

**Функциональные технические требования  
на выполнение НИОКР**

**«Технологии безопасной организации полётов пилотируемой и  
беспилотной авиации в воздушном пространстве класса «G»**

**Москва**

**2025**

## **1. Основание для реализации НИОКР**

*\*\*раздел заполняется при заключении договора по итогам конкурсных процедур\*\**

## **2. Сроки реализации НИОКР:**

Предельная длительность – 2 года

## **3. Цели и задачи НИОКР**

Разработка алгоритмов децентрализованной организации движения множественных БАС в едином воздушном пространстве и демонстратора их применения.

### **3.1. Цели**

#### **Общая характеристика и оценка состояния вопросов, решаемых в НИОКР**

В настоящее время эксплуатация беспилотных воздушных судов (далее - БВС) осуществляется на основании плана полета и разрешения на использование воздушного пространства, включая установление временного и местного режимов, а также кратковременных ограничений в интересах пользователей воздушного пространства, организующих полеты БВС, либо без подачи плана полета и получения разрешения на использование воздушного пространства при соблюдении ряда установленных ограничений.

Высота полетов БВС в большинстве случаев составляет до 150 метров, в некоторых случаях – до 1 000 метров, контролируемые аэродромы для взлета и посадки не используются, а использование контролируемого воздушного пространства не предусматривает использование маршрутов обслуживания воздушного движения, схем вылета и захода на посадку. Таким образом, использование существующей инфраструктуры наблюдения, ориентированной в настоящее время на задачи обслуживания воздушного движения пилотируемой авиации, в целях наблюдения за полетами БВС на малых высотах имеет ряд объективных ограничений. С целью минимизации рисков выполнения полетов БВС и пилотируемых ВС в общем воздушном пространстве в условиях растущего спроса в Российской Федерации на использование воздушного пространства на малых высотах назрела необходимость в проведении исследований, направленных на комплексное решение задач по интеграции беспилотных воздушных судов единое воздушное пространство с соблюдением базовых принципов, сформулированных ИКАО (Глобальный аэронавигационный план, док.9759).

Задачи координации движения множественных беспилотных авиационных систем (БАС) в едином воздушном пространстве являются одними из наиболее актуальных и сложных проблем современной авиации и робототехники. С ростом количества БАС различного назначения, включая коммерческие доставочные дроны, БАС для мониторинга и обследования, а также специальные БАС, возникает критическая необходимость в эффективных системах управления воздушным движением. Традиционные централизованные системы управления воздушным движением, разработанные для пилотируемой авиации, сталкиваются с существенными ограничениями при масштабировании на большое количество БАС по следующим причинам:

- Проблема масштабируемости: централизованные системы имеют ограничения по пропускной способности при обработке данных от сотен и тысяч БАС одновременно;
- Единая точка отказа: выход из строя центрального узла управления приводит к нарушению функционирования воздушного пространства;
- Задержки связи: время отклика централизованной системы может быть критическим для предотвращения столкновений в динамически изменяющихся условиях;
- Наличие естественных и искусственных (преднамеренных и непреднамеренных) помех приводит к нарушению функционирования БАС и, с высокой вероятностью, снижению доступности воздушного пространства;

- Сложность координации разнородных БАС: различные типы БАС имеют разные летно-технические характеристики, задачи и ограничения;
- Ограниченная адаптивность: централизованные системы медленно адаптируются к изменяющимся условиям и нештатным ситуациям.

Современные исследования в области децентрализованного управления роевыми системами показывают перспективность подходов, основанных на теории многоагентных систем, методах роевого интеллекта и алгоритмах консенсуса. Однако большинство существующих решений либо рассматривают упрощенные модели БАС, либо ограничиваются лабораторными условиями без учета реальных ограничений воздушного пространства.

Зарубежные разработки в данной области, включая проекты NASA UTM (Unmanned Aircraft System Traffic Management), европейские инициативы SESAR и U-space, в основном недоступны для российских разработчиков и не учитывают специфику российского воздушного законодательства и инфраструктуры.

Таким образом, актуальной является разработка отечественных децентрализованных алгоритмов организации движения множественных БАС, способных обеспечить безопасное и эффективное использование воздушного пространства при минимальных требованиях к централизованной инфраструктуре.

### **3.2. Задачи:**

Задачи: разработать базовые принципы (правила) для децентрализованной организации движения множественных БАС и пилотируемой авиации в общем ограниченном воздушном пространстве;

- построить математические модели движения множественных БАС в общем ограниченном воздушном пространстве и разработать ПО для верификации разработанных моделей, принципов (правил), методов, технических решений;
- провести исследование ситуационных сценариев взаимодействия участников движения в рамках децентрализованной системы;
- разработать прототип комплекс технических решений взаимодействия множественных БАС в едином воздушном пространстве с целью децентрализованной организации движения.

