|  |  |
| --- | --- |
| СОГЛАСОВАНО  И.о. ректора ФГБОУ ВО  «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова» | УТВЕРЖДАЮ  Генеральный директор АО «ВНИИРТ» |
| \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Губерт А. В. | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Зайцев В. Е. |
| «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2023 г. | «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2023 г. |

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на выполнение НИР по теме:

«Разработка модели решения прямой и обратной задачи движения снаряда в воздушном пространстве»

Листов 7

2023

1. **Введение**

1.1 Наименование: «Разработка модели решения прямой и обратной задачи движения снаряда в воздушном пространстве».

1.2 Краткая характеристика: Моделирование полета снаряда в воздушном пространстве и нахождения координат выстрела снаряда.

1.3 Область применения: Модели применяются для прототипирования радиолокатора.

1. **Основание для разработки**

2.1 Работа проводится в инициативном порядке.

1. **Назначение разработки**

# Модель предназначена для построения траектории движения снаряда с заданными характеристиками и обеспечения возможности определения координат выстрела снаряда по набору измерений на его траектории.

# Программа будет строить траекторию движения снаряда в воздушном пространстве по заданным параметрам и восстанавливать траекторию снаряда по некоторому количеству точек траектории.

# Программа необходима для моделирования работы радиолокатора по обнаружению артиллерийских снарядов.

1. Требования к программному изделию

4.1 Требования к функциональным характеристикам

4.1.1 Система дифференциальных уравнений описывает движение неуправляемого снаряда в воздушном пространстве с учетом различных факторов окружающей среды.

4.1.2 Модель (численный метод) определения траектории движения неуправляемого снаряда в воздушном пространстве предназначена для построения траектории движения неуправляемого снаряда в воздушном пространстве по заданным начальным данным и параметрам (набор параметров зависит от используемой математической модели).

Под траекторией понимается набор значений (момент времени, положение снаряда, скорость и т.д.). Следует предусмотреть возможность добавления или отключения воздействия части параметров воздушной среды. Должно учитываться разное количество параметров окружающей среды – при разном количестве и качестве проведённых измерений более простая модель в итоге может оказаться более эффективной по точности и быстродействию.

Входными параметрами модели (метода) являются координаты точки выстрела, углы выстрела по азимуту и углу места, начальная скорость снаряда, количество рассчитанных точек на траектории.

Выходные данные: массив точек траектории с указанием координат каждой точки, скорости снаряда и угла направления движения по азимуту и углу места (формат данных должен быть согласован дополнительно).

4.1.3 Модель (численные метод) определения координат выстрела по координатам траектории движения неуправляемого снаряда предназначена для определения координат места выстрела снаряда по заданному количеству точек траектории движения снаряда. Количество точек и их положение задается пользователем и может быть любым. Необходимо реализовать возможность добавления или отключения воздействия части параметров воздушной среды.

Входными параметрами модели (метода) является массив точек траектории движения снаряда, содержащий координаты каждой точки (формат данных может быть согласован дополнительно).

На выходе должны выдаваться координаты места выстрела.

4.2 Требования к надежности

4.2.1 Требования не предъявляются.

4.3 Условия эксплуатации

4.3.1 Требования не предъявляются.

4.4 Требования к составу и параметрам технических средств

Программа должнафункционировать на персональной ЭВМ платформы х86/х64 с тактовой частотой процессора не менее 2.5 ГГц и количеством ядер не менее 4, оперативной памятью не менее 16 Гб.

4.5 Требования к информационной и программной совместимости

4.5.1 Модели должны быть разработаны на языке С/С++, Python или Matlab.

4.5.2 Математическое описание используемой модели, методов и алгоритмов и текст программы представляются в электронном и текстовом виде.

4.6 Требования к маркировке и упаковке

4.6.1 Требования не предъявляются.

4.7 Требования к транспортированию и хранению

4.7.1 Требования не предъявляются.

4.8 Специальные требования

4.8.1 Требования обеспечения режима секретности

Требования не предъявляются.

4.8.2 Требования по защите информации от ИТР

Требования не предъявляются.

1. **Требования к программной документации**

5.1 Программная документация выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ ЕСПД и нормативными документами Исполнителя.

5.2 Состав программной документации:

1. спецификация;
2. пояснительная записка с описанием математического аппарата;
3. текст программы;

а) описание программы (предоставляется на последнем этапе);

б) программа и методики испытаний.

5.3 Программная документация, кроме текстов программ, представляется в электронном виде на компакт-диске (CD-R). Тексты программ представляются в электронном виде.

1. **Технико-экономические показатели**

6.1 Стоимость работ определяется Договором.

1. **Стадии и этапы разработки**

7.1 Работы выполняются в несколько стадий в рамках одного этапа.

7.1.1 На первой стадии разрабатывается модель движения снаряда и формируются системы дифференциальных уравнений движения снаряда в воздушном пространстве.

7.1.2 На второй стадии разрабатывается метод решения задачи Коши из математической модели первого пункта, реализуется в виде программы, оценивается точность численного решения и возможность использования на следующем этапе.

7.1.3 На третьей стадии разрабатывается метод определения координат выстрела снаряда для модели движения снаряда в воздушном пространстве, реализуется в виде программы, оценивается точность численного решения.

7.2 Сроки выполнения этапов работ по ТЗ определяются ведомостью исполнения к Договору.

1. **Порядок контроля и приемки**

8.1 При выполнении работы должны соблюдаться требования ГОСТ ЕСПД.

8.2 Отчетные материалы представляются Заказчику установленным порядком.

По результатам выполненных этапов работ Исполнитель предоставляет Заказчику:

* файлы загрузки;
* программную документацию согласно разделу 5 настоящего ТЗ.

8.3 Контроль выполнения работ осуществляет АО «ВНИИРТ».

8.4 Приемка выполненных работ осуществляется АО «ВНИИРТ» и оформляется техническим актом, согласованным с АО «ВНИИРТ».

8.5 Проверки выполнения работ производятся в соответствии с программами и методиками испытаний, согласованными с АО «ВНИИРТ».

8.6 Перечень документации, представляемой при приемке приведен в разделе  5.

8.7 В случае мотивированного отказа АО «ВНИИРТ» от приемки работ, сторонами составляется двухсторонний акт с перечнем необходимых доработок и сроков их выполнения.

8.8\ Настоящее ТЗ может уточняться установленным порядком по согласованию подписавших его сторон.

|  |  |
| --- | --- |
| ОТ ИСПОЛНИТЕЛЯ | ОТ ЗАКАЗЧИКА |
| Проректор по научной и  инновационной деятельности | Заместитель генерального  директора по научной работе |
| \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Копысов А. Н. | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Мокрецов М. О. |
|  |  |
| Заведующий кафедрой «Прикладная математика и информационные технологии» | Ведущий инженер-программист |
| \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Русяк И. Г. | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Литковец Н. Ю. |
| Профессор кафедры  «Прикладная математика и информационные технологии» | Преподаватель аспирантуры |
| \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Королев С. А. | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Григорьев И. С. |