

Stochastic Control of the External Sling of a Fire Helicopter

M. Yu. Rachkov, michyur@gmail.com✉,
Moscow Polytechnic University, Moscow, 115280, Russian Federation

Corresponding author: **Rachkov Mikhail Yu.**, D. Sc., Professor,
Moscow Polytechnic University, Moscow, 115280, Russian Federation,
e-mail: michyur@gmail.com

Received on February 02, 2017

Accepted on March 02, 2017

The paper describes the motion modeling of a fire helicopter with an external sling and a spillway device. The mathematical model of the fire helicopter with an external sling takes into account the effect of the stochastic disturbances for the sling caused by the rotor vibrations, gusts of wind and convection flows in the fire zone. The stochastic optimal control is synthesized with minimal sling oscillations and control power for its implementation. The solution is obtained due to dynamic programming. The resulting optimal control does not depend on the mass of a spillway device, but it is a function of a sling length. Thus, because of the changing sling length during motion, the length should be measured together with the sling deviation angle and the intensity of the stochastic disturbances. The temporal evolution of the system solution is done for various disturbance intensities. The computer calculation results are presented as a function of the suspension length and the intensity of the stochastic disturbances. Analysis of the results shows that the sling length affects significantly the value of the control signal, especially at high levels of the disturbances. A structure of the helicopter stochastic control system is proposed. It makes it possible to control oscillation of the external sling within an acceptable range. The system includes an oscillation angle, a sensor of the stochastic disturbance intensity and the sling length sensor. Thus, the helicopter control can be obtained through changing the thrust magnitude of the main and tail helicopter rotors.

Keywords: computer modeling, optimal control, stochastic disturbance, fire helicopter

For citation:

Rachkov M. Yu. Stochastic Control of the External Sling of a Fire Helicopter, *Mekhatronika, Avtomatizatsiya, Upravlenie*, 2017, vol. 18, no. 9, pp. 637–641.

DOI: 10.17587/mau.18.637-641

References

1. **Kutay A. T., Calise A. J., Idan M., Hovakimyan N.** Experimental Results on Adaptive Output Feedback Control Using a Laboratory Model Helicopter, *IEEE Trans. on control systems technology*, 2005, vol. 13, no. 11, pp. 196–202.
2. **Arcara P., Bittanti S., Lovera M.** Active control of vibrations in helicopters by periodic optimal control, *Proc. of the IEEE Int. Conf. on Control Applications*, Hartford, CT, 1997, pp. 730–735.

3. **Chernousko F. L., Kolmanovsky V. B.** *Optimalnoe upravlenie pri sluchajnyh vozmushcheniyah* (Optimal control by stochastic disturbances), Moscow, Fizmatlit, 1978, 352 p. (in Russian).

4. **Asovskij V. P.** *Nauchnyj Vestnik Moskovskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta Grazhdanskoj Aviacii*, 2009, no. 138, pp. 143–149 (in Russian)

5. **Rachkov M., Marques L., De Almeida A.** Stochastic control of helicopter suspended load position, *Mathematical and Computer Modelling of Dynamical Systems Methods*, 2007, vol. 13, no. 2, pp. 115–124.

6. **Rachkov M. Yu., Harin D. V.** 18 *Nauchno-Tekhn. Konf. po Ehkstremalnoj Robototekhnike*, Sankt-Peterburg, 2007, pp. 254–258 (in Russian).

7. **Matlab 2015.** The Mathworks Inc., available at: <https://www.mathworks.com/>

УДК 629.7.051.86

DOI: 10.17587/mau.18.641-647

Ю. Д. Кислицын, канд. техн. наук, зам. генерального директора, ki@gosniias.ru,
И. Ф. Хисматов, канд. техн. наук, нач. сектора, ihsn@gosniias.ru,
Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем, г. Москва

Оценка вероятности визирования объектов при автоматическом выходе летательного аппарата на рубеж обнаружения

Рассматривается случайное событие автоматической выставки оптической оси бортовой системы визирования беспилотного летательного аппарата при автоматическом наведении в точку обнаружения заданного в полетном задании объекта. Определяются нижняя и верхняя границы вероятности попадания наземного объекта в пределы углового поля.