## **4. Требование к выполнению НИОКР**

### **4.1. Требования к результатам НИОКР.**

- Алгоритмы децентрализованного планирования траекторий для множественных БАС с учетом взаимных ограничений и динамических препятствий
- Алгоритмы предотвращения столкновений в реальном времени без централизованного координатора
  - Протоколы межагентного взаимодействия для обмена информацией о состоянии, намерениях и ограничениях между БАС
- Алгоритмы адаптации к изменяющимся условиям включая появление новых БАС
- Методы верификации применимости разработанных моделей, принципов (правил), методов, технических решений. и безопасности разработанных алгоритмов в различных сценариях
- Программное обеспечение для моделирования и тестирования созданных алгоритмов.
- Комплекс технических решений, позволяющие продемонстрировать работу разработанных алгоритмов.
- Предложения по формированию операционной концепции БАС

### **Целевые характеристики демонстратора**

Функциональные характеристики:

- Масштабируемость: поддержка от 100 до 500 БАС одновременно в едином воздушном пространстве
- Безопасность:
- Минимальная дистанция разделения траекторий: не менее 10 метров между БАС
- Производительность программного обеспечения:
- Поддержка различных сценариев: не менее 20 типовых сценариев
- Визуализация результатов: 3D-представление траекторий в реальном времени
- Экспорт данных: форматы для анализа (CSV, JSON, XML)

*В составе ТЗ также должны быть предусмотрены:*

формирование комплекта отчетной научно-технической документации с результатами НИОКР в составе:

- Научно-технический отчет (НТО);
- Комплект ЭКД и демонстратор;
- Акты и протоколы испытаний;
- Программы и методики испытаний;
- Отчет о патентных исследованиях (ОПИ);
- Свидетельства о регистрации РИД.

При необходимости:

- Комплект ПД на демонстратор;

## **4.2. Требования к исследованиям**

*Заполняется заявителем заявки на этапе разработки технического задания и подачи заявки на конкурс.*

## **4.3. Требования к исходным данным**

*Заполняется заявителем заявки на этапе разработки технического задания и подачи заявки на конкурс.*

## **4.4. Требования к видам обеспечения**

*Заполняется заявителем заявки на этапе разработки технического задания и подачи заявки на конкурс.*

### **4.4.1. Требования к метрологическому обеспечению**

*Заполняется заявителем заявки на этапе разработки технического задания и подачи заявки на конкурс.*

### **4.4.2 Требования к математическому обеспечению**

*Заполняется заявителем заявки на этапе разработки технического задания и подачи заявки на конкурс.*

### **4.4.3. Требования к экспериментальным исследованиям**

4.4.3.1. Разработка программы и методики испытаний демонстратора технологий производится на первом/втором этапе НИОКР на основании ГОСТ Р 2.106-2019.

4.4.3.2. Перечень экспериментальных исследований определяется Исполнителем.

4.4.3.3. В составе экспериментальных исследований должна быть предусмотрена открытая демонстрация промежуточных результатов в рамках проектно-образовательного интенсива «Архипелаг 2035», или на иной площадке по согласованию с Грантодателем.

*Дополняется заявителем заявки на этапе разработки технического задания и подачи заявки на конкурс.*

## **5. Технические требования к создаваемым образцам**

*Заполняется заявителем заявки на этапе разработки технического задания и подачи заявки на конкурс.*

### **5.1. Требования назначения**

*Заполняется заявителем заявки на этапе разработки технического задания и подачи заявки на конкурс.*

### **5.2. Требования к целевым характеристикам демонстратора**

*Заполняется заявителем заявки на этапе разработки технического задания и подачи заявки на конкурс.*

### **5.3. Требования к составу демонстратора технологий**

*Заполняется заявителем заявки на этапе разработки технического задания и подачи заявки на конкурс.*

### **5.4. Требования к составным частям демонстратора**

*Заполняется заявителем заявки на этапе разработки технического задания и подачи заявки на конкурс.*

### **5.5. Требования к результатам интеллектуальной деятельности**

5.5.1. В результате выполнения работ должны быть созданы не менее 1 (одного) результата интеллектуальной деятельности (РИД) в каждом календарном году реализации НИОКР, которому в соответствии с законодательством Российской Федерации предоставляется правовая охрана, и определен вид объекта интеллектуального права (ст. 1225 ГК РФ).

5.5.2. Уведомления о создании РИД должны быть оформлены в соответствии с Порядком передачи охраняемых результатов интеллектуальной деятельности и иными требованиями к порядку приемки выполненных работ (их результатов). К уведомлениям о создании РИД прикладываются уведомления авторов, а также материалы, раскрывающие сущность РИД.

5.5.3. В случае, если при реализации НИОКР будут дополнительно получены другие результаты интеллектуальной деятельности, то Исполнителем в рамках НИОКР должны быть подготовлены реферат и необходимые документы на передачу ноу-хау и проекты заявок на выдачу патента на полезные модели и (или) изобретения в соответствии с требованиями Роспатента к оформлению указанных документов и направлены на согласование Заказчику.

