

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

кандидата физико-математических наук Никитина Ильи Вячеславовича на диссертационную работу Филатовой Гузели Амировны «Навигация автономного подводного аппарата при помощи бескарданной инерциальной навигационной системы», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – «теоретическая механика».

Автономные подводные аппараты (АПА) используются для решения широкого круга научных и прикладных задач по исследованию и освоению океана, таких как морская геологическая разведка, изучение подводной обстановки и экологический мониторинг водной среды. Ценность предоставляемых подводным аппаратом данных определяется точностью их навигационной привязки. Поэтому представленная диссертационная работа выполнена на актуальную тему.

Принципиальным отличием исследуемой в работе системы является включение в состав комплекса бескарданной инерциальной навигационной системы (БИНС) среднего класса точности. Более того, информация БИНС рассматривается как основная. Именно, предложение положить в основу навигационной системы БИНС, является в этой диссертации главным и именно этим отличается от всех работ, связанных с навигацией подводных аппаратов. Таким образом, мы имеем дело с новым подходом к решению навигационной задачи для АПА.

Работа состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы.

Введение посвящено обоснованию актуальности темы, научной новизны, описаны возможности практического применения. Приводится обзор литературы и структура работы.

Первая глава посвящена описанию структуры и работы навигационного комплекса АПА. Объясняется устройство гидроакустической и бортовой навигационных систем. Описывается прототип, на основе которого были проведены исследования.

Во второй главе ставится математически задача коррекции БИНС. Уравнения ошибок БИНС включают в себя полные ошибки местоположения, динамические ошибки скорости и кинематические ошибки определения ориентации. Модель инструментальных погрешностей берется простая. Выводятся уравнения корректирующих измерений – учитывается специфика работы АПА. В качестве корректирующей информации используется информация о дальности до наводного мобильного маяка, скорости относительно дна и глубины. Задача сводится к линейному оцениванию при помощи фильтра Калмана с использованием варианта с обратными связями.

Третья глава посвящена результатам ковариационного анализа точности алгоритма коррекции БИНС АПА. Привлекаются реальные характеристики погрешностей датчиков и типовые траектории движения аппарата. Работоспособность алгоритма подтверждается моделированием в реализациях с использованием реальных данных. Ковариационный анализ и моделирование подтверждают работоспособность алгоритма и демонстрируют точность навигационных данных на уровне первых метров.

В четвертой главе рассматриваются способы повышения точности навигационной системы на начальных этапах движения. Описывается калибровка БИНС АПА на поворотном устройстве и результаты его применения. Из-за ограничений, накладываемых конструкцией АПА, невозможно получить оценку всех необходимых параметров, поэтому предлагается специальный режим движения АПА перед погружением с использованием спутниковой навигационной системы (СНС), установленной на борту АПА. Коррекция БИНС АПА в таком режиме происходит при помощи информации от СНС. Эффективность метода демонстрируется результатами ковариационного анализа.

В пятой главе приводится описание метода оценки погрешности определения дальности до наводного мобильного маяка. Дальность определяется на основе алгоритма вычисления расстояния по измеренному времени распространения сигнала. Поэтому точность определения дальности ГАНС напрямую зависит от определения эффективной скорости звука в исследуемом районе. Предлагается добавить погрешность масштабного коэффициента ГАНС в модель погрешности

дальности и в вектор оцениваемых параметров. Таким образом можно сократить количество подготовительных работ перед запуском АПА.

Итогом работы является то, что навигационная системы АПА предложенной структуры позволяет повысить точность навигации в 3 – 5 раз по сравнению с существующими и может быть рекомендована к реализации.

Работа написана ясно: структура логична и продумана. По всем разделам сделаны лаконичные выводы. Достоверность разработанных алгоритмов подтверждена ковариационным анализом.

В диссертационной работе автором корректно применяются методы теоретической механики, инерциальной навигации, теории оценивания динамических систем, теории случайных процессов.

Содержание работы должным образом отражено в публикациях, в том числе в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Существенных недостатков работа не имеет, но могут быть сделаны следующие замечания:

– При проведении исследований в состав инструментальных погрешностей БИНС не введены ошибки масштабных коэффициентов и перекосов входных осей чувствительных элементов;

– В 3 главе при моделировании в реализациях используются реальные данные только для инерциальных датчиков БИНС, но не используются реальные данные лага и глубинометра;

– Для демонстрации преимущества предложенного алгоритма можно было реализовать ковариационный анализ алгоритма счисления пути, который обычно используют в системах навигации АПА, и сравнить полученные результаты для двух разных алгоритмов.

Сделанные замечания не оказывают принципиального влияния на оценку работы.

Таким образом, диссертационная работа Филатовой Г.А. «Навигация автономного подводного аппарата при помощи бескарданной инерциальной навигационной системы» является научно-квалификационной работой,

соответствующей критериям Положения о присуждении ученых степеней ВАК, предъявленным к кандидатским диссертациям по специальности 01.02.01 «Теоретическая механика», а её автор, Филатова Гузель Амировна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Официальный оппонент



01.06.2017

Никитин Илья Вячеславович, кандидат физико-математических наук, заместитель руководителя отдела систем управления бизнес-правилами АО «Тинькофф Банк», 123060, Москва, 1-й Волоколамский проезд, д. 10, стр. 1, +7(495)645-59-09, ilv.nikitin@gmail.com.

Подпись И.В. Никитина удостоверяю

Руководитель
Управления кадрового учёта
АО «Тинькофф Банк»
ПРУССОВА О.В.

01 ИЮН 2017

