

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИКТИ РАН

\_\_\_\_\_ С.А. Шептунов  
«04» мая 2023 г.

## **ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**

на выполнение научно-исследовательских работ по теме:  
**«Разработка математических моделей и алгоритмов  
для предотвращения столкновений в транспортных системах,  
предназначенных для высокопродуктивного агрохозяйства»**

### **1. Цели выполнения**

Целью выполнения работы является снижение рисков возможных столкновений беспилотных летательных аппаратов между собой за счет разработки и использования математических моделей и алгоритмов, основанных на векторно-скоростном анализе траекторий движения и определении допустимых расстояний максимального сближения летательных аппаратов между собой.

### **2. В ходе выполнения НИР исполнитель должен:**

- провести аналитический обзор в области моделей и алгоритмов для предотвращения столкновений беспилотных летательных аппаратов;
- разработать математическую модель построения границ зоны взаимодействия и динамики изменения взаимного расположения беспилотных летательных аппаратов;
- разработать математическую модель обнаружения потенциально опасных динамически-движущихся беспилотных летательных аппаратов;
- разработать алгоритм оценки возможности столкновения по особенностям и характеристикам движения беспилотных летательных аппаратов;
- разработать алгоритма определения границ диапазона критических скоростей беспилотных летательных аппаратов на основе векторно-скоростного анализа траекторий движения;
- разработать алгоритм расчёта параметров движения беспилотных летательных аппаратов для уклонения от столкновения;
- разработать алгоритм определения линейного ускорения беспилотных летательных аппаратов для предотвращения их столкновения при скоростном маневре.

### **3. Методы и средства исследований.**

При выполнении задач Технического задания должны использоваться методы математической статистики, аналитической алгебры, теории компьютерного зрения,

математической обработки изображений, теории оптимизации и функционального анализа.

#### **4. Требования к составу, структуре, функциональному назначению и техническим характеристикам научно-технических результатов Работы:**

4.1. В результате проведенного аналитического обзора должны быть выявлены существующие проблемы и перспективы развития моделей и алгоритмов для предотвращения столкновений беспилотных летательных аппаратов;

4.2. Должна быть разработана математическая модель построения границ зоны взаимодействия и динамики изменения взаимного расположения беспилотных летательных аппаратов.

4.3. Должна быть разработана математическая модель обнаружения потенциально опасных динамически-движущихся беспилотных летательных аппаратов.

4.4. Должен быть разработан алгоритм оценки возможности столкновения по особенностям и характеристикам движения беспилотных летательных аппаратов.

4.5. Должен быть разработан алгоритм определения границ диапазона критических скоростей беспилотных летательных аппаратов на основе векторно-скоростного анализа траекторий движения.

4.6. Должен быть разработан алгоритм расчёта параметров движения беспилотных летательных аппаратов для уклонения от столкновения.

4.7. Должны быть разработаны алгоритмы определения линейного ускорения беспилотных летательных аппаратов для предотвращения их столкновения при скоростном маневре.

4.8. Разработанная математическая модель построения границ зоны взаимодействия и динамики изменения взаимного расположения беспилотных летательных аппаратов должна обеспечивать определение линейного ускорения выведение беспилотного летательного аппарата за границы диапазона критических скоростей в направлении ближайшей границы.

4.9. Разработанная математическая модель обнаружения потенциально опасных динамически-движущихся беспилотных летательных аппаратов должна оценить параметры, которые позволяют предотвращать столкновения до 50 беспилотных летательных аппаратов, одновременно находящихся в заданном воздушном пространстве.

4.10. Разработанный алгоритм оценки возможности столкновения по особенностям и характеристикам движения беспилотных летательных аппаратов должен рассчитывать вероятность столкновения для широкого диапазона скоростей, расстояний и углов схождения.

4.11. Разработанный алгоритм определения границ диапазона критических скоростей беспилотных летательных аппаратов на основе векторно-скоростного анализа траекторий движения должен обеспечивать плотность попадания в диапазон критических скоростей не менее 85 %, а плотность точек, для которых ускорение лежит в заданном диапазоне – не менее 3,5 %

4.12. Разработанный алгоритм расчёта параметров движения беспилотных летательных аппаратов для уклонения от столкновения должен обеспечивать 95% вероятность уклонения от столкновения, а фактическое отклонение расстояний между летательными аппаратами в точке максимального сближения должно отличаться от расчётного не более чем на 3%.

4.13. Разработанный алгоритм определения линейного ускорения беспилотных летательных аппаратов для предотвращения их столкновения при скоростном маневре должен обеспечивать определение величины горизонтального ускорения, при котором попарно слетающиеся равно высотные потенциально сталкивающиеся беспилотные летательные аппараты способны избежать столкновения.

## **5. Требования к разрабатываемой документации**

5.1. В результате выполнения работ должна быть разработана следующая документация:

- научно-технический отчет по результатам НИР по теме «Разработка математических моделей и алгоритмов для предотвращения столкновений в транспортных системах, предназначенных для высокопродуктивного агрохозяйства».

5.2. Результаты работ, отражающие требования, установленные в разделах настоящего Технического задания должны быть разработаны в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32 – 2017.

## **6. Сроки выполнения работ настоящего технического задания**

6.1. Сроки выполнения работ и предоставления результатов, предусмотренных п. 5 настоящего технического задания: с даты заключения Договора на выполнение работ настоящего технического задания по 31.12.2024 г.

Научный руководитель

\_\_\_\_\_ Александров И.А.