

УДК 623.62

Построение математической модели процесса воздействия маскирующих помех на системы опознавания

Леньшин Андрей Валентинович – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина». E-mail: andrey-lenshin@yandex.ru.

Лебедев Виктор Владимирович – адъюнкт военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина». E-mail: vic078@rambler.ru.

Адрес: 394052, г. Воронеж, ул. Краснознаменная, 153.

Аннотация: В работе проанализированы цели, решаемые задачи и методы подавления систем опознавания в условиях радиоэлектронного информационного конфликта. Приведена модель системы опознавания как объекта радиоэлектронного подавления (РЭП). Построена математическая модель воздействия прицельных маскирующих помех на системы опознавания в виде уравнений радиоэлектронного противодействия, определены пространственно-временные условия применения маскирующих помех генераторного типа. Определены виды применяемых помех и их параметры в рассматриваемой математической модели. Рассмотрены подходы к оценке эффективности подавления систем опознавания. Показано, что рассмотренные в статье показатели позволяют оценить эффективность процесса РЭП приемных устройств средств систем опознавания, а построенная математическая модель определяет требования к техническим характеристикам, стратегии использования и условиям применения средств РЭП для обеспечения требуемой эффективности.

Ключевые слова: система опознавания, модель, маскирующая помеха, оценка эффективности.

Системы государственного радиолокационного опознавания (системы «свой-чужой») представляют собой аппаратно-программный комплекс для автоматического определения принадлежности обнаруженных воздушных, морских и наземных объектов по принципу «свой-чужой» или определения других признаков полезных объектов (например, номера и полетной информации). Система государственного опознавания (СГО) предназначена для обеспечения заданной (проектной) эффективности вооружения и исключения ошибочного поражения своего объекта, а также контроля воздушного пространства и управления воздушным движением (УВД). Опознавание осуществляется с помощью запросчиков и ответчиков, криптографической аппаратуры и устройств автоматической блокировки оружия при ошибочном прицеливании по своему объекту [1].

СГО, отсутствие или несовершенство которой дорого обходится в боевой обстановке, – важнейшая составная часть всей системы вооружений. СГО предназначена для обеспечения заданной (проектной) эффективности вооружения, исключения ошибочного поражения своего объ-

екта, контроля воздушного пространства и управления воздушным движением (УВД), а также необходимого взаимодействия с вооруженными силами дружественных стран, в том числе и при ведении боевых действий миротворческими силами.

Своевременность и достоверность опознавания во многом определяют правильность принимаемых решений на применение оружия, обеспечение безопасности своей авиации, эффективность выполнения задач по охране границ РФ. В последнее время возросла цена ошибочного опознавания своих объектов – непреднамеренный удар по своим объектам способен изменить результат боевых действий. Значительно расширились возможности противодействия РЛС и область применения средств радиоэлектронного подавления (РЭП) [2]. Действующие системы опознавания, как отечественные, так и зарубежные, не всегда могут эффективно работать в сложных тактических ситуациях и современных условиях РЭП [3, 4].

Основной целью подавления СГО, основанных на принципах радиолокации с активным ответом (РСАО), в условиях вооруженного кон-

фликта является дезорганизация и ухудшение качества функционирования систем управления (СУ) силами и средствами поражения противника, а также создание благоприятных условий для применения своего вооружения. Различные виды РЭП могут вызывать в СГО следующие эффекты: задержку во времени опознавания цели; ошибочное опознавание; перегрузку систем обработки информации чрезмерным потоком запросных и ответных сигналов; применение средств поражения по «своей» цели и блокировка применения средств поражения по «чужой» цели.

Целью данной статьи является построение математических моделей процесса воздействия маскирующих помех (прямошумовой помехи, амплитудно-модулированной и фазомодулированной шумовой помехи) на СГО.