Ключевые слова: координатор, визирование, наведение, погрешности, вероятность, летательный аппарат, обнаружение

Введение

Построение современных авиационных комплексов визирования наземных объектов основано на применении "смотрящих" оптико-электронных

систем [1–2], принципы функционирования которых реализуют покадровую цифровую обработку информации фокальных матричных приемников оптического излучения в диапазонах длин волн, соответствующих окнам прозрачности атмосферы.

$\alpha_{ИСН}$ — составляющая ошибки, вызванная погрешностями углового летательного аппарата;

$\alpha_{ГСН}$ — составляющая ошибки, вызванная погрешностями обработки целеуказания координатором визирной системы;

α_k — суммарная погрешность угловой ориентации координатора относительно точки интереса;

$O_{PЗ}$ — положение рубежа обнаружения;

$O_{ИЗД}$ — истинное положение летательного аппарата около рубежа обнаружения;

$ТИ$ — истинное положение точки интереса;

$ТИ_P$ — положение точки интереса, определяемое с учетом погрешностей систем воздушно-космического мониторинга;

$D_{PЗ}$ — заданная дальность рубежа селекции от истинного положения точки интереса;

D — дальность летательного аппарата в момент селекции;

$r_{\alpha_{ИСН}}$ — вектор погрешности, определяемый ошибками углового положения летательного аппарата;

$r_{\alpha_{ВС}}$ — вектор погрешности, определяемый ошибками обработки целеуказания координатора визирной системы;

$r_{PЗ}$ — вектор погрешностей вывода летательного аппарата на рубеж селекции;

$r_{ТИ}$ — вектор погрешностей определения географических координат точки интереса средствами воздушно-космического мониторинга;

$r_{ТИ}$ — вектор суммарной погрешности положения точки интереса относительно оптической оси координатора.

Требуется определить вероятность P_k — вероятность события, при котором точка интереса попадает в угловое поле координатора на рубеже обнаружения.

Описание метода оценки нижней и верхней границ вероятности P_k

Перед изложением метода решения задачи следует уточнить, что процесс функционирования средств воздушно-космического мониторинга также характеризуется навигационными погрешностями положения в точке регистрации эталонного изображения, задаваемого в качестве координат рубежа распознавания в полетном задании. Однако данные погрешности влияют только на изменения ракурса наблюдения объекта интереса, которыми можно пренебречь в большинстве случаев, так как навигационные погрешности средств воздушно-космического мониторинга, как правило, по модулю значительно меньше дальности съема эталонов.

Вектор $r_{ТИ}$ (рис. 1) суммарной погрешности положения оптической оси координатора на рубеже

распознавания относительно точки интереса определяется суммой:

$$r_{ТИ} = r_{PЗ} + r_{ТИ} + r_{\alpha_{ГСН}} + r_{\alpha_{ВС}}$$

Предположим, что каждый из векторов погрешностей может быть определен в проекциях на оси нормальной земной системы координат, характеризуемых нормальным распределением с известными числовыми характеристиками. Таким образом, в земной системе координат может быть задан эллипсоид рассеивания, определяющий область расположения суммарного вектора погрешности с заданной вероятностью. Как правило, координаты всех погрешностей коррелированы между собой, поэтому главные оси эллипсоида рассеивания суммарной погрешности не совпадают с осями земной системы координат.

Погрешность α_k визирования объекта интереса, выраженная в угловой мере, может быть определена по информации о дальности D рубежа обнаружения и о длине $|r_{КТИ}|$ проекции вектора суммарной погрешности $r_{ТИ}$ на картинную плоскость, перпендикулярную оптической оси координатора:

$$\alpha_k = |r_{КТИ}|/D,$$

где D — случайная скалярная величина с математическим ожиданием m_D и дисперсией D_D ; $|r_{КТИ}|$ — скалярная случайная величина, характеризующая условными числовыми характеристиками в зависимости от углового положения координатора.

