

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Работа выполнена в СКБ «Промышленная робототехника»

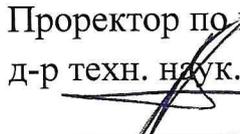
СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела ОНиПКРС


(подпись) Е.М. Димитриади
« 19 » 06 20 23 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе,
д-р техн. наук, профессор


(подпись) А.В. Космынин
« 19 » 06 20 23 г.

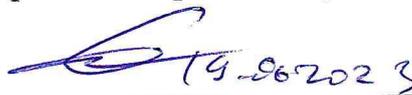
Декан ФЭУ


(подпись) А.С. Гудим
« 19 » 06 20 23 г.

«Программное обеспечение оптимизации процессов планирования
траектории робота в рамках технологического процесса»

Комплект документации на управляющую программу для
автоматизированной/роботизированной системы

Руководитель СКБ


(подпись, дата)

С.И. Сухоруков

Руководитель проекта


(подпись, дата)

А.И. Горькавый

Комсомольск-на-Амуре 2023

Карточка проекта

Название	Программное обеспечение оптимизации процессов планирования траектории робота в рамках технологического процесса
Тип проекта	Научно-исследовательский проект (с дальнейшей публикацией РИНЦ, ВАК и т.д)
Исполнители	В.Д. Ворощенко – 2УИм-1
Срок реализации	10.2022 – 04.2023

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»



ЗАДАНИЕ на разработку

Название проекта: Программное обеспечение оптимизации процессов планирования траектории робота в рамках технологического процесса

Назначение: Планирование оптимальных траекторных перемещений робота в целях минимизации коллизий

Область использования: Роботизированный комплекс, САМ системы, SCADA системы

Функциональное описание проекта: обеспечение инженера-технолога роботизированного процесса инструментами прогнозирования значений отдельных показателей эффективности роботизированного процесса (в частности, энергопотребления) и предложения оптимальных траекторий перемещения робота с учетом специфики технологической операции

Техническое описание устройства: ПО строится по модульному принципу, включая такие модули, как модель энергопотребления робота, интерфейс пользователя, интерфейсы сенсорно-рецепторной системы, машины логического вывода; язык программирования основных библиотек и исполняемых файлов – C++/Matlab

Требования: Соблюдение реальных размеров моделируемых объектов, реализация коллизий между объектами, расчет кинематики человека, реализация алгоритма на языке программирования C++

План работ:

Наименование работ	Срок
Анализ литературы и РИД по тематике проекта	10.2022
Сбор, поиск и обработка данных для формирования моделей ПО	10.2022
Разработка моделей	01.2023
Проектирование ПО на базе UML	02.2023
Разработка программного обеспечения оптимизации процессов энергопотребления роботом	03.2023
Тестирование и доработка ПО	04.2023

Комментарии:

Перечень графического материала:

1. Блок-схема использования программы;
2. Программный код;
3. Результаты тестирования;

Руководитель проекта



(подпись, дата)

А.И. Горькавый

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

ПАСПОРТ

**Управляющей программы для автоматизированной/роботизированной
системы**

**«Программное обеспечение оптимизации процессов планирования
траектории робота в рамках технологического процесса»**

Руководитель проекта



(подпись, дата)

А.И. Горькавый

Исполнитель проекта



(подпись, дата)

В.Д. Ворощенко

Комсомольск-на-Амуре 2023

Содержание

1	Общие положения.....	7
1.1	Наименование изделия.....	7
1.2	Наименования документов, на основании которых ведется проектирование изделия.....	7
1.3	Перечень организаций, участвующих в разработке изделия.....	7
1.4	Сведения об использованных при проектировании нормативно-технических документах.....	8
2	Описание программы	9
2.1	Общие сведения.....	9
2.2	Функциональное назначение программы	9
2.3	Описание логической структуры.....	9
2.4	Используемые технические средства.....	9
2.5	Вызов и загрузка.....	9
2.6	Входные данные	9
2.7	Выходные данные.....	10
3	Руководство оператора	11
3.1	Назначение программы.....	11
3.2	Условия выполнения программы	11
3.3	Выполнение программы	11
3.4	Сообщение оператору	11
	ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	12
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б	13
	ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	14

1 Общие положения

Настоящий паспорт является документом, предназначенным для ознакомления с основными техническими характеристиками, устройством, правилами установки и эксплуатации программного обеспечения «Программное обеспечение оптимизации процессов планирования траектории робота в рамках технологического процесса».

Паспорт входит в комплект поставки программы. Перед запуском программы внимательно изучите правила ее эксплуатации.

1.1 Наименование изделия

Полное наименование программы – «Программное обеспечение оптимизации процессов планирования траектории робота в рамках технологического процесса».

1.2 Наименования документов, на основании которых ведется проектирование изделия

Создание программы «Программное обеспечение оптимизации процессов планирования траектории робота в рамках технологического процесса» осуществляется на основании требований и положений следующих документов:

- задание на разработку.