Структурная схема типового самолетного радиолокационного ответчика (СРО) СГО (приемный тракт самолетного радиолокационного запросчика (СРЗ) СГО аналогичен приемному тракту СРО) изображена на рис. 1, где использованы следующие обозначения: АФУ – антенно-фидерное устройство; Г и Г₀ – генераторы ВЧ

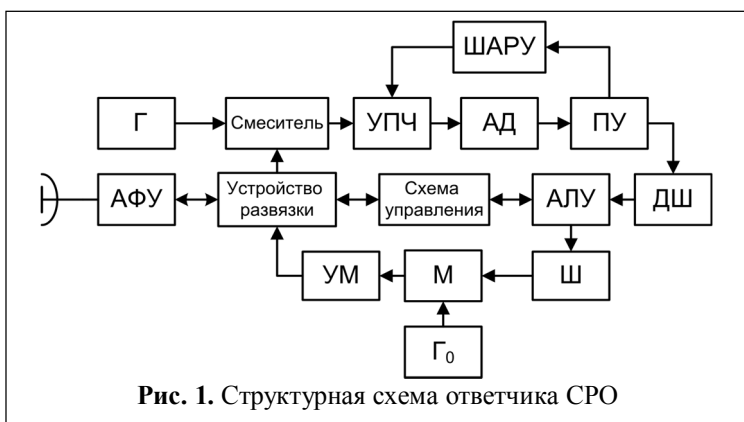


Рис. 1. Структурная схема ответчика СРО

колебаний; УПЧ – усилитель промежуточной частоты; АД – амплитудный детектор; ПУ – пороговое устройство; ШАРУ – схема автоматической регулировки усиления по шумам; ДШ –

дешифратор запросного сигнала; АЛУ – арифметико-логическое устройство; Ш – шифратор ответного сигнала; М – модулятор; УМ – усилитель мощности.

Анализ рис. 1 показывает, что применение в приемном тракте ответчика схемы ШАРУ позволяет стабилизировать частоту ложных шумовых срабатываний ПУ. Однако реализация указанной схемы при обработке импульсов запросного сигнала на фоне маскирующих шумовых помех приводит к уменьшению коэффициента усиления УПЧ, что, в свою очередь, приводит к уменьшению уровня напряжения полезного сигнала на входе ПУ, и, как следствие, к уменьшению вероятности его обнаружения. Таким образом, воздействие маскирующих шумовых помех на ответчик СРО проявляется в подавлении части импульсов запросного сигнала в ПУ [5].

На рис. 2 представлены структуры запросного (рис. 2 а) и ответного (рис. 2 б) сигналов в имитостойком режиме Mode 4, используемого в СГО MARK XII, MARK XII (S), MARK XII (A).

Имитостойкость обеспечивается закрытым кодированием. Запросный сигнал включает четырехимпульсную синхрогруппу (СГ), импульс подавления бокового лепестка (ПБЛ) и 32-разрядный информационный код (ИК). Он формируется в запросчике и обрабатывается в ответчике криптокомпьютером. В отсутствие импульсов на смежных позициях вставляется противопомеховый импульс (ППИ). Ответный неизменяемый трехимпульсный импульсно-временной код дополняется кодированием пассивной паузой. Задержки ответа (16 значений с дискретностью 4 мкс) определяются криптоалгоритмом.

Основным принципом выбора показателя эффективности РЭП СГО является его строгое

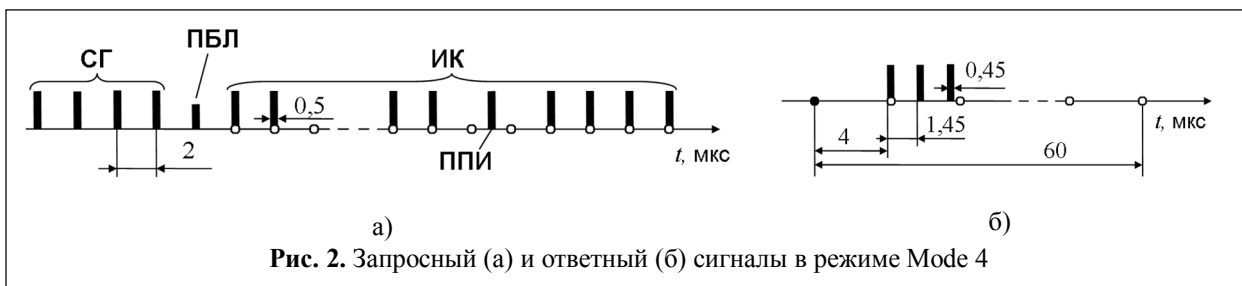


Рис. 2. Запросный (а) и ответный (б) сигналы в режиме Mode 4

соответствие цели, которая должна быть достигнута в результате выполнения боевой задачи. Показатель эффективности должен быть мерой достижения цели действий, мерой успешности выполнения задачи [6]. Исход планируемого, организованного строгим образом действия не может быть точно предсказан, будет случайным, поэтому в качестве показателей эффективности принимаются неслучайные характеристики случайной величины.