## **6. Этапы реализации НИОКР**

*Заполняется заявителем заявки на этапе разработки технического задания и подачи заявки на конкурс.*

*Требование к продолжительности этапа: от 120 до 360 дней.*

№ п/п	Наименование этапов / подэтапов. Содержание выполняемых работ	Результаты этапа / подэтапа	Исполнитель (необходимость привлечения соисполнителя)	Сроки выполнения	
				начало	окончание
1	Этап 1				
1.1	(Наименование подэтапа, содержание работ)				
1.2	...				
2	Этап 2 (Наименование этапа)				
2.1	(Наименование подэтапа, содержание работ)				
2.2	...				

## **7. Перечень научно-технической продукции и разрабатываемой документации и требования к ней.**

*Дополняется заявителем заявки на этапе разработки технического задания и подачи заявки на конкурс.*

*Обязательные требования:*

**7.1.** Состав и виды научно-технической продукции определяются п. 6 настоящего ТЗ.

**7.2.** Предложения по внедрению научно-технических результатов «\_\_\_\_\_» (наименование проекта НИОКР) разрабатываются при выполнении этапа №\_\_ НИОКР. – *Дополняется заявителем заявки на этапе разработки технического задания и подачи заявки на конкурс.*

**7.3.** Практическое апробирование положений проекта подтверждается представляемыми протоколами результатов испытаний, совместно с отчетной документацией по этапу №\_\_ – *Дополняется заявителем заявки на этапе разработки технического задания и подачи заявки на конкурс.*

**7.4.** Проектно-конструкторские разработки необходимо вести в соответствии с требованиями нормативных документов ЕСКД, применяя стандартные и унифицированные сборочные единицы, детали и нормали.

**7.5.** Программную документацию необходимо вести в соответствии с требованиями нормативных документов ЕСПД - *Дополняется заявителем заявки на этапе разработки технического задания и подачи заявки на конкурс.*

**7.6.** При необходимости ЭКД разрабатывается по правилам, определенным ГОСТ 2.125-2008, и должна включать:

спецификацию в соответствии с ГОСТ Р 2.106-2019;

чертеж общего вида в соответствии с ГОСТ Р 2.109-2023.

пояснительную записку в соответствии с ГОСТ Р 2.106-2019;  
схему электрическую структурную в соответствии с ГОСТ 2.702-2011;  
схему электрическую соединений (монтажную) в соответствии с ГОСТ 2.702-2011.

**7.7.** Разрабатываемая отчетная научно-техническая документация должна выпускаться с учетом обязательных требований, действующих в Российской Федерации, межгосударственных и государственных стандартов

**7.8.** Отчетная научно-техническая документация, подписанная квалифицированной электронной подписью, представляется Заказчику в электронном виде.

**7.9.** Текст и таблицы выполняются в редакторах Microsoft Office Word и Excel соответственно, версии не ниже 2007 года, текст: шрифт Times New Roman, размер основного текста (кегель) – 14, межстрочный интервал – 1.5, размер текста таблиц (кегель) – 12, межстрочный интервал – 1.0), иллюстрации, чертежи, рисунки и фотографии выполняются с расширением \*.ppt, \*.pptx, \*.jpg, \*.jpeg или \*.bmp). Разработанное в рамках работы программное обеспечение (включая компьютерные модели, базы данных, алгоритмы и т.п.) представляется Заказчику на оптических (электронных) носителях в виде исходных и исполняемых файлов, а также с соответствующей программной документацией.

*Примечание – конкретный перечень, состав и виды научно-технической продукции и отчетной научно-технической документации, других технических и организационно-методических документов (методик, программ, инструкций, протоколов, регламентов и др.) уточняется в ходе выполнения работ.*

## **8. Требования по обеспечению конфиденциальности**

**8.1.** Требования по обеспечению конфиденциальности информации, касающейся реализации НИОКР и созданных в ходе реализации НИОКР результатов, устанавливаются в соответствии с требованиями Договора.

**8.2.** В ходе выполнения НИОКР не допускается использование сведений, составляющих государственную тайну.

## **9. Порядок научно-технической приемки НИОКР (этапов НИОКР)**

**9.1.** Промежуточное рассмотрение результатов НИОКР, приемка этапов НИОКР, приемка НИОКР в целом осуществляется в соответствии с требованиями пунктов 5.2.1 – 5.2.3 ГОСТ Р 15.101-2021 и Порядка мониторинга, оценки результатов выполнения и приемки научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в рамках федерального проекта «Перспективные технологии для беспилотных авиационных систем».

**9.2.** Заказчик в праве запросить программу приемки результатов этапов НИОКР и НИОКР в целом у Исполнителя за 50 календарных дней до даты окончания этапов НИОКР.

**9.3.** Уведомление о готовности к сдаче этапа НИОКР и предварительные результаты этапа НИОКР должны быть представлены Заказчику не позднее, чем за 30 календарных дней до даты окончания этапов НИОКР.