

**АНАЛИЗ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ФИЛЬТРА КАЛМАНОВСКОГО ТИПА  
К НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ МОДЕЛИ ПОГРЕШНОСТИ ГИРОСКОПОВ ПРИ  
КАЛИБРОВКЕ КОРАБЕЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ**

**Полухина Д.А.** (ИТМО), **Исаев А.М.** (ИТМО, АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»),  
**Литвиненко Ю.А.** (ИТМО, АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»).

**Введение.** При решении задач обработки навигационной информации широкое применение получили построенные в рамках калмановского подхода [1] оптимальные в среднеквадратическом смысле алгоритмы. Для их проектирования необходимо привлечение информации статистического характера о параметрах моделей для оцениваемого вектора состояния и погрешностях измерений. Недостоверность этих данных приводит к несовпадению вырабатываемой в алгоритме матрицы ковариаций погрешностей оценивания с её действительными значениями, что может снизить точность выработки оценок неизвестных параметров или вовсе привести к расходимости алгоритма фильтрации.

Таким образом при проектировании алгоритмов в рамках калмановского подхода неизбежно возникает задача анализа их чувствительности. Суть этой задачи заключается в исследовании зависимости получаемых результатов от отклонений используемых расчетных параметров от их действительных значений [2]. Для решения задач анализа потенциальной точности и исследования чувствительности в работе [3] разработана универсальная Matlab-программа. В настоящем докладе с использованием этого математического программного обеспечения рассматривается конкретная практическая задача.

Целью настоящей работы является анализ чувствительности фильтра калмановского типа (ФКТ), реализованного в инерциальной навигационной системе (ИНС), к неопределённости погрешности масштабного коэффициента модели погрешности горизонтных гироскопов. Считается, что ФКТ настроен на параметры, значения которых могут существенно отличаться от действительных значений параметров модели погрешности масштабного коэффициента.

**Анализ чувствительности.** В рассматриваемом АКТ для описания динамики системы привлекаются уравнения ошибок ИНС платформенного типа с принудительным вращением стабилизированной платформы [4]. Модель погрешности масштабного коэффициента, заложенная в ФКТ, представляет собой сумму случайной константы и медленноменяющегося марковского процесса первого порядка. Время моделирования составляет 40 ч. Считается, что первые 6 ч. ИНС работает в корректируемом режиме, т.е. в качестве измерений в ФКТ используется позиционная и скоростная информация от спутниковой навигационной системы. Далее, всё оставшееся время, - в автономном режиме, в котором в качестве измерений в АКТ привлекается лишь информация о скорости от относительного лага. При проведении моделирования действительное среднеквадратическое отклонение (СКО), соответствующее как постоянной, так и случайной составляющим модели погрешности масштабного коэффициента задаются поочередно в 1-10 раз больше, чем соответствующие им СКО, заложенные в модель ФКТ.

**Выводы.** В результате проведённых исследований проанализирована чувствительность фильтра Калмана, реализованного в ИНС платформенного типа, к неопределённости погрешности масштабного коэффициента модели погрешности горизонтных гироскопов. Получены графики зависимостей погрешностей выходных параметров ИНС к расстройке ФКТ в части масштабных коэффициентов гироскопов. Проведённое исследование в том числе позволяет определить уровень неопределённости погрешности масштабного коэффициента, при котором погрешности выходных параметров исследуемой ИНС не превышают заданные значения.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-19-00626,  
<https://rscf.ru/project/23-19-00626/>.*

**Список использованных источников:**

1. Степанов О.А. Основы теории оценивания с приложениями к задачам обработки навигационной информации / изд. 3-е, исправленное и дополненное. Ч. 1. Введение в теорию оценивания, СПб.:ГНЦ РФ АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2017. 509 с.
2. Степанов О.А. Основы теории оценивания с приложениями к задачам обработки навигационной информации. Часть 2. Введение в теорию фильтрации. Санкт-Петербург: АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2017.
3. Степанов О.А., Кошаев Д.А. Универсальные MATLAB-программы анализа потенциальной точности и чувствительности алгоритмов линейной нестационарной фильтрации.//Гироскопия и навигация. 2004. -№2, -С.81-94.
4. И.Б. Вайсгант, Ю.А. Литвиненко Зависимость погрешностей платформенных инерциальных систем от широты места.// Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2002. № 9. С. 43