

Метод оценивания устойчивости радиопередачи летательным аппаратом в условиях сложной помеховой обстановки

А. С. Власов, С. С. Патраков

Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского

Аннотация. Цель данной статьи заключается в разработке методов оценивания устойчивости радиопередачи летательными аппаратами в условиях сложной помеховой обстановки. Авторы рассматривают проблему возможной интерференции сигналов от беспилотных средств мониторинга в чрезвычайных ситуациях и предлагают алгоритмы информационного радиопередачи и метод оценивания устойчивости информационного обмена для повышения достоверности контроля состояния авиационных комплексов. Данная статья рассматривает метод оценивания устойчивости радиопередачи летательными аппаратами в условиях сложной помеховой обстановки. Авторы выделяют актуальность этой проблемы в контексте увеличения числа беспилотных средств мониторинга, что может привести к интерференции между ними из-за схожих подходов и частотных ресурсов.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, информационный радиопередача, авиационный комплекс

I. ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития сил выявления и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) промышленного и природного происхождения отмечается устойчивый рост насыщенности подразделений авиационными и наземными радиопередаваемыми беспилотными средствами мониторинга обстановки.

С учетом этого обстоятельства, а также того, что производители средств мониторинга обстановки в зоне ЧС зачастую используют одинаковые подходы, одну и ту же базу комплектующих, одинаковые частотные ресурсы (диапазоны) для организации каналов радиопередачи и передачи данных, все более вероятной становится ситуация, при которой различные средства мониторинга, работающие в районе ЧС, начнут создавать друг другу помехи за счет интерференции сигналов, работы в одном частотном диапазоне и т. д.

Это обуславливает тот факт, что в настоящее время при разработке и создании авиационных комплексов (АК) все большее внимание уделяется устойчивости информационного радиопередачи (ИО) в условиях сложной помеховой обстановки, когда на вход приемного устройства летательного аппарата поступают не только легитимный сигнал, но и сигналы с параметрами, одинаковыми с параметрами полезного сигнала, за исключением параметров, переносящих полезную информацию [1].

Повышение помехозащищенности существующих АК в условиях сложной помеховой обстановки может быть обеспечено за счет применения специальных алгоритмов ИО.

Вышесказанное обуславливает актуальность решения задачи разработки алгоритмов ИО в АК в условиях сложной помеховой обстановки, основанных на выявлении дополнительных.

II. СХЕМА МЕТОДА

Информационный радиопередача в АК в условиях сложной помеховой обстановки представляет собой сложный динамический процесс. Он состоит как из линейных подпроцессов, которые целесообразно моделировать аналитически, так и из подпроцессов, характеризующихся нелинейностью и неопределенностью поведения, большим количеством переменных, неочевидными зависимостями между переменными, для которых аналитическое решение крайне сложно найти, а иногда оно и вовсе отсутствует. Поэтому для анализа таких подпроцессов можно использовать другую технологию – имитационное моделирование [3].

В ходе исследований была разработана аналитическая модель ИО в АК в сложных условиях помеховой обстановки, представляющая собой следующую систему уравнений:

исходные данные: $f_n, \beta, \theta, U, \varepsilon, q, a, H_0$.

$$V = V_0 + q \cdot t, \quad (1)$$

$$V_x = V \cdot \cos(\beta), \quad (2)$$

$$V_y = V \cdot \sin(\beta), \quad (3)$$

$$W_x = \sqrt{V_x^2 - U^2 \sin^2 \varepsilon} + U \cdot \cos \varepsilon, \quad (4)$$

$$W_y^2 = V_y^2, \quad (5)$$

$$W = \sqrt{W_x^2 + W_y^2}, \quad (6)$$

$$H = S_y = H_0 + (V_0 + \frac{q \cdot t}{2}) \cdot \sin(\beta) \cdot t, \quad (7)$$

$$S_x = a + \left[\sqrt{\left(V_0 + \frac{q \cdot t}{2} \right)^2 \cdot \cos^2(\beta) - U^2 \sin^2 \varepsilon} + U \cdot \cos \varepsilon \right] \cdot t, \quad (8)$$

