

УДК 519.254

Учет разнотемповости и пропадания данных измерительных систем при выборе наиболее достоверного источника информации в измерительных комплексах

Радюкин Александр Юрьевич

radyukin@bmstu.ru

Масленников Андрей Леонидович^(*)

amas@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В работе рассматривается проблема учета разнотемповости и пропадания данных в измерительных системах при выборе наиболее достоверного источника информации в измерительных комплексах (ИК). Используется математическая ИК, состоящая из измерительных систем (ИС) трех типов. Выбор наиболее достоверного источника информации осуществляется при комплексировании информации с использованием федеративного фильтра Калмана. Рассматриваются сценарии комплексирования информации при функционировании ИС, с разной частотой выдачи измерительной информации, а также при наличии пропадания измерений.

Ключевые слова: измерительный комплекс, комплексирование, федеративный фильтр Калмана, разнотемповость, пропуски измерений

Введение. Измерительные комплексы (ИК) представляют собой сложнее инженерные системы, обеспечивающие разнообразные измерения и оценки параметров объектов [1]. Комплексирование информации от нескольких ИС в процессе работы комплекса может повысить точность оценки и, следовательно, увеличить надежность получаемых наблюдений. Вариации алгоритмов комплексирования могут использоваться в различных задачах обработки информации в измерительных и навигационных комплексах [2–4].

На практике часто могут возникать ситуация, когда различные ИС, входящие в состав ИК, имеют различную частоту выдачи измерений. Также существуют вероятность пропадания измерений от той или иной ИС в процессе работы. Все эти факторы требуют дополнительного учета при реализации алгоритмов комплексирования [5].

Методы и материалы; результаты. Модель ИК состоит из ИС трех типов, каждый из которых представлен в составе комплекса в трех экземплярах. Каждый тип оценивает свой набор элементов вектора состояния объекта наблюдения. Для осуществления выбора наиболее достоверного источника информации предлагается использовать селективный механизм комплексирования на основе федеративного фильтра Калмана. Он состоит из нескольких локальных фильтров Калмана (ЛФК), которые выполняют оценку измерений каждой ИС в отдельности, а также одного мастер фильтра. Внутри мастер фильтра на каждом такте работы комплекса выбирается наиболее достоверный источник информации в соответствии с используемым критерием. В рамках данной работы используется критерий на основе поиска для каждого измеряемого па-

раметра источника с наименьшей дисперсией измерений из диагональных элементов ковариационных матриц ошибок, полученных ЛФК [4].

В изначальном варианте предложенный критерий подразумевает, что частоты выдачи данных всех ИС и частота работы мастер фильтра одинаковые. Для учета разнотемповости в исходный критерий предлагается добавить механизм забывания. В соответствии с ним в алгоритм вводится дополнительный весовой коэффициент. На него умножаются ковариационные матрицы, полученные с помощью ЛФК, за счет чего более старые измерения имеют меньший приоритет. Учет пропадания измерений обеспечивается методом линейной экстраполяции.

Для проверки работоспособности предложенного подхода были проведены вычислительные эксперименты, включающие оценку вектора состояния объекта каждой ИС и решении задачи комплексирования в условиях разнотемповости и пропадания измерений. Моделировалось несколько сценариев: выдача данных ИС и работа мастер фильтра происходит на близких частотах, частоты выдачи данных всех ИС и мастер фильтра сильно отличаются. Также каждый из сценариев дополнялся пропаданием на несколько тактов моделирования данных случайной ИС.

Заключение. В работе рассмотрена проблема учета разнотемповости и пропадания данных в ИС при комплексировании данных. По результатам вычислительных экспериментов было установлено, что механизм забывания позволяет несколько уменьшить ошибку оценки характеристик объекта, а добавление экстраполяции компенсировать кратковременное пропадание измерений.

Список источников

- [1] Радюкин А.Ю., Масленников А.Л. Математическая модель комплекса обнаружения воздушных целей с комплексированием данных от различных источников информации. *Авиакосмическое приборостроение*, 2024, № 12, с. 29–42.
<https://doi.org/10.25791/aviakosmos.12.2024.1449>
- [2] Даниленко Н.В., Масленников А.Л., Долгова Ю.С. Селективный механизм решения задачи ориентации с реализацией на одноплатном компьютере Raspberry Pi. *Авиакосмическое приборостроение*, 2025, № 1, с. 32–43.
<https://doi.org/10.25791/aviakosmos.1.2025.1455>
- [3] Цыганкова И.С., Масленников А.Л. Комплексирование навигационной информации ГНСС по нескольким информационным источникам. *Journal of Advanced Research in Technical Science*, 2020, вып. 19, с. 66–70.
<https://doi.org/10.26160/2474-5901-2020-19-66-70>
- [4] Радюкин А.Ю., Масленников А.Л. Критерии селективного выбора наиболее достоверного источника информации в измерительных комплексах. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2025, № 5 (161).
<https://doi.org/10.18698/2308-6033-2025-5-2449>
- [5] Kordestani M., Dehghani M., Moshiri B., Saif M. A new fusion estimation method for multi-rate multi-sensor systems with missing measurements. *IEEE Access*, 2020, vol. 8, pp. 47522–47532. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2979222>