

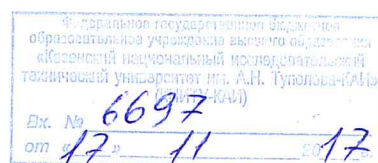
ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Аль Барри Самоала Хасана «Синтез управления оптико-механической следящей системой на подвижном основании с предсказанием углового положения объекта наблюдения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (механика и машиностроение)»

На отзыв представлена диссертация Аль Барри Самоала Хасана, включающая в себя 182 страницы, 10 таблиц и 43 рисунка.

Актуальность темы диссертационного исследования

К современным системам видеонаблюдения, устанавливаемых на самолетах, вертолетах, машинах, предъявляются высокие требования к качеству получаемых изображений объектов наблюдения. При этом эффективность алгоритмов обработки изображения подвижных объектов и оценки их параметров зависит от качества работы оптико-механической следящей системы, с помощью которой обеспечивается удержание изображения объекта наблюдения в центре поля зрения оптического приемника. В свою очередь качество работы оптико-механической следящей системы, установленной на подвижном носителе, зависит от частоты последовательности видеок кадров, задержки определения координат изображения объекта, угловых скоростей и ускорений изменения направления оптической оси на объект, внешних возмущений и шумов измерений. Другой особенностью процесса слежения за объектом наблюдения является возможность его кратковременного пропадания на изображении оптического приемника, что требует использования алгоритмов прогнозирования для решения задачи обнаружения объекта. При этом для пассивных систем видеосопровождения (без измерения дальности до



объекта) остаются нерешенные задачи прогнозирования углового положения объекта относительно носителя.

В связи с этим повышение точности сопровождения объекта наблюдения с помощью алгоритмов предсказания углового положения объекта и алгоритмов управления приводами оптико-механической следящей системы при высоком уровне помех измерений, и возмущений от неровностей дорожного покрытия, является актуальной задачей, отраженной в названии темы диссертационной работы.

Структура и содержание диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 146 наименований, 4 приложений.

Во **введении** обоснована актуальность темы исследования; дано описание объекта, предмета и методов исследования; сформулированы цель работы и задачи исследования; раскрываются методы исследования, научная новизна и практическая ценность работы; обосновывается достоверность научных результатов; приводятся сведения о внедрении результатов работы, их апробации и опубликовании, и личный вклад автора.

В **первой главе** рассмотрены способы построения оптико-механических следящих систем, устанавливаемых на подвижных носителях, описаны их особенности; сформулированы направления научного исследования и основные решаемые задачи.

Во **второй главе** представлена математическая модель оптико-механической следящей системы с двухосным карданным подвесом, установленным на автомобиле. Выведены уравнения динамики механической системы автомобиль - прибор; приведены математические модели синхронных двигателей и датчиков углов поворота кардана, гироскопических датчиков, видеокамеры, а также возмущений, вызванных неровностью дорожного покрытия.

В **третьей главе** рассмотрены модели для характерных участков

траекторного движения объекта наблюдения в абсолютной системе координат: прямолинейное движение и координированный разворот, – для которых построены нелинейные динамические модели углового движения объекта без измерения дальности, зависящие от настраиваемых параметров. Рассмотрены способы оценивания углов азимута и места с использованием известных алгоритмов нелинейной фильтрации, предложены новые алгоритмы оценивания и предсказания углового положения объекта без измерения дальности.

В четвертой главе предложены алгоритмы управления синхронными двигателями двухосного карданного подвеса с использованием наблюдателя тока и наблюдателя приведенных внешних воздействий, с помощью которого удастся повысить точность оптико-механической следящей системы при действии возмущений от неровностей дорожного покрытия по сравнению с известным методом подчиненного управления.

В пятой главе представлены результаты моделирования алгоритмов оценивания и предсказания углового положения объекта без измерения дальности, проведено сравнение по точности оценивания и предсказания углов азимута, места для алгоритмов нелинейной фильтрации, и предложенных алгоритмов. Показано, что с помощью предложенных алгоритмов удастся существенно повысить точность прогнозирования углового положения объекта для характерных участков его траекторного движения по сравнению с известными алгоритмами.

В заключении представлены краткие выводы по результатам диссертационного исследования.

В приложениях приведены исходные данные для расчета оптико-механической следящей системы, описание работы векторной ШИМ для синхронных двигателей, обоснование выбора контроллера для управления приводами, краткое описание программы моделирования и визуализации динамики системы видеосопровождения.

Представленные материалы диссертации позволяют достаточно полно оценить объем и сложность проведенного исследования.

Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и теме диссертации

Содержание диссертации соответствует заявленной теме и специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (механика и машиностроение)», пункту 4: «Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации».

Соответствие автореферата диссертации ее содержанию

Автореферат диссертации достаточно полно отражает содержание диссертационного исследования и выполнен с соблюдением установленных требований.