1.3 Перечень организаций, участвующих в разработке изделия

Заказчиком создания программы «Программное обеспечение оптимизации процессов планирования траектории робота в рамках технологического процесса» является Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» (далее заказчик), находящийся по адресу: 681013, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, Ленина пр-кт., д. 17.

Исполнителем работ по созданию программы «Программное обеспечение оптимизации процессов планирования траектории робота в

рамках технологического процесса» является Конструктор студенческого конструкторского бюро «Электроника и робототехника» (далее СКБ), студент групп 2УИм-1, Ворощенко В.Д.

1.4 Сведения об использованных при проектировании нормативно-технических документах

При проектировании использованы следующие нормативно-технические документы:

ГОСТ 19.001-77. Единая система программной документации (ЕСПД). Общие положения.

ГОСТ 19.701-90. ЕСПД. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения

ГОСТ 19.101-77. ЕСПД. Виды программ и программных документов.

ГОСТ 19.102-77. ЕСПД. Стадии разработки.

ГОСТ 19.401-78. ЕСПД. Текст программы. Требования к содержанию и оформлению.

ГОСТ 19.402-78. ЕСПД. Описание программы.

ГОСТ 19.404-79. ЕСПД. Пояснительная записка. Требования к содержанию и оформлению.

ГОСТ 19.505-79. ЕСПД. Руководство оператора. Требования к содержанию и оформлению.

2 Описание программы

2.1 Общие сведения

Программа была разработана на языке C++ с помощью среды разработки Visual Studio. Были использованы дополнительные библиотеки: «fstream» для обеспечения ввода и вывода данных с помощью текстовых файлов, «armadillo» для обеспечения работы с матрицами.

2.2 Функциональное назначение программы

Программа применяется для получения траектории робота свободной от вероятных коллизий с человеком, находящимся в рабочей зоне робота. Результат представлен последовательностью готовых команд перемещения в целевые положения робота. Положение задается с помощью значений осей.

Блок-схема работы ПО приведена в приложении А.

2.3 Описание логической структуры

Основным файлом в системе программы является исходный файл. В нем реализована функция по вводу и обработке входных данных, реализован алгоритм поиска траектории и функция обработки результатов алгоритма и вывод. Также в системе присутствуют текстовые файлы ввода и вывода данных.

Текст программы приведен в Приложении Б.

2.4 Используемые технические средства

Для работы программы необходимо наличие персонального компьютера с предустановленным компилятором C++.

2.5 Вызов и загрузка

Для использования программы, необходимо файловую систему установить на используемый оператором или инженером-технологом роботизированных процессов ПК.

2.6 Входные данные

Входные данные вносятся с помощью текстового файла. Необходимо наличие информации о целевом положении траектории и положении,

которое может подвергнуться коллизии. Первая строка отражает целевое положение, вторая – положение подвергаемое коллизии.

2.7 Выходные данные

Выходные данные выводятся в другой текстовый файл. Содержится последовательность команд на языке KRL. Команды можно внести в управляющую программу и проверить выполнение.

3 Руководство оператора

3.1 Назначение программы

Результат сформирован управляющей программой с готовыми командами перемещения. Выполнение искомой траектории можно проверить с помощью всей управляющей программы, либо использовать команды в других управляющих программах, выполняющих комплексы траекторий.

Результат выполнения программы приведен в Приложении В.

3.2 Условия выполнения программы

После установки программы, необходимо подключить дополнительные библиотеки с помощью указания пути в файловой структуре ПК к нужной библиотеке.

Следует учитывать, что размерные характеристики робота учтены для модели KUKA KR 210, для адаптации программы на другую модель следует внести изменения в самом коде.

Необходимо строго соблюдать наименования текстовых файлов с входными и выходными данными. При вводе данных необходимо соблюдать последовательность углов осей от первой до шестой.

3.3 Выполнение программы

Для выполнения программы необходимо убедиться, что на вход поступают действительно нужные данные, тогда результирующие команды будут выполняться роботом надлежащим образом. После компиляции кода, можно использовать команды из файла выходных данных.

3.4 Сообщение оператору

В процессе компиляции могут возникнуть ошибки. Текст в окне консоли «File mass.txt not opened!» может говорить об ошибке считывания файла ввода. Для исправления необходимо проверить наличие файла в корневой папке, и сверить его название. Вывод значения 0 в окне консоли говорит об успешном завершении программы.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Блок-схема работы ПО



