

Доклад на тему: Потенциальная точность системы слежения за объектами датчиками различных физических полей с комплексированием наблюдений



**Сергиенко Дмитрий Геннадьевич
Лютин Владимир Иванович**

Актуальность работы

Актуальность работы обусловлена всё возрастающим применением систем обеспечения безопасности мест скопления людей и техники, что приводит к необходимости совершенствования систем автоматического слежения за выделенными объектами различного назначения.

Цель исследований – синтез алгоритма автоматического слежения за выбранным объектом с применением комплексирования известных средств слежения в различных диапазонах длин волн собственных и отражённых излучений и оценка точности автоматического слежения.

Объект исследований – комплексированная система автоматического слежения в различных физических полях и диапазонах длин волн собственных и отражённых излучений.

Предмет исследований – оценка возможностей технической реализации и оценка качества автоматических комплексированных средств слежения в различных физических полях и диапазонах длин волн собственных и отражённых излучений.

Решаемые задачи

- синтез алгоритма и структуры комплексированной системы автоматического слежения в различных физических полях и диапазонах длин волн собственных и отражённых излучений;
- анализ качества комплексированной системы автоматического слежения в различных физических полях и диапазонах длин волн собственных и отражённых излучений.

Алгоритм определения апостериорных вероятностей дискретных параметров, оценки (фильтрации) непрерывного параметра, и определения дисперсии оценки непрерывного параметра:

$$P_{ps}(\mu_k^n) = C_k \cdot \prod_{m=1}^{M_n} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \cdot \chi_k(\mu_k^m) \cdot D_k^{-1} \cdot \chi_k(\mu_k^m) \right\}, \quad n = \overline{1, N}$$

$$\hat{\lambda}_k = \lambda_k^\ominus + \sum_{n=1}^N \pi_n \mu_{k_n} \Big| \mu_{k-1_n} \cdot \chi_k(\mu_k^n) \cdot \sum_{m=1}^{M_n} P_{ps}(\mu_k^m) \cdot \Pi_{\lambda}(\lambda_k^\ominus, \mu_k^n)$$

$$d_k = \sum_{m=1}^{M_n} \sum_{n=1}^N P_{ps}(\mu_k^m) \left[\left\{ \frac{D_k \cdot \Pi_{\lambda}(\lambda_k^\ominus, \mu_k^m)}{1 - D_k \cdot \overline{\Pi_{\lambda\lambda}}(\lambda_k^\ominus, \mu_k^m)} + \lambda_k^\ominus - \hat{\lambda}_k \right\}^2 + \chi_k(\mu_k^m) \right]$$

$$\chi_k(\mu_k^n) \cdot D_k / \left[1 - D_k \cdot \overline{\Pi_{\lambda\lambda}}(\lambda_k^\ominus, \mu_k^n) \right]$$

$D_k = d_0 + R_{\lambda}^2 \cdot d_{k-1}$ – дисперсия экстраполированной оценки непрерывного параметра

Асимптотическая дисперсия оценки непрерывного параметра при условии

$$D_k^{-1} \ll \prod_{\lambda}'' \left. \begin{matrix} \lambda_k^{\vartheta} \\ \mu_k^{\eta} \end{matrix} \right\} \text{ равна } d_k \cong \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N P_{ps} \left. \begin{matrix} \lambda_k^{\vartheta} \\ \mu_k^{\eta} \end{matrix} \right\} \frac{1}{\prod_{\lambda}'' \left. \begin{matrix} \lambda_k^{\vartheta} \\ \mu_k^{\eta} \end{matrix} \right\}}$$

Асимптотический алгоритм оценивания непрерывного параметра для стационарного режима наблюдения, наступающего после захвата объекта на автосопровождение