Степень обоснованности и достоверности научных положений и выводов

Сформулированные в диссертации положения основываются на методах классической механики, теории фильтрации, теории автоматического управления, с использованием которых делаются обоснованные выводы по результатам исследования. Обоснованность научных положений подтверждается их соответствием результатам публикаций отечественных и зарубежных авторов.

Достоверность научных результатов обусловлена корректностью применения математических методов, обоснованием используемых моделей и алгоритмов, а также соответствием результатов моделирования теоретическим положениям.

Новизна полученных результатов

К новизне полученных результатов в диссертационном исследовании можно отнести следующее:

- алгоритмы предсказания углового положения объекта,

совершающего прямолинейное движение с постоянной скоростью, с использованием нелинейной модели угловых движений объекта, позволяющие повысить точность предсказания без измерения дальности;

- алгоритмы предсказания углового положения объекта, совершающего координированный разворот с постоянной угловой скоростью, с использованием нелинейной модели угловых движений объекта, позволяющие повысить точность предсказания без измерения дальности;

- метод синтеза следящей системы с помощью модифицированного принципа локализации с учетом шумов измерений и ограничений на управление, позволяющий проводить оценку приведенных возмущений;

- робастный закон управления синхронным трехфазным двигателем с использованием наблюдателя тока и наблюдателя приведенных возмущений на валу двигателя, позволяющий упростить структуру регулятора контура тока и повысить точность слежения за счет компенсации возмущений от профиля дороги.

Таким образом, в выполненном диссертационном исследовании разработаны новые алгоритмы оценивания и предсказания углового положения объекта наблюдения, а также алгоритмы управления оптико-механической следящей системой установленной на автомобиле.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования

Теоретическая значимость результатов исследования состоит в том, что предложенные в диссертационной работе нелинейные нестационарные фильтры для оценивания углов азимута и места без измерения дальности, в отличие от алгоритмов нелинейной фильтрации, всегда обладают устойчивостью и могут быть использованы для предсказания углового положения объекта на длительных интервалах времени.

Практическая значимость результатов исследования состоит в том, что

с помощью разработанных алгоритмов оценивания, предсказания углового положения объекта, алгоритмов управления синхронными двигателями карданного подвеса удастся повысить точность оптико-механической следящей системы при возмущениях от неровностей дорожного покрытия по сравнению с алгоритмами подчиненного управления двигателями.

Замечания по диссертационной работе

1. Оптический прибор установлен в двухосном карданном подвесе, но при этом не оговаривается, в каких пределах может изменяться угол внутренней рамы кардана в процессе слежения.

2. Не приведено обоснование выбора значения частоты видеокадров, от которой зависит ошибка слежения за объектом наблюдения.

3. В тексте диссертации говорится о высоком уровне шумов измерений, но четко не оговариваются его допустимые значения.

4. Не раскрыта совместная работа алгоритмов оценивания и предсказания углового положения объекта наблюдения при смене режима его движения.

5. В работе не оговаривается характер наблюдаемого объекта и основные паттерны его поведения.

6. Не приведены зависимости ошибки слежения от угловых скоростей движения объекта наблюдения и вида профиля дорожного покрытия.

7. Не уделено достаточное внимание прогнозированию перемещения объекта при длительных помехах наблюдения (самолет, летящий среди облаков; автомобиль, передвигающийся среди кустов), что по нашему мнению представляет существенный научный и практический интерес

8. В тексте диссертации встречаются опечатки, не влияющие на смысл излагаемой информации.

9. В автореферате в комментарии к формуле (16) допущена опечатка: следует писать $u_2 < \bar{u}_q < u_1$.

Заключение по диссертационной работе

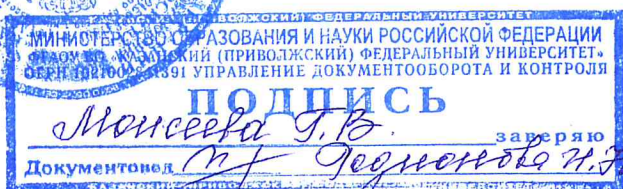
Отмеченные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы. Выводы диссертации являются обоснованными и отражают основные результаты научного исследования.

Считаю, что рецензируемая диссертационная работа по своей актуальности, научной новизне и практической значимости полученных результатов удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Аль Барри Самоал Хасан заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (механика и машиностроение)».



Официальный оппонент
кандидат технических наук,

Моисеев Георгий Викторович



Ученая степень: кандидат технических наук (05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (механика и машиностроение)»)

Наименование организации: Высшая школа Информационных технологий и информационных систем ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

Должность: доцент кафедры Программной инженерии

Адрес организации: 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18

Телефон: 8-906-111-04-37

Адрес электронной почты: aquarius8@gmail.com