

Филиал ПАО «Корпорация «Иркут»  
«Центр комплексирования»  
Авиационный переулок, д. 5  
Москва, 125167, Россия  
Телефон: +7 (495) 987-20-71  
Факс: +7 (495) 987-20-72



В составе  
**ОАК**

ОГРН 1023801428111  
ИНН 3807002509  
КПП 771443001  
ОКПО 45844876  
office@ic.irkut.com  
www.irkut.com

Филиал «Центр комплексирования»

## УТВЕРЖДАЮ

Директор – главный конструктор,  
кандидат технических наук, доцент

А. А. Герасимов

« 29 » июня 2021 г.

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ляпина Никиты Александровича  
«Разработка и исследование алгоритма гарантирующего управления траекторией  
беспилотного летательного аппарата на основе игрового подхода»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по научной специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка  
информации (авиационная и ракетно-космическая техника).

Как следует из представленного автореферата, в диссертационной работе Ляпина Н. А. предложено решение **актуальной задачи** разработки алгоритмов управления траекторией беспилотного летательного аппарата, ориентированного на перехват воздушных целей. Исследования в области создания беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) активно ведутся в течение многих лет как в России, так и за рубежом. Более того, современный уровень развития беспилотной авиации, функциональные возможности БПЛА делают реальной перспективу их использования в операциях отражения воздушного налета. Значительной проблемой по-прежнему остаётся отсутствие алгоритмов управления, пригодных для решения задач перехвата воздушных целей.

В диссертационной работе рассмотрен вариант решения задачи синтеза гарантирующего управления траекторией БПЛА во время выполнения операции перехвата воздушной цели, опирающийся на игровую постановку. Автор предлагает **оригинальное решение**, в основе которого лежит описание конфликтующих самолетов в шестимерном пространстве относительных

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

«13» 07 2021 г. стр. 1 из 4

нормированных параметров. В рамках подобного описания чрезвычайно сложная игровая задача сведена к известной задаче синтеза гарантирующего управления линейной динамической системой, оптимизируемой по квадратичному критерию.

Заметим, что известные подходы к разработке алгоритмов управления беспилотными истребителями, как правило, основаны на использовании традиционных методов наведения. Вместе с тем, одной из важнейших задач, связанной с боевым использованием БПЛА, является обеспечение их высокой живучести в условиях организованного противодействия, что указывает на необходимость использования игрового подхода в процессе синтеза управления.

Анализ описанного в автореферате варианта решения задачи синтеза гарантирующего управления траекторией БЛА, степень детализации математического аппарата для ее решения позволяет рассматривать полученный результат, в первую очередь, как исследовательский инструмент, позволяющий сформулировать обоснованные требования к динамическим характеристикам БПЛА, авиационным средствам поражения, располагаемым на БПЛА, а также к составу бортового радиоэлектронного оборудования.

Представление материала в автореферате полностью раскрывает существо разработанных автором алгоритмов управления траекторией БЛА-перехватчика в условиях воздушной дуэли, а также при реализации маневров преследования цели и уклонения от атаки воздушного противника. Материал отличается логикой изложения, математической строгостью, аргументацией основных выводов.

**Научная новизна** полученных в диссертационной работе результатов заключается в следующем:

– метод решения задачи гарантирующего управления траекторией БЛА-перехватчика в операции перехвата воздушной цели в случае, когда продолжительность процесса боевого маневрирования не задана и рассчитывается из условия существования седловой точки в игровой задаче. Предложенное решение основано на описании конфликтующих самолетов в пространстве относительных нормированных координат. Подобное представление позволило использовать известную структуру гарантирующего управления для класса линейных динамических систем, оптимизируемых по квадратичному критерию.

– результаты комплексного исследования совместного влияния характеристик применяемых авиационных средств поражения и основных маневренных характеристик БЛА-перехватчика на достигаемое позиционное преимущество в условиях воздушной дуэли, а также в задачах «преследования – уклонения».

Вместе с тем представляется целесообразным выделить основные **замечания**, которые возникли в процессе знакомства с материалами автореферата:

1) В автореферате автор использует известное решение задачи синтеза гарантирующего управления линейной динамической системой, оптимизируемой по квадратичному критерию, расширяя его условием выбора расчетной продолжительности боевого маневрирования противоборствующих летательных



аппаратов. При этом, предполагаются заданными минимальная и максимальная продолжительность процесса маневрирования игроков. Однако, в автореферате автор ограничивается только фактом наличия этих заданных ограничений по продолжительности процесса маневрирования, не конкретизируя источники получения и не предлагая методов их расчета.

2) В процессе имитационного моделирования автор использует характеристики современных авиационных средств поражения, применяемых на пилотируемых истребителях. Однако, образцов подобного вооружения, которые будут располагаться на БПЛА, с учетом их габаритов и массы в настоящий момент не существует. Представляется, что полученные результаты имитационного моделирования носят промежуточный характер и требуют дальнейшего уточнения с учетом реальных характеристик АСП, адаптированных для размещения на борту БПЛА.

Таким образом, исходя из текста автореферата, диссертационная работа Ляпина Н. А. решает важную научно-техническую задачу, соответствует требованиям ВАК при Министерстве науки и высшего образования о порядке присуждения научных степеней, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а соискатель Ляпин Никита Александрович заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника).

Начальник отдела  
систем самолетовождения НИО-1,  
кандидат технических наук



Е. М. Лунев

Место работы: филиал ПАО «Корпорация «Иркут» «Центр комплексирования».  
Рабочий адрес: 125319, г. Москва, Авиационный переулок, дом 5.  
Рабочий телефон: +7 495 987 20 71, доб. 328.  
Адрес электронной почты: [evgeny.lunev@ic.irkut.com](mailto:evgeny.lunev@ic.irkut.com)

Заместитель начальника отдела  
систем самолетовождения НИО-1,  
кандидат технических наук, доцент



Е. С. Неретин

Место работы: филиал ПАО «Корпорация «Иркут» «Центр комплексирования».  
Рабочий адрес: 125319, г. Москва, Авиационный переулок, дом 5.  
Рабочий телефон: +7 495 987 20 71, доб. 333.  
Адрес электронной почты: [evgeny.neretin@ic.irkut.com](mailto:evgeny.neretin@ic.irkut.com)

Заместитель начальника отдела  
отказобезопасности и надёжности,  
кандидат технических наук



Л. Г. Цесарский

Место работы: филиал ПАО «Корпорация «Иркут» «Центр комплексирования».

Рабочий адрес: 125319, г. Москва, Авиационный переулок, дом 5.

Рабочий телефон: +7 495 987 20 71, доб. 161.

Адрес электронной почты: lev.tsesarskiy@ic.irkut.com

Ведущий инженер-конструктор  
направления ЭТД и ТСО,  
кандидат технических наук, доцент



А. Н. Пахомов

Место работы: филиал ПАО «Корпорация «Иркут» «Центр комплексирования».

Рабочий адрес: 125319, г. Москва, Авиационный переулок, дом 5.

Рабочий телефон: +7 495 987 20 71, доб. 344.

Адрес электронной почты: aleksandr.pakhomov@ic.irkut.com