

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
Московского авиационного института
(национального исследовательского
университета)



профессор

Ю.А. Равикович

2017 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» о диссертации Филатовой Гузели Амировны на тему: «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

Диссертация Г.А.Филатовой посвящена решению задачи навигации автономного подводного аппарата (АПА) при помощи бескарданной инерциальной навигационной системы (БИНС). Различные прикладные задачи, возлагаемые на АПА, требуют во многих случаях точного определения местоположения не только в режиме постобработки навигационной информации, но и в реальном времени. В связи с этим актуальна разработка методов и средств точной подводной навигации. В России работы в этой области проводят, в частности, Институт проблем морских технологий ДВО РАН, ЦКБ МТ «Рубин», ФГУП «Крыловский государственный научный центр», АО Концерн «МПО-Гидроприбор», ФГУП «Опытно-конструкторское бюро океанологической техники» РАН, АО ГНПП «Регион», «Московский авиационный институт (научно-исследовательский университет)». Современные навигационные комплексы АПА включают

гидроакустические навигационные системы разного типа, лаги, глубиномеры и инерциальные системы. При этом каждая из навигационных систем в отдельности не всегда обеспечивает высокий уровень точности определения местоположения АПА на характерных траекториях. В этой связи актуальной является задача синтеза алгоритмов комплексной обработки информации (КОИ) от различных датчиков и систем. Целью работы является разработка и исследование свойств алгоритмов КОИ навигационной системы АПА на базе корректируемой БИНС.

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

Во введении указано на актуальность решаемой задачи и её научную новизну. Отмечена практическая значимость работы, в частности, для разработок АПА в Институте проблем морских технологий ДВО РАН им. М.Д. Агеева при участии лаборатории управления и навигации МГУ им. М.В. Ломоносова. Приведен обзор литературы по теме диссертации и представлена структура работы. В качестве замечания по введению следует отметить отсутствие ссылок на используемые источники при обосновании актуальности и научной новизны диссертации.

В первой главе кратко изложена структура исследуемого навигационного комплекса и указан АПА, характеристики которого используются в работе. Однако, особенности выбранного АПА применительно к решаемой задаче раскрыты недостаточно полно.

Во второй главе дано описание используемых алгоритмов БИНС, построенной на базе датчиков, входящих в состав штатной аппаратуры. Получены уравнения ошибок БИНС, включая модель инструментальных погрешностей. Представлено математическое описание задачи коррекции БИНС на основе линейного фильтра Калмана, в том числе выведены уравнения, описывающие корректирующую информацию, и приводится алгоритм коррекции. В качестве замечаний по этой главе следует отметить, что при описании погрешностей корректоров используются их упрощенные

модели, а при описании ошибок угловой ориентации БИНС не учитывается угол крена АПА.

Третья глава посвящена ковариационному анализу точности алгоритма коррекции БИНС методами имитационного моделирования применительно к выбранному АПА. В этой же главе представлены результаты моделирования алгоритма навигации АПА на типовых траекториях с использованием результатов реальных измерений и характеристик измерителей навигационного комплекса. Приведена схема моделирования навигационного комплекса с учетом принятых математических моделей погрешностей подсистем. К замечаниям по этой главе можно отнести отсутствие результатов ковариационного анализа работы алгоритма коррекции БИНС для некоторых компонент вектора состояния, а также отсутствие указаний на условия экспериментального определения погрешностей датчиков угловых скоростей и ньютометров. В выводах по главе (а также по главе 4) не указаны также конкретные точностные характеристики навигационных систем, с которыми автор сравнивает полученные результаты моделирования.

В четвертой главе предложен оригинальный способ повышения точности навигации за счет специально организованного режима работы системы перед погружением. В этом режиме для оценки погрешностей БИНС используется информация от приёмника спутниковой навигационной системы АПА. Результаты ковариационного анализа демонстрируют эффективность предложенного метода. К недостаткам материала главы следует отнести отсутствие указаний на тип оценщика, использованного при калибровке системы как на поворотном устройстве, так и в калибровочном режиме движения АПА перед погружением.

В пятой главе рассмотрен способ оценки погрешности гидроакустической навигационной системы. Эта погрешность зависит от точности определения эффективной скорости звука в воде. Предложенный способ обеспечивает оценку погрешности масштабного коэффициента

гидроакустического измерителя дальности и освобождает от необходимости проведения специальных работ по определению эффективной скорости звука.

В заключении работы автор подытоживает основные полученные в диссертации результаты.

Аннотация и публикации достаточно полно отражают основное содержание диссертации, в которой разработаны и исследованы свойства алгоритмов КОИ навигационной системы АПА на базе корректируемой БИНС.

Указанные в настоящем отзыве замечания не снижают общей теоретической и прикладной значимости диссертационной работы. Диссертация Г.А. Филатовой на тему: «Навигация автономного подводного аппарата при помощи бескарданной инерциальной навигационной системы», представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, соответствует требованиям пп. 9-11 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (с изменениями на 21.04.2016), а её автор, Филатова Г.А., заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – Теоретическая механика.

Отзыв одобрен на заседании кафедры «Автоматизированные комплексы систем ориентации и навигации» Московского авиационного института (национального исследовательского университета) МАИ (протокол №5 от 25 мая 2017 г.).

Заведующий кафедрой
«Автоматизированные комплексы систем
ориентации и навигации» МАИ, доктор
технических наук, профессор.



Б.С. Алешин

Исполнитель
Черноморский А.И., тел. +7 (499) 158-43-59, email: kaf305@mai.ru