

52230-2004. Отклик на вибрационные воздействия в диапазоне до 500 Гц показан на рисунке 2. На амплитудно-частотной характеристике наблюдается пик на частоте порядка 400 Гц, что говорит о попадании собственной резонансной частоты блока в диапазон входных вибрационных воздействий, что недопустимо.

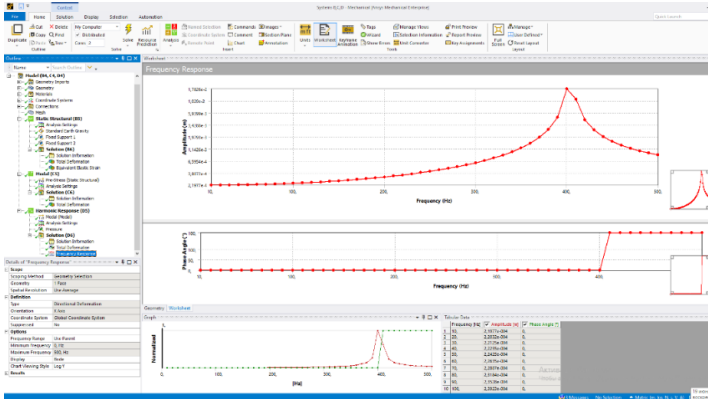


Рисунок 2 – Амплитудно-частотная характеристика конструкции

Таким образом, выполненный анализ показывает необходимость применения дополнительных мер по виброзащите конструкции.

Список использованных источников

1. Зеленский В.А., Овакимян Д.Н., Серпуховитов С.С. Анализ виброустойчивости печатной платы полетного контроллера / Сборник трудов «Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций». – Самара: ООО «Артель», 2021. С. 123-125.

Зеленский Владимир Анатольевич, д.т.н., профессор каф. КТЭСиУ, vaz-3@yandex.ru.

Овакимян Давид Николович, директор Центра беспилотных систем, dd55@bk.ru

Кириллов Владимир Сергеевич, магистрант гр. 6131-110403D, vskirilov2015@yandex.ru

УДК 681.518.2

АЛГОРИТМ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ НАВИГАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ В ПОЛЕТНОМ КОНТРОЛЛЕРЕ

В.А. Зеленский, Д.Н. Овакимян, В.С. Кириллов, М.В. Капалин
«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

Ключевые слова: сигма-точечный фильтр Калмана, расширенный фильтр Калмана, полетный контроллер, угловые координаты

Целью работы является разработка алгоритма, минимизирующего ошибку определения угловых координат полетным контроллером. Представлен алгоритм комплексирования навигационных сигналов на основе модификации сигма-точечного фильтра Калмана (UKF) [1].

В работе использовался пакет `robot_localization` для ROS, в котором реализован классический UKF, а также пакет MAVROS, предоставляющий информацию с датчиков. Совместное использование ROS и MAVROS создает хорошую платформу для быстрой разработки прикладных приложений. Алгоритм комплексирования представлен на рисунке 1.

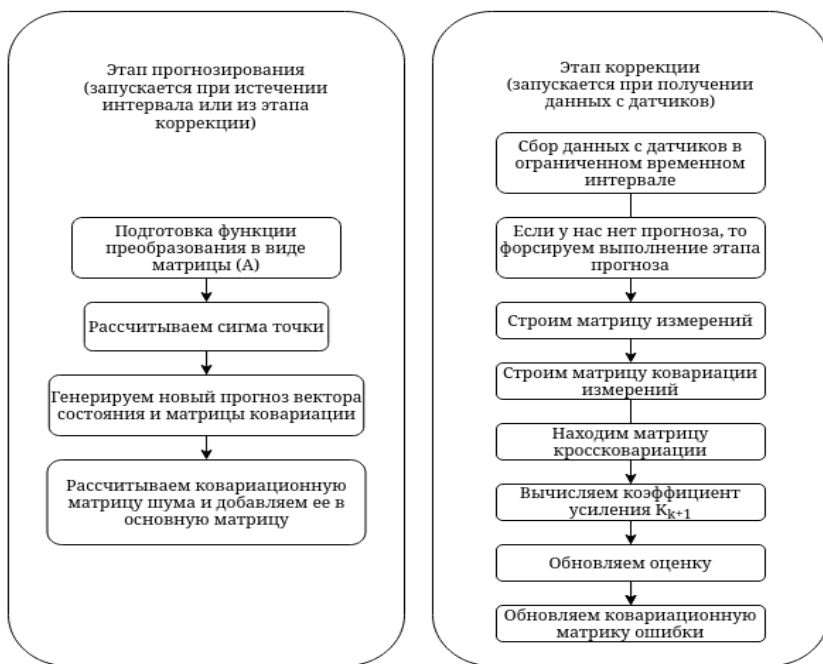


Рисунок 1 – Алгоритм комплексирования навигационных сигналов

Использование метода «Unscented Transform» позволило минимизировать ошибку линеаризации при многомерном разложении в ряд Тэйлора и отбрасывании всех членов этого ряда, начиная со второго [2]. Эта операция необходима для уменьшения вычислительной сложности алгоритма. Однако, такой подход приводит к увеличению ошибки. Сравнительный анализ основных характеристик модифицированного сигма-точечного фильтра Калмана (UK) и расширенного фильтра Калмана (EKF) представлены в таблице 1.

UKF обеспечивает меньшую ошибку определения угловых координат, но требует больше времени на вычисления. В режиме маневрирования каждый из фильтров имеет свои достоинства и недостатки, а в режиме свободного парения преимущество имеет модифицированный сигма-точный фильтр Калмана.

Таблица 1 – Время вычисления и ошибка угла ориентации

	Время вычисления, мс	Ошибка, град.
EKF	3,15	0,859
Модифицированный UKF	17,27	0,032

Список использованных источников

1. Biswas S.K., Southwell B. Dempster A.G., Performance analysis of Fast Unscented Kalman Filters for Attitude Determination / IFAC-PapersOnLine, 2018, том. 51, выпуск 1, с. 697-701.

2. Зеленский В.А., Капалин М.В. Сигма-точный фильтр Калмана в задачах навигации беспилотных летательных аппаратов / Сборник трудов ВНТК «Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций», Самара: ООО «Артель», 2022. – С. 74 – 76.

Зеленский Владимир Анатольевич, д.т.н., профессор каф. КТЭСиУ, zelenskiy.va@ssau.ru
Овакимян Давид Николович, директор Центра беспилотных систем, dd55@bk.ru
Кириллов Владимир Сергеевич, магистрант гр. 6131-110403D, vskirilov2015@yandex.ru
Капалин Максим Вадимович, аспирант каф. КТЭСиУ, vaz-3@yandex.ru

УДК 621.396

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА БОРТОВЫХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

П.П. Бем, Д.В. Матвеев

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

Бортовые радиоэлектронные устройства (БРЭУ) являются важной частью оборудования, используемого на борту авиационных, космических и морских транспортных средств. Качество и надежность этих устройств играют ключевую роль в обеспечении безопасности и эффективности транспорта. Поэтому прогнозирование показателей качества БРЭУ является критически важной задачей для инженеров и специалистов в этой области.

Прогнозирование показателей качества БРЭУ может быть достигнуто с помощью использования различных методов и технологий. Одним из наиболее распространенных методов является математическое моделирование. В этом случае инженеры и специалисты строят математические модели устройств, используя данные о производственных