**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**МЕХАНИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра теоретической и прикладной механики**

РАГОЙША

Глеб Александрович

**Разработка программных модулей для математического моделирования движения манипуляторов**

Дипломная работа

Научный руководитель:

Кандидат физико-математических наук, доцент О.Н. Вярьвильская

Рецензент: Кандидат физико-математических наук, доцент В.П. Савчук

Допущен к защите

«**\_\_**» **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_** 2017 г.

Зав. кафедрой теоретической и прикладной механики

доктор физико-математических наук, профессор М.А. Журавков

Минск, 2017

**РЕФЕРАТ**

Разработка программных модулей для математического моделирования движения манипуляторов /Рагойша Глеб Александрович; Механико-математический факультет, Кафедра теоретической и прикладной механики; науч. рук. О.Н. Вярьвильская.

Дипломная работа содержит:

· 100 страниц;

· 26 иллюстраций;

· 1 таблицу;

· 3 приложения;

· 8 использованных источников.

Ключевые слова: РОБОТОТЕХНИКА, МАНИПУЛЯТОР, КИНЕМАТИКА, ДИНАМИКА, ПРЯМАЯ И ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА, ТРАЕКТОРИЯ, ОБОБЩЁННЫЕ КООРДИНАТЫ, 3DS MAX.

В дипломной работе были созданы программные модули для кинетического и динамического расчёта манипулятора и планирования траектории, результат продемонстрирован графиками и визуализацией движения с помощью пакета Wolfram Mathematica и 3ds Max .

Целью дипломной работы является разработка программных модулей для математического моделирования движения манипуляторов.

Для достижения поставленной цели использовались:

· параметры Денави-Хартенберга;

· метод матриц в пакете Wolfram Mathematica;

· уравнение Лагранжа второго рода в пакете Wolfram Mathematica .

В дипломной работе получены следующие результаты:

· составлен программный модуль для решения прямой и обратной задач кинематики манипулятора;

· составлен программный модуль, реализующий алгоритм планирования траекторий в случаях аналитического и поточечного задания кривых;

· составлен программный модуль, реализующий процедуру автоматического формирования уравнений Лагранжа второго рода;

· произведена визуализация движения манипулятора в программе 3ds Max;

Дипломная работа носит теоретический характер. Её результаты помогут разработчикам решать различные задачи механики манипулятора . Дипломная работа выполнена автором самостоятельно .

**РЕФЕРАТ**

Распрацоўка праграмных модуляў для матэматычнага мадэлявання руху маніпулятараў / Рагойша Глеб Аляксандравіч; Механіка-матэматычны факультэт, Кафедра тэарэтычнай і прыкладной механікі; наву. рук. А.М. Вярьвiльская.

Дыпломная праца змяшчае:

· 100 старонак;

· 26 ілюстрацый;

· 1 табліцу;

· 3 дадатку;

· 8 выкарыстаных крыніц.

Ключавыя словы: РОБАТАТЭХНИКА, МАНIПУЛЯТАР, KIНЕМАТЫКА, ДЫНАМІКА, ПРАМАЯ І АДВАРОТНАЯ ЗАДАЧА, ТРАЕКТОРЫЯ, АБАГУЛЕННЫЯ КААРДЫНАТЫ, 3DS MAX.

У дыпломнай працы былі створаны праграмныя модулі для кінэтычнага і дынамічнага разліку маніпулятара і планавання траекторыі, вынік прадэманстраваны графікамі і візуалізацыяй руху з дапамогай пакета Wolfram Mathematica і 3ds Max.

Мэтай дыпломнай працы з'яўляецца распрацоўка праграмных модуляў для матэматычнага мадэлявання руху маніпулятараў.

Для дасягнення пастаўленай мэты выкарыстоўваліся:

· параметры Денавi-Хартенберга;

· метад матрыц ў пакеце Wolfram Mathematica;

· ураўнанне Лагранжа другога роду ў пакеце Wolfram Mathematica.

У дыпломнай працы атрыманы наступныя вынікі:

· распрацаваны праграмны модуль для рашэння прамой і адваротнай задач кінематыкі маніпулятара;

· распрацаваны праграмны модуль, якi рэалiзуе алгарытм планавання траекторый ў выпадках аналітычнага і папунктавага задання крывых;

· распрацаваны праграмны модуль якi рэалiзуе працэдуру аўтаматычнага фарміравання ураўнанняў Лагранжа другога роду;

· у праграме 3ds Max была праведзена візуалізацыя руху маніпулятара;

Дыпломная праца носіць тэарэтычны характар. Яе вынікі дапамогуць распрацоўнікам вырашаць розныя задачы механікі маніпулятара. Дыпломная праца выканана аўтарам самастойна.

**THESIS**

Development of software modules for mathematical modeling motion of manipulators / Ragoisha Gleb Aleksandrovich; Mechanics and Mathematics Faculty, Department of Theoretical and Applied Mechanics; supervisor O.N. Vjarvilskaja.

Research contains:

· 100 pages;

· 26 illustrations;

· 1 table;

· 3 applications;

· 8 sources used.

Keywords: ROBOTICS, MANIPULATOR, KINEMATICS, DYNAMICS, DIRECT AND INVERSE PROBLEM, TRAJECTORY, GENERALIZED COORDINATES, 3DS MAX.

In the graduate have been created software modules for the kinetic and dynamic calculation of the manipulator and the trajectory planning, the result has been demonstrated by graphs and motion visualization with the help of Wolfram Mathematica and 3ds Max.

The aim of the work is the development of software modules for mathematical modeling of manipulator movement.

To achieve this goal have been used:

· the Denavi-Hartenberg parameters;

· Matrix method in the Wolfram Mathematica package;

· Lagrange's equation of the second kind in the Wolfram Mathematica package.

Next results are obtained in this graduated work:

· the first software module received a solution to the direct and inverse problem of manipulator kinematics;

· the second program module was used to construct a path planning algorithm in cases of analytic and point-wise assignment of curves;

· the third program module created a procedure for automatic generation of Lagrange equations of the second kind;

· in the program 3ds Max was visualized the movement of the manipulator;

The thesis has theoretical nature. Its results will help developers to solve various tasks of the manipulator mechanics. Graduate work was performed by the author himself.