

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ РАСШИРЕННОГО ФИЛЬТРА КАЛМАНА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ ДО ИСТОЧНИКА РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ

Бызов А.Н.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Петров Ю.В.

Открытое акционерное общество Научно-Технический Центр «Завод Ленинец», Россия

E-mail: bisonwishmaster@gmail.ru

Аннотация — Рассмотрен расширенный фильтр Калмана (EKF — Extended Kalman Filter) для задачи повышения оперативности и точности оценки дальности до источника радиоизлучения (ИРИ).

1. Введение

Задаче повышения достоверности определения дальности до источника радиоизлучения (ИРИ) уделяется много внимания. Решение этой задачи необходимо как в военных, так и в гражданских (поиск пропавших) целях. Координаты ИРИ определяются, путем совместной обработки пеленгационной информации о пространственном и навигационном положении самого бортового пеленгатора. Определение координат осуществляется через определение текущей наклонной или горизонтальной дальности (в плоскости земли), дальности летательный аппарат (ЛА) — цель. Для этого могут быть использованы различные методы обработки информации: угломестный или триангуляционный. Однако применения этих методов затрудняется наличием ошибки в пеленгационной информации.

2. Основная часть

Для уменьшения ошибок пеленгации воспользуемся расширенным фильтром Калмана, алгоритм которого описан в [1]. Этот фильтр позволяет учесть взаимосвязь между измеренным вертикальным и горизонтальным пеленгом и полученной дальностью. Для этого необходимо не только вычисления предсказаний, но и вычисления матрицы переходов на каждом шаге фильтрации. При этом стоит учесть, что дальность до источника радиоизлучения находится косвенным методом за счет включения взаимосвязей в алгоритм фильтрации.

Экстраполяция матрицы состояния системы:

$$X_i = F_i * X_{i-1} + U_i.$$

Расчет матрицы предсказаний производится следующим образом

$$U_i = \begin{bmatrix} \Delta\alpha \\ \Delta\varphi \\ \Delta D \end{bmatrix};$$

$$\Delta\alpha = \frac{V_g \cdot \sin(\alpha_{i-1})}{D_{i-1} \cos(\varphi_{i-1})};$$

$$\Delta\varphi = \frac{V_g \cdot \cos(\alpha_{i-1}) \cdot \sin(\varphi_{i-1})}{D_{i-1}};$$

$$\Delta D = -V_g \cdot \cos(\alpha_{i-1}) \cdot \cos(\varphi_{i-1}).$$

Расчет матрицы перехода

$$U_i = \begin{bmatrix} 1 & \alpha_\varphi & \alpha_D \\ \varphi_\alpha & 1 & \varphi_D \\ D_\alpha & D_\varphi & 1 \end{bmatrix};$$

$$\alpha_\varphi = \frac{V_g \cdot \sin(\alpha_{i-1}) \cdot \sin(\varphi_{i-1})}{D_{i-1} (\cos(\varphi_{i-1}))^2};$$

$$\alpha_D = \frac{V_g \cdot \sin(\alpha_{i-1})}{(D_{i-1})^2 \cos(\varphi_{i-1})};$$

$$\varphi_\alpha = -\frac{V_g \cdot \sin(\alpha_{i-1}) \cdot \sin(\varphi_{i-1})}{D_{i-1}};$$

$$\varphi_D = -\frac{V_g \cdot \cos(\alpha_{i-1}) \cdot \sin(\varphi_{i-1})}{(D_{i-1})^2};$$

$$D_\alpha = V_g \cdot \sin(\alpha_{i-1}) \cdot \cos(\varphi_{i-1});$$

$$D_\varphi = V_g \cdot \cos(\alpha_{i-1}) \cdot \sin(\varphi_{i-1}),$$

где V_g — горизонтальная скорость ЛА; α_i — горизонтальный угол пеленга; φ_i — вертикальный угол пеленга; D_i — дальность до цели.

Сравним эффективность применения фильтра Калмана и метода непосредственных измерений (по результатам наблюдения вертикального пеленга и высоты находится оценка дальности). Для этого произведем математическое моделирование при различных СКО ошибки пеленгации.

Результаты моделирования приведены на рис. 1.

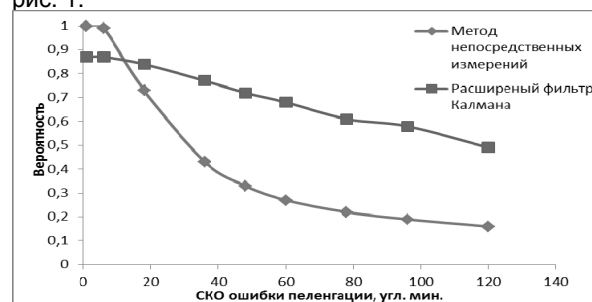


Рис. 1

3. Заключение

Применение расширенного фильтра Калмана значительно повышает вероятность правильного определения дальности.

4. Список литературы

- [1] Сейдж Э. Теория оценивания и ее применение в связи и управлении / Э. Сейдж, Дж. Мелс. — М.: Связь, 1976. — 496 с.
- [2] Седунов Э.И. Метод учета статической ошибки пеленгации наземного источника излучения с борта ЛА // Э.И. Седунов, П.В. Харитонов // Мат. конф. «Навигация, наведение и управление летательными аппаратами». — Москва-Раменское: ГНЦ РФ ФГУП «ГосНИИАС», 2012. — С. 47 — 50.

ANALYSIS OF THE EXTENDED KALMAN FILTER USAGE FOR THE RADIO SOURCE DISTANCE DETERMINATION

Byzov A.N.

Scientific adviser: Petrov Yu.V.

Scientific center "ZAVOD LENINETZ", Russia

Abstract — The usage of the extended Kalman Filter is proposed for improving the efficiency and accuracy of the distance estimation for the radio sources.