейшим этапом является рассмотреть двумерные модели, так как в них содержится больше нелинейных элементов и данные модели могут показать лучшие результаты.

# План дельнейшей работы

На дальнейших этапах работы планируется использование многомерных вязкоупругих элементов для моделирования воздействия внешней среды, введение в модель других внешних факторов, таких как трение.

Планируется также проведение дополнительных экспериментов с проколами сред, имитирующих ткани человека.

# Публикации и конференции

**1) Научные статьи в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, входящих в Перечень ВАК России, РИНЦ, Scopus и Web of Scince**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п.п. | Название статьи | Выходные данные (с указанием электронной ссылки из наукометрической базы) | Объем в с. | Год публикации |
| 1 | model of the deviation of the medical needle during the movement in human TISSUE | <https://proxy.library.spbu.ru:2090/record/display.uri?eid=2-s2.0-85059617883&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=MODEL+OF+THE+DEVIATION+OF+THE+MEDICAL+NEEDLE+DURING+THE+MOVEMENT+IN+HUMAN+TISSUE&st2=&sid=625a1ed3ca591e7fe606254d18199049&sot=b&sdt=b&sl=95&s=TITLE-ABS-KEY%28MODEL+OF+THE+DEVIATION+OF+THE+MEDICAL+NEEDLE+DURING+THE+MOVEMENT+IN+HUMAN+TISSUE%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=#references>  <http://vestnik.pstu.ru/biomech/archives/?id=&folder_id=7920> | 14 | 2018 |

**Информация**

**о публичном представлении результатов научно-исследовательской работы или творческой работ**

**1) Сведения о конференциях**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п.п. | Название мероприятия | Статус мероприятия *(международное, всероссийское, региональное, городское, субъектное, иное)* | Результаты (победители, призеры, иное и т. п.) |
| 1 | СПИСОК-2019  Всероссийская научная конференция по проблемам информатики | Всероссийская научная конференция по проблемам информатики | 23-26 апреля 2019  Сборник тезисов |
| 2 | XII Всероссийская научная конференция молодых ученых «НАУКА. ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ» | Всероссийская научная конференция молодых ученых | 3-7.12.2018  Сборник тезисов |
| 3 | Конференция «Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики» 2018 | Международная научно-техническая конференция | 17-19.12.2018  Сборник тезисов |
| 4 | XIV Международная конференция «Комплексная безопасность и физическая защита». | Международная конференция | 01-03.08.2018  Сборник тезисов |
| 5 | Харьковский национальный университет имени В.Н.Каразина, «Современные проблемы математики и ее приложения в естественных науках и информационных технологиях» | Международная научная конференция | 16-17.03.2018  Сборник тезисов |

В процессе научно-исследовательской детальность было проведено руководство следующим выпускными квалификационными работами.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | ФИО студента | ВУЗ | Тема ВКР |
| 1 | Белозерцева Анастасия Юрьевна | Санкт-Петербургский политехнический университет имени Петра Великого | Бакалаврская работа: “Разработка системы управление рабочим инструментом манипулятора UR5 по УЗИ данным” |
| 2 | Рыбакова Анна Константиновна | Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) | Магистерская работа:  “Широкодиапазонный комбинированный вакуумметр” |
| 3 | Рахимов Борис Дмитриевич | Санкт-Петербургский политехнический университет имени Петра Великого | Бакалаврская работа:  “Исследование и разработка лабораторной системы управления нагревательным элементом” |
| 4 | Рыбакова Анна Константиновна | Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) | Бакалаврская работа:  “Исследование конструкции комбинированного вакуумметра” |