Определение дисперсии положительной случайной величины α_k возможно после линеаризации выражения для ее вычисления:

$$\alpha_k \approx \frac{m_r}{m_D} + \frac{\partial \alpha_k(m_r, m_D)}{\partial r} (r - m_r) + \frac{\partial \alpha_k(m_r, m_D)}{\partial D} (D - m_D),$$

где $r = |r_{КТИ}|$; m_r и m_D — математические ожидания соответственно r и D .

После дифференцирования получаем

$$\alpha_k \approx \frac{m_r}{m_D} + \frac{1}{m_D} (r - m_r) - \frac{m_r}{m_D^2} (D - m_D).$$

Тогда дисперсия $D[\alpha_k]$ величины α_k определяется следующим выражением:

$$D[\alpha_k] \approx \frac{1}{m_D^2} D[r] + \frac{m_r^2}{m_D^4} D[D],$$

где $D[r]$ и $D[D]$ — дисперсии величин r и D соответственно.

Второе слагаемое последнего выражения имеет второй порядок малости по сравнению с первым и

в оценочных расчетах им можно пренебречь, а величину D принимать неслучайной. Тогда для дисперсии $D[\alpha_k]$ можно записать:

$$D[\alpha_k] = \frac{1}{D^2} D[r].$$

Характер случайного рассеивания координат вектора $\mathbf{r}_{\text{КТИ}}$ определяется размерами полуосей эллипса, получающегося сечением эллипсоида рассеивания суммарной векторной погрешности $\mathbf{r}_{\text{ТИ}}$ картинной плоскостью. Задача определения условных числовых характеристик проекции вектора $\mathbf{r}_{\text{ТИ}}$ на картинную плоскость имеет решение, позволяющее получить полную информацию о них в диапазоне условий выхода на рубеж обнаружения (время полета до выхода, углы ориентации связанной и визирной систем координат, дальность и др.). Однако ввиду необходимости учета большого числа параметров такая задача имеет сложное решение.

Вместе с этим, для получения оценочных значений вероятности P_k достаточно решить задачу определения ее нижней и верхней границ. Решение такой задачи возможно после принятия следующих допущений:

- эллипсоид рассеивания суммарной погрешности $\mathbf{r}_{\text{ТИ}}$ заменяется шаром;
- математические ожидания координат всех погрешностей нулевые;
- все погрешности не коррелированы между собой.

Переход к круговому рассеиванию величины $\mathbf{r}_{\text{ТИ}}$ осуществляется на основании замены эллипсоидов рассеивания каждой из ее векторных составляющих $\mathbf{r}_{\text{РЗ}}$, $\mathbf{r}_{\text{РТИ}}$, $\mathbf{r}_{\alpha\text{ГСН}}$ и $\mathbf{r}_{\alpha\text{ВС}}$ на шары. При этом для оценки нижней границы вероятности P_k рассматриваются шары с радиусами, равными длинам больших полуосей соответствующих эллипсоидов, а для оценки верхней границы — с радиусами, равными длинам меньших полуосей.

При таких допущениях в картинной плоскости получаем круговое рассеивание вектора $\mathbf{r}_{\text{КТИ}}$, характеризуемое дисперсией его координат, соответствующей дисперсиям проекций суммарной векторной погрешности на оси земной системы координат. Поэтому числовые характеристики вектора $\mathbf{r}_{\text{КТИ}}$ совпадут с характеристиками вектора $\mathbf{r}_{\text{ТИ}}$.

Для того чтобы изображение точки интереса было расположено в пределах размеров приемника оптического излучения координатора, необходимо выполнение условия, при котором случайная величина α_k примет значение, удовлетворяющее неравенству

$$\alpha_k < \omega_{\text{ВК}},$$

где $\omega_{\text{ВК}}$ — половинный размер углового поля координатора визирной системы в одном из каналов, имеющем меньший угловой размер.