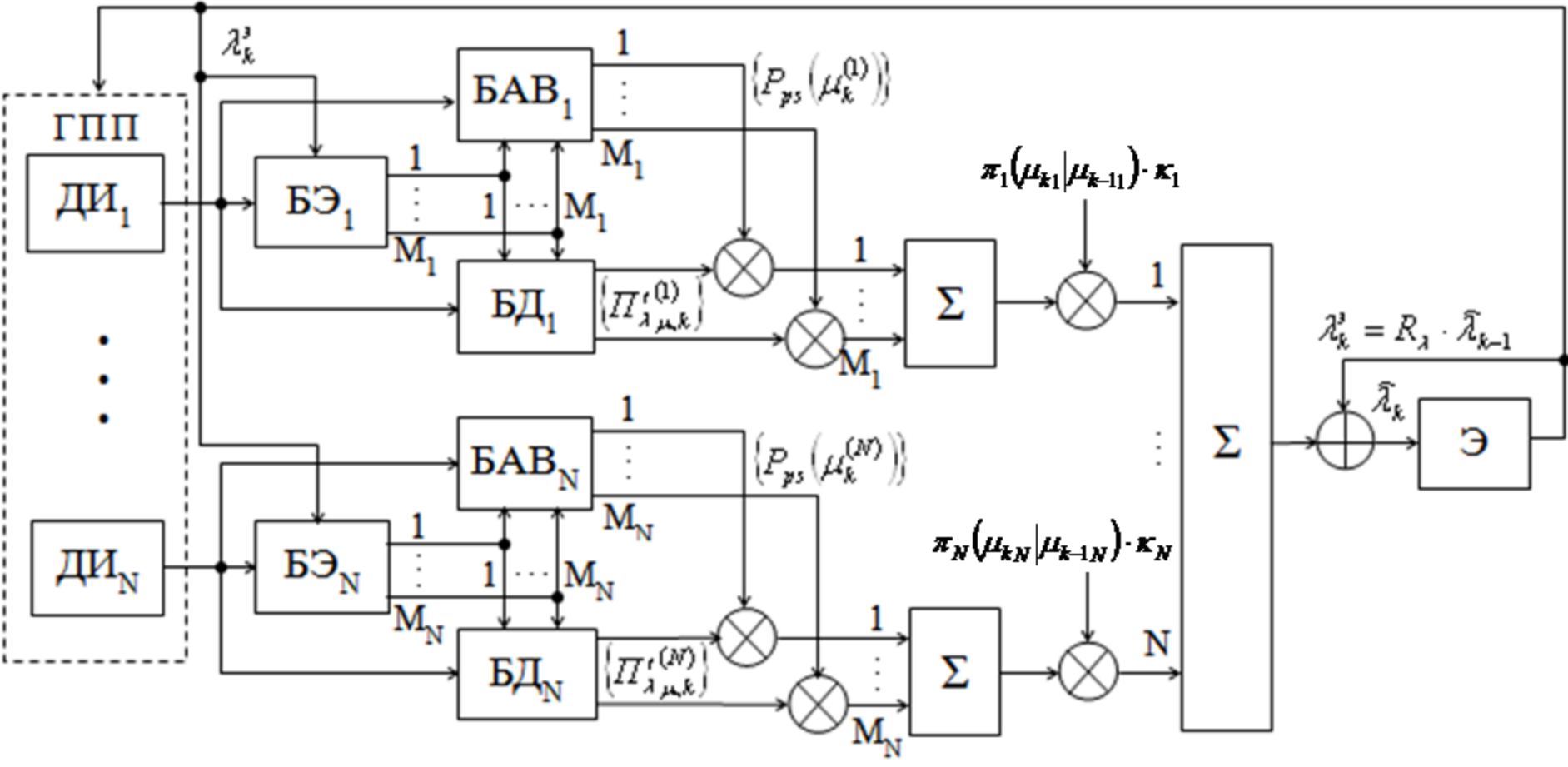
$$\hat{\lambda}_k = \lambda_k^{\vartheta} + \sum_{n=1}^N \kappa_n \cdot \pi_n \left. \begin{matrix} \lambda_k^{\vartheta} \\ \mu_k^{\eta} \end{matrix} \right\} \mu_{k-1n} \left[\sum_{m=1}^M P_{ps} \left. \begin{matrix} \lambda_k^{\vartheta} \\ \mu_k^{\eta} \end{matrix} \right\} \prod_{\lambda}'' \left. \begin{matrix} \lambda_k^{\vartheta} \\ \mu_k^{\eta} \end{matrix} \right\} \right]$$