$$L = \sqrt{r^2 + S_x^2}, \quad (9)$$

$$a_0 = \arctg \frac{r}{S_x}, \quad (10)$$

$$a(t) = \frac{W_x}{r} \cdot t, \quad (11)$$

$$S_x(S_0, O) = \sqrt{L^2 + r^2 + 2 \cdot r \cdot L \cdot \sin(a - a_0)}, \quad (12)$$

$$y = \arctg \left(\frac{S_y}{S_x(S_0, O)} \right), \quad (13)$$

$$W_R = \frac{W \cdot \cos \theta}{\cos(\gamma - \beta)}, \quad (14)$$

$$f_d = - \left(\frac{f_H}{c} \right) \cdot W_R, \quad (15)$$

где V_0 – начальная скорость летательного аппарата (ЛА); U – скорость ветра; q – ускорение; β – угол взлета (снижения) ЛА; θ – угол между проекциями на земную плоскость вектора $\vec{W}$ путевой скорости и вектора $\vec{r}$ – радиолуча принимаемого колебания; γ – угол наклона радиолуча к поверхности земли; α – угол сноса (УС) – угол, заключенный между направлениями вектора истинной $\vec{V}$ и путевой $\vec{W}$ скоростей; ε – угол ветра (УВ) – угол, заключенный между направлениями вектора путевой скорости $\vec{W}$ и вектора скорости ветра $\vec{U}$; S – дальность от пункта управления до ЛА; H_0 – высота старта ЛА относительно уровня моря; H – высота полета ЛА; a – расстояние от пункта управления до точки старта.

На основе аналитической модели в программной среде AnyLogic была разработана имитационная модель ИО АК в условиях сложной помеховой обстановки. Разработанная имитационно-аналитическая модель отличается от существующих тем, что в ней учитывается Доплеровский сдвиг несущей частоты сигнала в целях обнаружения помехи.

Эта статья обсуждает важность обеспечения устойчивости радиоуправления летательными аппаратами в условиях сложных помех. Она подчеркивает, что с ростом числа беспилотных средств мониторинга в чрезвычайных ситуациях существует риск интерференции сигналов и помех. Для решения этой проблемы статья предлагает использовать

специальные алгоритмы информационного обмена (ИО) и выявления помех.

Разработали аналитическую и имитационную модели для анализа информационного обмена и выявления помех в летательных аппаратах. В результате применения предложенного метода, вероятность обнаружения помехи достигает значения не менее 0,99, что улучшает помехозащищенность существующих систем.

Дальнейшие перспективы исследования направлены на разработку практических рекомендаций для реализации предложенного метода устойчивости ИО в авиационных комплексах в сложных помеховых условиях.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Существующие методы некриптографической защиты информации, передаваемой в радиоканале современных АК от помех, обеспечивают вероятность обнаружения помехи не выше 0,75. Для повышения вероятности обнаружения помехи в работе предложен метод оценивания устойчивости ИО на основе отслеживания частоты Доплера сигнала и помехи, реализация которого позволила достичь показателя помехозащищенности не ниже 0,99.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Макаренко С.И. Анализ средств и способов противодействия беспилотным летательным аппаратам. Часть 4. Функциональное поражение сверхвысокочастотным и лазерным излучениями // Системы управления, связи и безопасности. 2020. No 3. С. 175. DOI: 10.24411/2410-9916-2020-10304.
- [2] Бянкин А.А., Патраков С.С. Определение качества информационного обмена в комплексе с беспилотными летательными аппаратами // Сборник трудов по результатам 73-й Всероссийской научно-технической конференции, посвященной Дню радио. 2018. С. 215.
- [3] Патраков С.С., Лоскутов А.И., Шестопалова О.Л. (2014). Интеллектуальная информационно-диагностическая система оценивания технического состояния бортовой аппаратуры космических аппаратов при подготовке их к запуску. // Информационно-управляющие системы, (2), 18-24. извлечено от <https://i-us.ru/index.php/ius/article/view/13419>.