Так как дальность D в оценочных расчетах можно принимать неслучайной величиной, а числовые характеристики вектора $\mathbf{r}_{\text{КТИ}}$ совпадают с характеристиками вектора $\mathbf{r}_{\text{ТИ}}$, то событие попадания изображения точки интереса в пределы углового поля координатора можно описать условием

$$|\mathbf{r}_{\text{ТИ}}| < \omega_{\text{ВК}} D.$$

В условиях принятых допущений (круговое рассеивание) длина вектора $\mathbf{r}_{\text{ТИ}}$ распределена в соответствии с законом Релея с параметром $\sigma_{\mathbf{r}_{\text{ТИ}}}$, определяемым в соответствии с выражением

$$\begin{aligned} \sigma_{\mathbf{r}_{\text{ТИ}}} &= \sqrt{D_1 + D_2 + D_3 + D_4} = \\ &= \sqrt{D_{\mathbf{r}_{\text{РЗ}}} + D_{\mathbf{r}_{\text{РТИ}}} + D_{\mathbf{r}_{\alpha\text{ИНС}}} + D_{\mathbf{r}_{\alpha\text{ВС}}}}. \end{aligned}$$

где D_1 — дисперсия $D_{\mathbf{r}_{\text{РЗ}}}$ распределения координат вектора $\mathbf{r}_{\text{РЗ}}$;

D_2 — дисперсия $D_{\mathbf{r}_{\text{РТИ}}}$ распределения координат вектора $\mathbf{r}_{\text{РТИ}}$;

D_3 — дисперсия $D_{\mathbf{r}_{\alpha\text{ИНС}}}$ распределения координат вектора $\mathbf{r}_{\alpha\text{ИНС}}$;

D_4 — дисперсия $D_{\mathbf{r}_{\alpha\text{ВС}}}$ распределения координат вектора $\mathbf{r}_{\alpha\text{ВС}}$.

Тогда вероятность события, при котором $|\mathbf{r}_{\text{ТИ}}| < \omega_{\text{ВК}} D$, может быть определена исходя из закона распределения Релея с помощью выражения

$$P_k = P(|\mathbf{r}_{\text{ТИ}}| < \omega_{\text{ВК}} D) = 1 - \exp\left(-\frac{(\omega_{\text{ВК}} D)^2}{2\sigma_{\mathbf{r}_{\text{ТИ}}}^2}\right).$$

Дисперсии $D_{\mathbf{r}_{\alpha\text{ИНС}}}$ и $D_{\mathbf{r}_{\alpha\text{ВС}}}$ распределений координат векторов $\mathbf{r}_{\alpha\text{ИНС}}$ и $\mathbf{r}_{\alpha\text{ВС}}$ определяются выражениями

$$D_{\mathbf{r}_{\alpha\text{ИНС}}} = D_{\alpha\text{ИНС}} D^2, \quad D_{\mathbf{r}_{\alpha\text{ВС}}} = D_{\alpha\text{ВС}} D^2,$$

где $D_{\alpha\text{ИНС}}$ — дисперсия ошибок инерциально-спутниковой системы наведения при определении углового положения летательного аппарата; $D_{\alpha\text{ВС}}$ — дисперсия ошибок отработки углов целеуказания координатором визирной системы.

Анализ выражения для P_k позволяет сделать заключение о характере ее зависимости от углового поля координатора и дальности рубежа обнаружения: с увеличением этих величин вероятность растет, с уменьшением — падает. Таким образом, для обеспечения одного и того же уровня вероятности летательный аппарат, оснащенный визирной системой с меньшим угловым полем, должен быть выведен на большую дистанцию перед объектом интереса. И наоборот, большее угловое поле координатора обеспечивает меньшие дальности расположения рубежа обнаружения.