Апостериорные вероятности дискретных параметров

$$P_{ps} \left. \begin{matrix} \lambda_k^{\vartheta} \\ \mu_k^{\eta} \end{matrix} \right\} \exp \left[\prod_k \left. \begin{matrix} \lambda_k^{\vartheta} \\ \mu_k^{\eta} \end{matrix} \right\} \right] \left[\sum_{m=1}^M \exp \left[\prod_k \left. \begin{matrix} \lambda_k^{\vartheta} \\ \mu_k^{\eta} \end{matrix} \right\} \right] \right]^{-1}, \quad n = \overline{1, N}$$

Оценка непрерывного параметра формируется как весовая сумма сигналов рассогласования с весами, равными апостериорным вероятностям обнаружения объекта в различных физических полях.

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО СЛЕЖЕНИЯ С КОМПЛЕКСИРОВАНИЕМ НАБЛЮДЕНИЙ



Вероятность удержания оптической оси комплексированной системы слежения в пределах видимой проекции объекта

$$P_c = \left[\frac{1}{2} - \Phi_0 \left(\frac{\Delta \varphi_g}{\sigma_\lambda \cdot \delta} \right) \right] \cdot \left[\frac{1}{2} - \Phi_0 \left(\frac{\Delta \varphi_v}{\sigma_\lambda \cdot \delta} \right) \right]$$

$$\delta_k^2 = \frac{P}{1 + R_\lambda^2 \cdot \delta_{k-1}^2 - 1} + z + \frac{1 - P}{1 + R_\lambda^2 \cdot \delta_{k-1}^2 - 1}$$

– относительная апостериорная дисперсия оценки непрерывного параметра

$\Delta \varphi_g, \Delta \varphi_v$ – угловые размеры видимой проекции объекта по двум взаимно перпендикулярным направлениям на плоскости изображения (по вертикали и горизонтали);