Рисунок А.1 – Блок-схема использования ПО

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Листинг Б.1 – Код программы

```
#include <iostream>
#define _USE_MATH_DEFINES // для C++
#include "math.h"
#include "armadillo"

using namespace std;
using namespace arma;

int main() {
    ...

    myfile << "PTP {A1 " << poseTarget(0) << ", A2 " << poseTarget(1) << ", A3 " <<
    poseTarget(2) << ", A4 " << poseTarget(3) << ", A5 " << poseTarget(4) << ", A6 " <<
    poseTarget(5) << " } \n";
        myfile << "\n";

        myfile << "END";

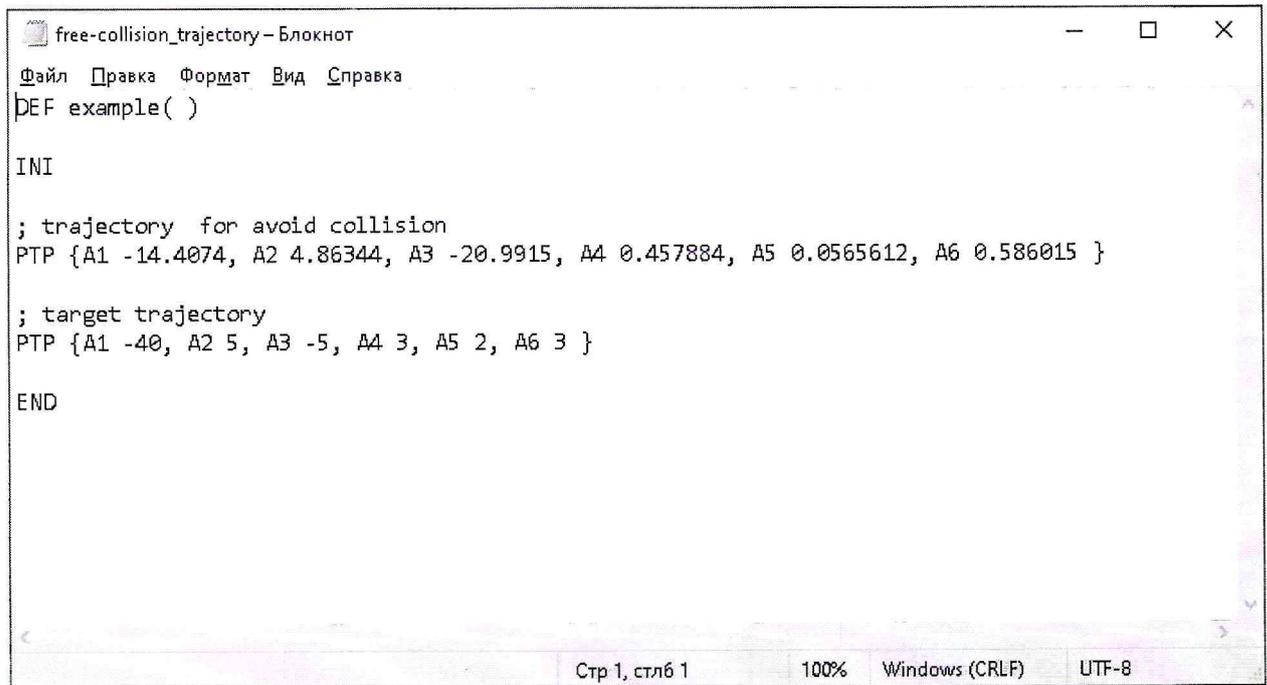
        myfile.close();

    }
```

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(обязательное)

Результаты выполнения программы



```
free-collision_trajectory - Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка
DEF example( )

INI

; trajectory for avoid collision
PTP {A1 -14.4074, A2 4.86344, A3 -20.9915, A4 0.457884, A5 0.0565612, A6 0.586015 }

; target trajectory
PTP {A1 -40, A2 5, A3 -5, A4 3, A5 2, A6 3 }

END

Стр 1, стлб 1    100%    Windows (CRLF)    UTF-8
```

Рисунок В.1 – Пример результата работы алгоритма

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

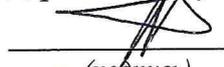
СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела ОНИПКРС


(подпись) Е.М. Димитриади
« 19 » 06 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе,
д-р техн. наук профессор


(подпись) А.В. Космынин
« 19 » 06 2023 г.

Декан ФЭУ


(подпись) А.С. Гудим
« 19 » 06 2023 г.

АКТ

о приемке в эксплуатацию проекта
«Программное обеспечение оптимизации процессов планирования
траектории робота в рамках технологического процесса»

г. Комсомольск-на-Амуре

« 19 » 06 2023 г.

Комиссия в составе представителей:

со стороны заказчика

- С.И. Сухоруков – руководитель СКБ,
- А.С. Гудим – декан ФЭУ

со стороны исполнителя

- А.И. Горькавый – руководителя проекта,
- В.Д. Ворощенко – 2УИм-1

составила акт о нижеследующем:

«Исполнитель» передает проект «ПО ОППТ», в составе:

1. Программный код обеспечивающий работу алгоритма оптимизации реализованный на языке C++;

2. Паспорт изделия.

Руководитель проекта



(подпись, дата)

А.И. Горькавый

Исполнитель проекта



(подпись, дата)

В.Д. Ворощенко