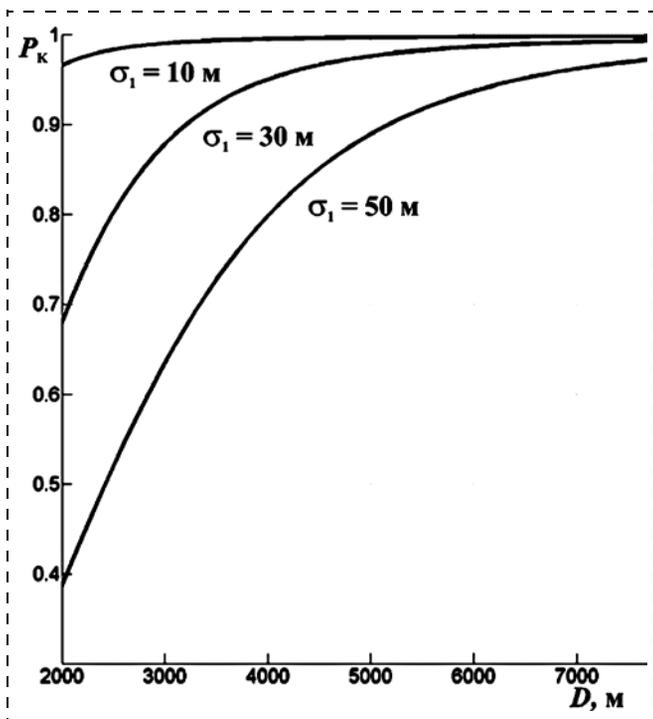


Рис. 2. Вероятность попадания точки интереса в угловое поле координатора при $\sigma_{\alpha ИСН} = 0,1^\circ$ и $\sigma_{\alpha ВС} = 0,4^\circ$

На рис. 2, 3 представлены графики, иллюстрирующие характер зависимости вероятности P_k от дальности рубежа обнаружения и среднего квадратического отклонения навигационных погрешностей (в линейных координатах) вывода на него летательного аппарата.

Рис. 2, 3 показывают существенную зависимость вероятности попадания объекта интереса в угловое поле визирной системы от дальности. Следовательно, для получения высокой достоверности регистрации изображения искомого объекта визирной системой летательного аппарата, наводящегося на рубеж обнаружения в автоматическом режиме, необходимо применять камеры с такими характеристиками, которые обеспечивают наблюдение на больших дальностях.

Построение прикладных методик определения вероятности попадания объектов интереса в угловое поле камеры будет зависеть от состава доступной исходной информации о точностных характеристиках бортового навигационного комплекса летательного аппарата, а также от требований к достоверности получаемых оценок.

Заключение

В статье показаны лишь основные принципиальные положения, предлагаемые для оценки вероятности попадания объектов интереса в угловое поле камеры при автоматическом наведении лета-

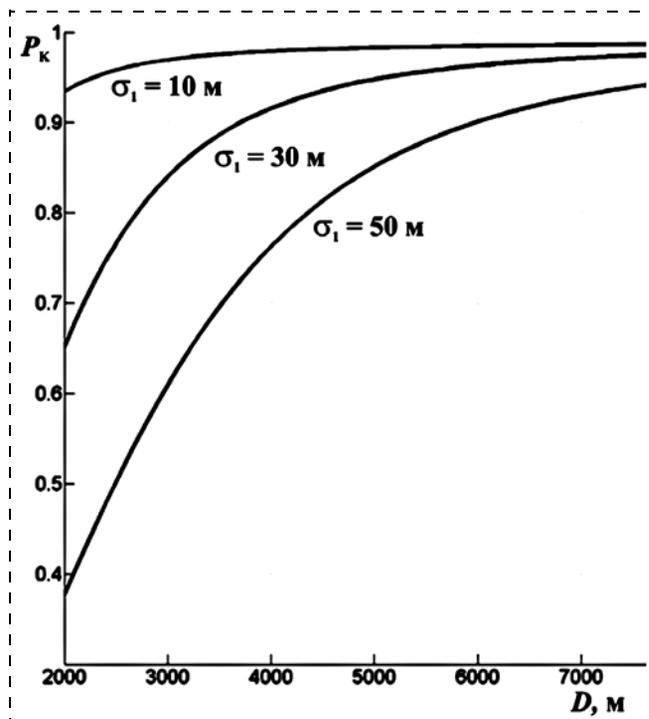


Рис. 3. Вероятность попадания точки интереса в угловое поле координатора при $\sigma_{\alpha ИСН} = 0,3^\circ$ и $\sigma_{\alpha ВС} = 0,4^\circ$

тельного аппарата на рубеж обнаружения. Они могут быть положены в основу методик анализа функционирования визирных систем при селекции заданного множества объектов интереса в различных условиях автоматического полета летательного аппарата.