Вероятность обнаружения объекта комплексированной системой датчиков

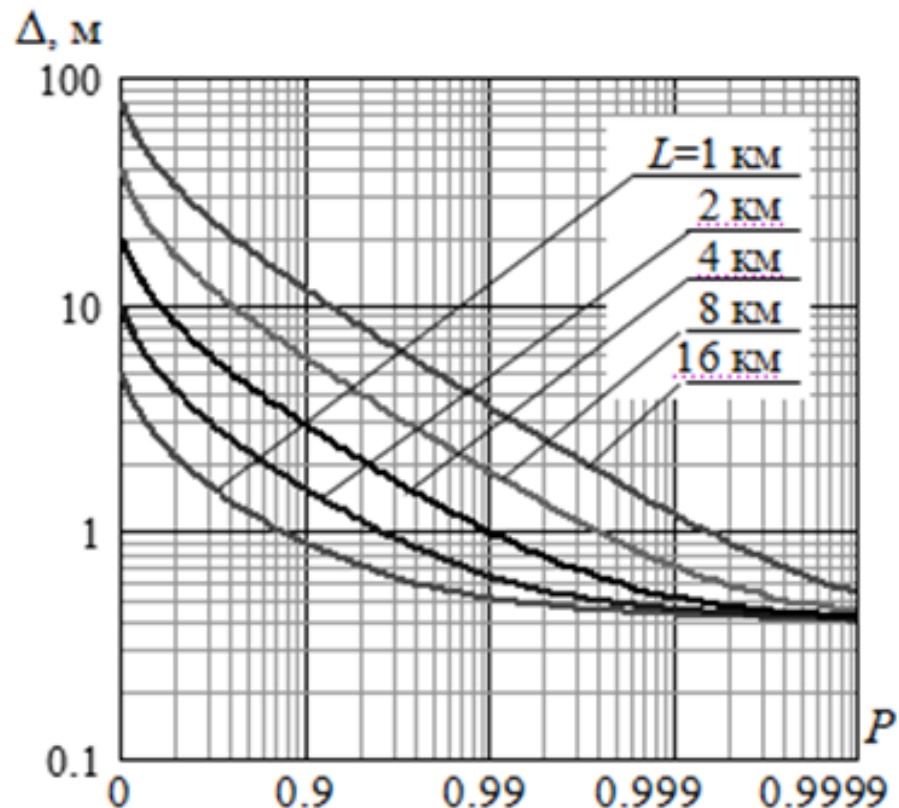
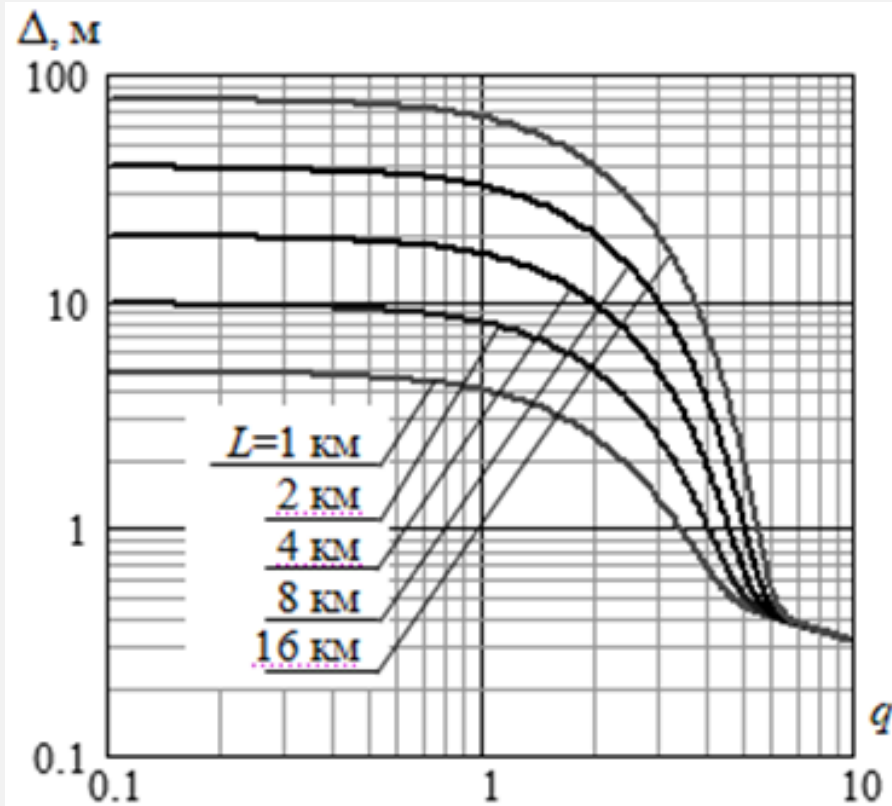
$$P = 0,5 - \Phi_0 \left(u - \sum_{n=1}^N q_n \right)$$

Если для одного из каналов известна вероятность обнаружения объекта (или сигнала), то при заданной вероятности ложной тревоги определяется недостающий параметр обнаружения, используемый при расчёте точности наведения

$$q_N = \Phi_0^{-1} \left(0,5 - P_N \right) - 0,5 \quad \text{и} \quad P_N = 0,5 - \Phi_0 \left(0,5 - P_N + q_N \right)$$

ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ТОЧНОСТЬ БЛА С КОМПЛЕКСИРОВАННЫМИ СРЕДСТВАМИ НАБЛЮДЕНИЯ

Зависимости ошибок слежения при различных дальностях наблюдения: от параметра обнаружения объекта; от вероятности обнаружения объекта



Общий промах $\Delta_o = \sqrt{\Delta_c^2 + \Delta^2}$

Δ_c - собственный промах управляемого БЛА

1. Оптимальный способ объединения результатов наблюдения объекта в замкнутых комплексированных системах автоматического слежения заключается в формировании единого сигнала управления поворотом совмещённой оптической оси вслед за объектом как результата весового суммирования сигналов рассогласований, вырабатываемых каждой из систем наблюдения.
2. Установлено, что в системах автоматического слежения всегда можно определить минимальное значение параметра обнаружения, при котором точность слежения не зависит от дальности наблюдения объекта.
3. Высокое качество слежения достигается за счёт увеличения числа каналов наблюдения с невысокими показателями качества, что является проявлением синергетического эффекта: совместным наблюдением нескольких датчиков с невысокими показателями качества возможно слежение за плохо видимым или преднамеренно замаскированным объектом, чего не удаётся достичь применением одного высококачественного датчика.