

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора Соловьева Ю.А. на диссертационную работу Антонова Дмитрия Александровича «Бортовой навигационный комплекс повышенной помехозащищённости с переменной структурой для БПЛА», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности «05.11.03 – Приборы навигации».

Диссертация Антонова Дмитрия Александровича направлена на решение актуальной и практически важной задачи обоснования облика и разработки алгоритмического обеспечения навигационных комплексов (НК) беспилотных летательных аппаратов, предназначенных для решения широкого круга народно-хозяйственных задач, а также задач специального назначения.

Актуальность рассматриваемой задачи определяется все расширяющейся потребностью в создании и использовании беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), особенно легких и малоразмерных, требующих в то же время достаточно точного навигационного обеспечения при существенных ограничениях по массе и габаритах бортового оборудования (БО).

Основные результаты рассматриваемой диссертационной работы, имеющие научную новизну, теоретическую и практическую значимость, по мнению оппонента, состоят в следующем:

- разработаны облик и модели погрешностей навигационного комплекса БПЛА, включающего бесплатформенную инерциальную навигационную систему (БИНС) на микромеханических инерциальных датчиках, приемник сигналов спутниковых радионавигационных систем (СРНС), магнитный компас (МК), предполагающие реализацию алгоритмов комплексной обработки информации (КОИ) с учетом стохастической и волновой структуры возмущений и особенностей траектории полета БПЛА;
- синтезированы на основе методов оптимального последовательного оценивания Калмана алгоритмы комплексной обработки информации, обеспечивающие повышенную помехозащищенность навигационных определений за счёт контроля измерений псевдодальностей и псевдоскоростей приемника СРНС в жестко

(сильно) связанной схеме комплексирования измерителей и реализации перестраиваемой структуры алгоритмов КОИ;

- реализованы в аппаратуре алгоритмы КОИ и предложены методики имитационного и полунатурного моделирования и натуральных испытаний экспериментальных образцов, а также получены результаты исследования алгоритмов КОИ для предложенных схем комплексирования при различных возмущающих факторах;
- получены результаты натуральных испытаний экспериментальных образцов, подтверждающие правомерность предложенного подхода в части отработки алгоритмического обеспечения НК БПЛА.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в том, что в ней разработаны математические модели и алгоритмы КОИ, которые использованы при отработке экспериментальных образцов, в том числе с участием автора, и которые могут использоваться при продолжении работ в части комплексирования оборудования БПЛА различного назначения.

Грамотное использование автором адекватного и современного математического аппарата, разработанные математические модели погрешностей измерителей НК, отвечающие физической сущности изучаемых явлений, тщательное проведение исследований, внимательный анализ и выводы позволяют считать полученные результаты диссертации достаточно достоверными и обоснованными.

Недостатки работы:

- при отработке концепции (облика) НК для БПЛА недостаточно отражена роль назначения БПЛА и решаемых им целевых задач;
- недостаточно обоснован выбор порогов принятия решений о расширении вектора состояния (77) и взятии на сопровождение (78) измерений от сигналов спутников СРНС;
- не проведен анализ влияния на характеристики синтезированного оптимального оценителя моделей волновых функций, особенностей траектории полета, периода и длительности формирования скользящего среднего для расчета статистических характеристик обновляемой последовательности;
- излишне скупы описаны процедуры реализации и перестройки оптимального фильтра КОИ; в частности, это относится к возможному обращению матриц большой размерности при большом количестве обрабатываемых сигналов спутников; так для случая приема сигналов ГЛОНАСС и GPS достаточно типичным

будет прием ~ 20 сигналов, что даст размерность общего вектора измерений при совместной обработке псевдодальностей и псевдоскоростей, равную ~ 40 ;

- в ряде случаев при разработке моделей погрешностей измерителей используются соотношения без ссылок на источники; например, это формулы (6) и (7) стр. 27, (9) стр. 28, (75) стр. 62;

- имеют место погрешности редакционного плана; так, на стр. 38 несуразной является фраза «Введя замену переменных при раскрытии квадратных скобок, уравнение (22) ...», поскольку в уравнении (22) квадратных скобок просто нет; встречаются также несогласования падежей и отсутствие знаков препинания.

Общая оценка работы.

В целом диссертация Антонова Д.А. выполнена на достаточно высоком научном уровне и является завершенной научно-исследовательской и научно-квалификационной работой, в которой решена новая научно-техническая задача обоснования облика НК БПЛА и разработки алгоритмов комплексной обработки информации с перестраиваемой структурой для парирования возможных возмущений. Эта задача имеет важное народно-хозяйственное значение.

Автор работы продемонстрировал хорошее знакомство со специальной научно-технической литературой, умение пользоваться современными методами научных исследований, проводить теоретические и, что особенно важно, натурные исследования, а также делать необходимые выводы.

Результаты диссертации могут быть использованы при проведении исследований и в учебном процессе Национального исследовательского университета «МАИ». Направление работы в части алгоритмического обеспечения может быть продолжено в ЗАО "Транзас Авиация" и в других организациях, занимающихся аналогичными вопросами.

Основные научные результаты опубликованы в изданиях, входящих в Перечень ВАК, и апробированы на ряде конференций. Диссертация и автореферат хорошо оформлены. Автореферат в достаточной мере отражает результаты и содержание диссертационной работы.

Заключение

Таким образом, на основании изучения диссертации, автореферата и основных научных материалов, опубликованных автором по теме диссертации, сделаны следующие выводы:

1. Работа Антонова Д.А. соответствует заявленной специальности и отвечает критериям и требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

2. Автор диссертации Антонов Дмитрий Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности «05.11.03 – Приборы навигации».

Официальный оппонент

ведущий научный сотрудник НИЦ АТ и В

ФГБУ «Центральный научно-исследовательский

институт ВВС МО РФ»,

доктор технических наук, профессор



Соловьев Юрий Арсеньевич

«18».....03.....2015г.

Почтовый адрес организации: 141103, Московская обл., г. Щелково,

ул. Аэродромная, д. 2, кор. 5. Тел. 8-499-671-64-49.

Подпись Соловьева Ю.А. заверяю:

Начальник отдела кадров и строевого

ФГБУ «Центральный научно-исследовательский

институт ВВС МО РФ»



К. Попов