Например, количественно эффективность функционирования теле-тепловизионной системы наведения может быть оценена с помощью обобщенного показателя — вероятности наведения P_H летательного аппарата в заданную точку с погрешностью не более заданного значения, что вытекает из принципов системного анализа сложных систем [4]. Обобщенным называется комплексный показатель качества, позволяющий определять эффективность функционирования системы и принимать решение о степени соответствия ее характеристик своему конечному целевому назначению.

Характерной особенностью автоматической селекции объектов по эталонным изображениям является наличие погрешностей в оцененном положении точки интереса на растре координатора, обусловленных погрешностями функционирования алгоритмов автоматического распознавания в условиях, отличных от условий формирования эталона. При селекции точки интереса с последующими процессами выдачи целеуказания и наведения в заданном направлении обобщенный показатель качества функционирования теле-тепловизионной

системы наведения P_H может быть определен исходя из следующего выражения:

$$P_H = P_{СЦ} P_{КН} + (1 - P_{СЦ}) P_{ИСН},$$

где $P_{СЦ}$ — вероятность автоматической селекции точки интереса по эталонной информации с погрешностью не более заданного порогового значения; $P_{КН}$ — вероятность наведения (с погрешностью не более заданного) летательного аппарата по информации о координатах выделенной при селекции точки интереса; $P_{ИСН}$ — вероятность наведения летательного аппарата с погрешностью не более заданного по информации инерциально-спутниковой системы навигации.

Предполагается, что при превышении погрешности автоматической селекции заданного порога происходит достоверный срыв захвата, и бортовой навигационный комплекс переходит на режим наведения летательного аппарата по информации инерциально-спутниковой системы.

Вероятность автоматической селекции $P_{СЦ}$ точки интереса по эталонной информации может быть определена с учетом формулы полной вероятности, через вероятность P_K попадания объекта интереса в угловое поле координатора, т. е.

$$P_{СЦ} = P_K P_p(\Delta\alpha \in S_{ТИ}),$$

где $P_p(\Delta\alpha \in S_{ТИ})$ — вероятность события, при котором растровые координаты $\Delta\alpha$, определенные в результате функционирования алгоритма селекции, попадут в область $S_{ТИ}$ вокруг точки интереса.

Описанные в статье положения метода оценки качества селекции объектов интереса были применены в ФГУП "ГосНИИАС" при отработке образца авиационной теле-тепловизионной системы наведения на стендах математического и полунатурного моделирования интегрированной модульной базы моделирования бортовых авиационных комплексов [5].

