

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

о диссертации Курбатова А.В. «Дистанционное определение параметров движения в условиях априорной параметрической неопределенности при зондировании последовательностью оптических импульсов», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – «Радиофизика».

Задача определения взаимного расположения объектов и параметров их движения, а также синтез соответствующих устройств, несмотря на достаточно большое количество последних, не теряет своей актуальности и на данный момент. Один из наиболее точных классов таких устройств основан на измерении времени прохождения луча света между объектами. Широкое их распространение, а так же постоянное развитие технической базы, делает **актуальной задачей** теоретического исследования принципов работы этих устройств, анализа и синтеза алгоритмов, используемых для обработки производимых измерений. Результатами таких исследований являются сравнительный анализ известных принципов построения таких алгоритмов и рекомендации по их оптимизации. Обсуждаемая диссертация не является исключением. В ней проводится синтез и анализ ряда алгоритмов оценки параметров движения (дальности, скорости и ускорения), основанных на результатах зондирования объекта последовательностью оптических импульсов.

Во введении описывается постановка задачи и приводится достаточно полный и подробный обзор литературы.

В главе 1 обсуждается модель искажения параметров интенсивности рассеянного сигнала, заключающаяся в изменении значений параметров отдельных импульсов. Для такой модели производится расчет статистических характеристик совместно-эффективных (т.е. неулучшаемых) оценок дальности, скорости и ускорения. Также для этой модели производится синтез алгоритма максимального правдоподобия и производится расчет характеристик таких оценок. При этом рассматриваются два случая – медленных и быстрых флуктуаций, они отличаются предположением о том, что значения параметров не успевают измениться от импульса к импульсу, и предположением, что такое изменение возможно. Эти два случая требуют использования различных модификаций основного алгоритма. Произведен расчет статистических характеристик оценок максимального правдоподобия в условиях приема медленно флуктуирующей последовательности, обрабатываемой как быстро флуктуирующей; показано,

что это приводит к худшему результату по сравнению с обработкой последовательности как медленно флуктуирующей. Из полученных результатов вытекает асимптотическая эффективность метода максимального правдоподобия в обоих случаях. Приведен численный пример нахождения потерь точности совместно-эффективных оценок за счет появления у интенсивности импульсов неизвестных неинформативных параметров.

Во второй и третьей главах предлагаются и исследуются два варианта упрощения метода максимального правдоподобия. Эти упрощения могут применяться как в рамках модели сигнала, зависящего от неизвестных неинформативных параметров, так и в случае, когда интенсивность рассеянного сигнала известна неточно.

В главе 2 исследуется применение для получения оценок дальности, скорости и ускорения квазиправдоподобного метода. Этот метод использует идеи метода максимального правдоподобия, но не производит обработку по неинформативным параметрам. Производится расчет статистических характеристик оценок, получаемых на основе квазиправдоподобного метода. В отличие от главы 1 расчет характеристик проводится с учетом аномальных ошибок. Сформулированы необходимые и достаточные условия, а также простые достаточные условия, обеспечивающие состоятельность оценок. Приводится численный пример, иллюстрирующий увеличение вероятности аномальной ошибки за счет использования квазиправдоподобной оценки по сравнению с оценкой максимального правдоподобия.

В главе 3 исследуется квазиоптимальный метод получения оценок дальности, скорости и ускорения. Этот метод позволяет уменьшить количество каналов обработки рассеянного сигнала в принимающем устройстве до одного, что значительно упрощает его техническую реализацию по сравнению с предыдущими. Идея метода состоит в двухэтапной оценке параметров движения: сначала производятся оценки временных положений отдельных импульсов, после чего по ним строятся оценки дальности, скорости и ускорения с помощью метода максимального правдоподобия. Находятся характеристики квазиоптимального метода с учетом аномальных ошибок. Проведено сравнение характеристик оценок трех методов – метода максимального правдоподобия, квазиправдоподобного метода и квазиоптимального метода. Установлено, что характеристики надежных (т.е. в отсутствие аномальных ошибок) квазиоптимальных и квазиправдоподобных оценок совпадают. Проведено статистическое численное моделирование квазиоптимального алгоритма получения оценок.

Таким образом, содержание диссертации **соответствует** заявленной теме, а сама диссертация представляет собой **законченную** научно-исследовательскую работу.

Основные результаты (полный список которых имеется в конце диссертации и повторен в автореферате) являются **новыми** и представляются полезными для теории и практических приложений статистической радиофизики и оптической локации. Наиболее важными результатами являются следующие: Автором разработаны два сравнительно просто реализуемых алгоритма (квазиоптимальный и квазиправдоподобный) оценки дальности, скорости и ускорения цели. Получены аналитические выражения для характеристик оценок параметров и дано их сравнение друг с другом и с характеристиками совместно-эффективных оценок, а также с характеристиками оценок максимального правдоподобия. Показано, что синтезированные алгоритмы являются асимптотически эффективными при априори известных значениях неинформативных параметров.

Достоверность основных результатов диссертации подтверждается корректным использованием математического аппарата теории вероятностей, математической статистики, теории случайных процессов, статистической радиофизики, согласованием выводов диссертации с результатами статистического эксперимента, совпадением результатов в частных случаях с известными ранее, широкой апробацией результатов в научной печати и выступлениях на научных конференциях.

В качестве замечаний отмечу следующее.

1. Последовательности оптических импульсов, полученные в результате рассеяния на быстро флуктуирующих целях, рассматриваются только в главе 1. Было бы естественно во всех главах изучать задачу в аналогичных условиях.
2. В диссертации рассматривался только метод максимального правдоподобия и различные его варианты. Было бы интересно также рассмотреть байесовский метод оценки.
3. Почти во всех конкретных примерах используется либо гауссовская, либо лоренцевская форма импульсов. При этом физические основания для рассмотрения именно таких импульсов не приводятся.
4. При выводе характеристик оценок использовался метод малого параметра, что подразумевало наличие больших отношений сигнал-

шум. В то же время, в некоторых примерах (например, на с. 131) рассматриваются слабые оптические импульсы. Не ясно, как эти предположения согласуются друг с другом.

Однако отмеченные недостатки в основном носят частный характер и не снижают научной и практической ценности диссертации в целом.

Диссертация Курбатова А.В. является законченной научно-исследовательской работой, содержащей новое решение актуальной задачи – статистического анализа алгоритмов оптической локации. Диссертация Курбатова А.В. «Дистанционное определение параметров движения в условиях априорной параметрической неопределенности при зондировании последовательностью оптических импульсов» удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, ее содержание соответствует специальности 01.04.03 – Радиофизика, а Курбатов Александр Витальевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Официальный оппонент
Кондратович Павел Александрович
кандидат физико-математических наук
инженер первой категории
ЗАО «ППК МИЛАНДР»,
Воронежский филиал
394033, г. Воронеж,
Ленинский пр-т, 15, оф. 316,
тел. (495) 981-54-33,
E-mail: pkondr@mail.ru

15 апреля 2015 года

*Подпись заверяю
специалист по кадрам
Беджурова П.А.*

16.04.2015г.

