

УТВЕРЖДАЮ

Директор ОАО «АЛЕВКУРП»

В.А. Новак

« 05 » июля 2023 г.



ОТЗЫВ

оппонирующей организации
на кандидатскую диссертацию Легкоступа Виктора Валерьевича,
выполненную на тему
**«Управление подвижным объектом по данным разностно-дальномерной
навигационной системы при неполном объеме измерений»**
по специальности 05.13.01
**«Системный анализ, управление и обработка информации
(промышленность)»**

**1. Соответствие содержания диссертации заявленной
специальности и отрасли науки**

Содержание диссертации соответствует отрасли технических наук, паспорту специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (промышленность)» по пунктам 1, 4, 7, 9 раздела III паспорта специальности.

2. Научный вклад соискателя в решение научной задачи

В диссертации рассмотрены вопросы, связанные с решением задач аналитического синтеза оптимальной системы управления, использующей неполный объем разностно-дальномерных навигационных измерений.

Научный вклад соискателя включает:

первое, методику синтеза системы управления объектом методом аналитического конструирования агрегированного регулятора (АКАР), использующую для выработки команд управления сигналы рассогласования разностно-дальномерной радионавигационной системы (РДРНС) с применением полных уравнений кинематики объекта в эллиптической системе координат. Данная методика позволяет получить квазиоптимальный нелинейный закон управления объектом по информации от РДРНС при ограниченном количестве навигационных позиций за счет выбора кинематической траектории специального вида;

второе, методику синтеза системы управления объектом методом аналитического конструирования оптимального регулятора (АКОР), использующую для выработки команд управления сигналы рассогласования РДРНС с применением линеаризованных уравнений кинематики объекта в эллиптической системе координат. Данная методика позволяет получить упрощенный линейный закон управления объектом по кинематической

траектории специального вида в условиях ограничения количества навигационных позиций;

третье, математические модели кинематического звена системы наведения объектом с применением эллиптической системы координат по сигналам рассогласования разностно-дальномерных навигационных параметров, соответствующих положению цели и текущему положению объекта управления, с учетом его скорости и доплеровских смещений частот навигационных сигналов, способствующие снижению динамической ошибки наведения.

3. Конкретные научные результаты, за которые соискателю может быть присуждена искомая ученая степень

Соискателю может быть присуждена ученая степень кандидата технических наук за следующие новые научно обоснованные результаты:

– методику синтеза системы управления объектом методом АКАР, обеспечивающую формирование команд управления на основе разностей временных задержек сигналов РДРНС для объекта и цели с использованием нелинейных уравнений кинематики в эллиптической системе координат и наведение объекта по траектории в виде гиперболы в случае сокращения числа навигационных позиций до двух;

– методику синтеза системы управления объектом методом АКОР, отличающуюся формированием команд управления на основе разностей временных задержек сигналов РДРНС до объекта и цели, с использованием линеаризованных уравнений кинематики объекта в эллиптической системе координат при уменьшенном числе навигационных позиций;

– математическую модель кинематического звена системы наведения беспилотного объекта по сигналам рассогласования, пропорциональным разности навигационных параметров, соответствующих местоположению точки прицеливания и управляемого объекта с использованием эллиптической системы координат;

– математическую модель оценивания суммарной дальности до двух навигационных позиций по разностно-дальномерной информации, обеспечивающую компенсацию динамической ошибки наведения и стабилизацию коэффициента усиления контура управления объекта за счет учета доплеровского смещения частот навигационных сигналов и собственной скорости.

4. Рекомендации по практическому использованию результатов диссертационной работы

Полученные в диссертационной работе результаты могут быть использованы при создании или модернизации систем управления объектами, использующих сигналы от наземной разностно-дальномерной радионавигационной системы в условиях ограничений на использование спутниковых радионавигационных систем и снижения числа наземных

навигационных позиций, реализующих управление объектами по кинематической траектории специального вида и способных функционировать при минимальном числе опорных наземных передающих станций.

5. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует

Содержание диссертации, полнота проведенных исследований и уровень математической сложности разработанных методик синтеза системы управления объектом методами АКАР и АКОР, подтверждают научную квалификацию автора и ее соответствие по совокупности признаков ученой степени кандидата технических наук.

6. Замечания по диссертации

6.1. В работе не рассмотрены базовые параметры наземных разностно-дальномерных радионавигационных систем по применяемым сигналам, пространственному расположению опорных позиций, размерам зоны действия и точности измерений, определяемые требованиями систем наведения современных БЛА.

6.2. В работе не проведена оценка максимальных размеров зоны действия и точности разработанной автором системы наведения беспилотного объекта при неполных навигационных данных. Также не проведена оценка чувствительности ключевых параметров синтезированных измерителей τ , кинематического звена и САУ методами АКАР и АКОР на реализуемый промах системы.

6.3. Автором не рассмотрен вопрос о необходимости и способах комплексирования РДРНС с инерциальной навигационной системой.

6.4. В работе не рассмотрен алгоритм перехода из режима управления объектом при наличии требуемого количества навигационных позиций в режим ограниченного количества конкретных позиций и обратно. Не приводится также порядок вычисления разности расстояний от конкретных (оставшихся) навигационных позиций до цели при определении временной задержки $\tau_{ц}$, используемой для реализации наведения вдоль гиперболы.

6.5. Полученные автором в работе результаты не подтверждены экспериментально.

Заключение

Отмеченные замечания не снижают научную и практическую значимость и общее положительное впечатление от диссертационной работы.

Представленная диссертация является законченной квалификационной научной работой, по содержанию и уровню научных исследований, новизне полученных результатов, их значимости соответствуют требованиям, предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата

технических наук, а ее автор Легкоступ Виктор Валерьевич достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (промышленность)».

Отзыв обсужден и утвержден на собрании научно-технического совета ОАО «АЛЕВКУРП» (протокол №3/23 от 05 июля 2023 года), на котором соискатель выступил с докладом.

На собрании присутствовали члены научно-технического совета ОАО «АЛЕВКУРП», имеющие ученые степени - 5 человек:

1. Гейстер С.Р., д.т.н., профессор.
2. Ивлев И.И., к.т.н.
3. Бусла А.П., к.т.н.
4. Олишевко И.Ф., к.т.н.
5. Сенько А.Я., к.т.н.

В голосовании приняли участие члены научного собрания, имеющие ученую степень.

Результаты голосования:

за - 5,

против - нет,

воздержалось - нет.

Председатель собрания

к.т.н.

И.Ф. Олишевко

Эксперт

к.т.н.

А.Я. Сенько

Секретарь собрания

к.т.н.

И.И. Ивлев

Ознакомлен.

25.08.2023

Легкоступ В.В.

Совет по защите
диссертаций при БГУИР
« 25 » августа 20 23 г.
Вх. № 05.02-Н/129