Список литературы

1. **Опико-электронные** системы авиационного вооружения: учеб. пособ. Ч. 2. Основы устройства, разработки, исследований и испытаний опико-электронных систем / Под. ред. А. М. Краснова. М.: Изд. ВВИА им. проф. Н. Е. Жуковского, 2004. 591 с.
2. **Тарасов В. В., Якушенко Ю. Г.** Инфракрасные системы "смотрящего типа". М.: Логос, 2004. 444 с.
3. **Хисматов И. Ф.** Проблемы наземных испытаний теле- и тепловизионных систем конечного наведения методами полунатурного моделирования // Актуальные вопросы исследований в авионике: теория, обслуживание, разработки. Сб. науч. ст. по материалам докл. III Всероссийской НПК "АВИАТОР" (11–12 февраля 2016 г.). Т. 1. Воронеж: ВУНЦ ВВС "ВВА", 2016. С. 113–117.
4. **Эксплуатация** комплексов авиационного вооружения / Под ред. Буравлева А. И. М.: ВВИА им. проф. Н. Е. Жуковского, 2005.
5. **Хисматов И. Ф., Кислицын Ю. Д.** Принципы построения комплексов полунатурного моделирования в целях оценки качества авиационных опико-электронных систем конечного наведения "смотрящего" типа // Всероссий. науч.-техн. конф. школа-семинар "Передача, прием, обработка и отображение информации о быстропротекающих процессах". Сб. докл. М.: Издательский дом Академии имени Н. Е. Жуковского, 2015. С. 384–396.
6. **Хисматов И. Ф.** Концепция построения систем имитации инфракрасного излучения наземной фоновой обстановки для управляемых авиационных средств поражения // Науч.-практ. конф. "Актуальные проблемы защиты и безопасности". Сб. докл. Т. 1. Вооружение и военная техника. СПб.: РАРАН, 2013. С. 515–520.

Assessment of the Object's Sighting Probability during an Automatic Reach of the Radar Range Perimeter by an Aircraft

Ju. D. Kislicyn, ki@gosniias.ru✉, I. F. Hismatov, ihsm@gosniias.ru,
State Research Institute of Aviation Systems, Moscow

Corresponding author: **Kislicyn Jury D.**, Ph. D., Assistant Manager General,
State Research Institute of Aviation Systems, Moscow, Russian Federation,
e-mail: ki@gosniias.ru

Received on May 29, 2017

Accepted on June 08, 2017

The topic of the article is the aircraft optical-electronic systems for land-based objects sighting; those systems employ algorithms for solving of the problem of automatic discrimination of the objects defined by the mission input data according to the reference information. Random inaccuracies of the navigational data automatically reaching the radar range perimeter of the aircraft as well as inaccuracies of an adequate aspect angle development from the side of the sighting coordinator lead to the fact that an object entering into a camera's field angle has a random character. This fact has a decisive influence on the effectiveness of the use of an aircraft complex of integral guidance in respect to the specified object. For this reason, the probability estimate problem of object sighting by an airplane system in case of automatic reaching the radar range perimeter is topical and significant. The probability of an event, in which the object entering into the coordinator field angle on the radar range perimeter is specified by an equivalent probability of the event, in which the inaccuracy module of the coordinator's angular orientation with reference to a target does not exceed the value of a half of the coordinator's angular field in the vertical passage. The object sighting probability dependences of the coordinator's field angle and the radar range perimeter's distance are the following: the dependence rises with an increase of these values and falls with their decrease. An aircraft with the sighting system of a smaller field angle must be placed at a larger distance in front of the object for support of the same probability

level. And, vice versa, a larger field angle of the coordinator supports a smaller distance of the radar range perimeter's location. The dependence of the probability of the object entering into limits of the sighting system field angle of distance is presented. The results of the article can become a basis for the techniques of analysis of a sighting system's functioning in discrimination of an object's defined multitude in different conditions of the aircraft automatic flight.

Keywords: coordinator, sighting, guidance, inaccuracy, probability, aircraft, detection

For citation:

Kislicyn Ju. D., Hismatov I. F. Assessment of the Object's Sighting Probability during an Automatic Reach of the Radar Range Perimeter by an Aircraft, *Mekhatronika, Avtomatizatsiya, Upravlenie*, 2017, vol. 18, no. 9, pp. 641–647.

DOI: 10.17587/mau.18.641-647

References

1. **Krasnov A. M.** ed. *Optiko-jelektronnye sistemy aviacionnogo vooruzhenija. Ch. 2. Osnovy ustrojstva, razrabotki, issledovanij i ispytanij optiko-jelektronnyh sistem* (Optical-electronic systems of the air armament. The text edition. Part 2. The basis of composition, research and test of optical-electronic systems), Moscow, Publishing house of VVIA im. prof. N. E. Zhukovskogo, 2004, 591 p. (in Russian).

