**Техническое задание для решения прямой и обратной задачи движения снаряда в воздушном пространстве.**

# **Назначение разработки**

# Решение прямой задачи баллистики обеспечит возможность построение траектории движения снаряда с заданными характеристиками.

# Решение обратной задачи баллистики обеспечит возможность определения координат выстрела снаряда по набору измерений на его траектории.

1. **Требования к программному изделию**
   1. **Требования к составу**

Решение прямой и обратной задачи баллистики состоит из следующих частей:

1) Обзор математических моделей движения снаряда в воздушном пространстве. Математические модели должны включать системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка, правые части должны быть полностью описаны, включая размерности и возможные диапазоны значений констант.

2) На основе первого пункта для представленных моделей требуется решить задачу Коши — по начальным условиям и параметрам модели получить (численно) траекторию движения снаряда в воздушном пространстве.

3) На основе первого и второго пунктов требуется по набору траекторных измерений определить координаты выстрела и, по-возможности, дополнительную информацию (массу снаряда, калибр и т.д.).

* + 1. Система дифференциальных уравнений описывает движения снаряда в воздушном пространстве.
    2. Программа определения движения снаряда в воздушном пространстве предназначена для построения траектории движения снаряда в воздушном пространстве по заданным начальным данным и параметрам.
    3. Программа определения координат выстрела по траекторным измерениям снаряда предназначена для определения координат места выстрела.
  1. **Требования к функциональным характеристикам**
     1. Система дифференциальных уравненийописывает движение снаряда в воздушном пространстве с учетом различных факторов окружающей среды.
     2. Программы (численные методы) определения траектории движения снаряда в воздушном пространстве предназначены для построения траектории движения 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.). Желательно предусмотреть возможность добавления или отключения воздействия части параметров воздушной среды. Должно учитываться разное количество параметров окружающей среды (от простой модели к сложной) — при разном количестве и качестве проведённых измерений более простая модель в итоге может оказаться более эффективной по точности и быстродействию.

Входными параметрами программы (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 может быть согласован дополнительно).

* + 1. Программы (численные методы) определения координат выстрела по координатам траектории движения снаряда предназначены для определения координат места выстрела снаряда по заданному количеству точек траектории движения снаряда. Количество точек и их положение задается пользователем и может быть любым. Желательно реализовать возможность добавления или отключения воздействия части параметров воздушной среды. Должны учитываться различные параметры окружающей среды (для моделей от простой к сложной).

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

На выходе должны выдаваться координаты места выстрела.

* 1. **Требования к информационной и программной совместимости**

Модели должны быть разработаны на языке С/С++, Python или Matlab. Математическое описание используемых моделей, методов и алгоритмов представляется в электронном и текстовом виде.

# **Требования к программной документации**

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

5.2. Состав программной документации:

* + спецификация;
  + руководство системного программиста;
  + текст программы;
  + описание программы (предоставляется на последнем этапе);
  + программа и методики испытаний.

5.3. Программная документация, кроме текстов программ, представляется в 2-х экз.: 1 экз. на бумажном носителе (формат А4), 1 экз. в электронном виде на компакт-диске (CD-R). Тексты программ представляются в 1 экз. только в электронном виде.

# **Технико-экономические показатели**

* 1. Стоимость работ определяется Договором.

# **Стадии и этапы разработки**

## Работы выполняются в несколько этапов.

## На первом этапе разрабатываются модели движения снаряда и формируются системы дифференциальных уравнений движения снаряда в воздушном пространстве.

## На втором этапе разрабатываются программы решения задачи Коши для каждой из математических моделей первого пункта, оценивается точность численного решения и возможность использования на следующем этапе.

## На третьем этапе разрабатываются программы определения координат выстрела снаряда для каждой из моделей движения снаряда в воздушном пространстве.

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