2. **Tarasov V. V., Jakushenkov Ju. G.** *Infrakrasnye sistemy "smotrjashhego tipa"* (Infrared system "looking type"), Moscow, Logos, 2004, 444 p. (in Russian).

3. **Hismatov I. F.** *Problemy nazemnyh ispytanij tele- i teplovizionnyh sistem konechnogo navedenija metodami polunaturnogo modelirovanija* (Problems of ramp test of the terminal guidance's tele-thermal imaging systems by techniques of the in-line simulation), *Aktual'nye voprosy issledovanij v avionike: teorija, obsluzhivanie, razrabotki* (Actual questions of researches into avionics: the theory, service, developments), Sb. nauch. st. po materialam dokl. III Vserossijskoj NPK "AVIATOR" (11–12 February 2016), vol. 1,

Voronezh, Publishing house of VUNC VVS "VVA", 2016, pp. 113–117 (in Russian).

4. **Buravlev A. I.** ed. *Jekspluatacija kompleksov aviacionnogo vooruzhenija* (The exploitation of the air armament complex), Moscow, Publishing house of VVIA im. prof. N. E. Zhukovskogo, 2005 (in Russian).

5. **Hismatov I. F., Kislicyn Ju. D.** *Principy postroenija kompleksov polunaturnogo modelirovanija v celjah ocenki kachestva aviacionnyh optiko-jelektronnyh sistem konechnogo navedenija "smotrjashhego" tipa* (Principles of the construction of the in-line simulation complexes with a view to grade estimation of aircraft terminal guidance's optical-electronic systems "looking type"), *Vserossijskaja nauchno-tehnicheskaja konferencija shkola-seminar "Peredacha, priem, obrabotka i otobrazhenie informacii o bystroprotekajushhijh processah (Delivery, reception, adaptation and image of the information about high-speed process)"*, Moscow, Publishing house of VVIA im. prof. N. E. Zhukovskogo, 2015, pp. 384–396 (in Russian).

6. **Hismatov I. F.** *Koncepcija postroenija sistem imitacii infrakrasnogo izluchenija nazemnoj fonocelovej obstanovki dlja upravljajemyh aviacionnyh sredstv porazhenija* (The conception of the construction of infrared light's simulation system of the ground target environment for driven aircraft means of destruction), *Nauchno-prakticheskaja konferencija "Aktual'nye problemy zashhity i bezopasnosti (Actual problems of defence and safety)"*. Sbornik dokladov, vol. 1. Vooruzhenie i voennaja tehnika, S. Pb., RARAN, 2013, pp. 515–520 (in Russian).



28 ноября 2017 г. в ГК "ИЗМАЙЛОВО" (г. Москва) состоится

Восьмая Межотраслевая конференция

"АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА-2017"

Основные направления конференции:

- Актуальные задачи автоматизации в промышленности.
- Современные информационные технологии для повышения уровня эффективности, экономичности и промышленной безопасности предприятий.
- Информационно-управляющие системы промышленной автоматизации (АСУТП, АСОДУ, ERP, CRM, MES, АСКУЭ, АИЙСКУЭ, ПАЗ, РЗА, SCADA).
- Автоматизация и системы менеджмента электроснабжения промышленных предприятий.
- Практический опыт внедрения информационных систем на предприятиях машиностроения, энергетики, металлургии, нефтегазовой, оборонной и других отраслей промышленности.
- Управление информационной безопасностью промышленных предприятий.
- Проблемы защиты информации в промышленных системах управления.
- Технологии и технические средства систем производственного контроля и мониторинга.
- Современные решения в области контрольно-измерительной техники.
- Программные средства поддержки проектирования.
- Системы управления нормативно-справочной информацией.

Председатель оргкомитета:

Ермаков Алексей Владимирович — т.: + 7 (905) 567-8767 e-mail: admin@intecheco.ru

факс: + 7 (495) 737-7079 e-mail: admin@intecheco.ru

Сайт конференции: <http://www.intecheco.ru/asutp/index.html>