Вероятность непоражения самолета $P_{\text{БКО}}$ определяется формулой

$$P_{\text{БКО}} = 1 - P_{\text{НП}} \prod_{i=1}^n \prod_{j=1}^m (1 - S_{ij}) \left[1 - \prod_{k=1}^{\lambda} (1 - P_k) \right], \quad (1)$$

где $P_{\text{НП}}$ – вероятность наведения средства перехвата на ЛА системой ПВО; S_{ij} – вероятность срыва i -го этапа атаки (до пуска ракет и применения пушечного вооружения) j -м циклом помех, создаваемых постановщиком помех (ПП); P_k – вероятность поражения защищаемого ЛА ракетой с k -м типом головки самонаведения (ГСН) или пушкой; m, n, λ – число этапов атаки, циклов помех и типов ГСН (пушек) соответственно [7].

С учетом противоистребительного и противоракетного маневров выражение (1) приобретает вид

$$P_{\text{БКО}} = 1 - P_{\text{НП}} (1 - S_{\text{ИМ}}) \prod_{i=1}^n \prod_{j=1}^m (1 - S_{ij}) \times \left[1 - \prod_{k=1}^{\lambda} (1 - P_k) \right], \quad (2)$$

где $S_{\text{ИМ}}$ S_{PM} – вероятности срыва атаки (до пуска ракет и применения пушечного вооружения) с учетом указанных выше маневров.

Все вероятности в выражениях (1) и (2), обозначенные буквами S с индексами, являются условными, полученными при условии успешного решения задач исполнительной системой радиоэлектронной разведки (РЭР) и зависящими от работы ее вероятностных показателей: вероятностей обнаружения $P_{\text{Обн}}$, опознавания $P_{\text{Оп}}$, местоопределения $P_{\text{Ом}}$. Для их учета вероятности S должны быть домножены на средние значения указанных вероятностей $\overline{P_{\text{Обн}}} \cdot \overline{P_{\text{Оп}}} \cdot \overline{P_{\text{Ом}}}$ [8].

Для построения математической модели подавления СГО в виде уравнений радиоэлектронного противодействия [2, 6, 9] и определения энергетических соотношений РЭП СГО рассмотрим ситуацию, представленную на рисунке 3, где введены обозначения: СРЗ – самолетный радиозапросчик; СРО – самолетный радиоответчик; ПП – постановщик помех.

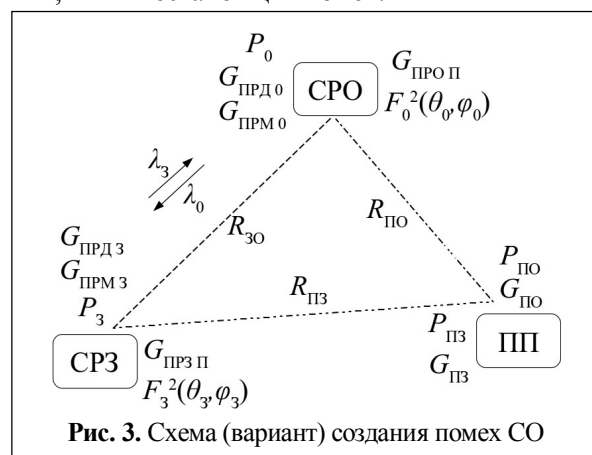


Рис. 3. Схема (вариант) создания помех СО

Мощность сигнала СРЗ на входе приемника СРО можно записать как

$$P_{\text{СВХО}}(t, \mathbf{r}_3, \mathbf{r}_0) = \frac{P_3(t, \mathbf{r}_3, \mathbf{r}_0) G_{\text{ПРДЗ}} G_{\text{ПРМО}} \lambda_3}{4\pi R_{30}^2} \cdot \exp(-\alpha_3 R_{30}), \quad (3)$$

где $\mathbf{r}_3, \mathbf{r}_0$ – пространственные координаты передающих и приемных элементов антенн запросчика и ответчика; $P_3(t, \mathbf{r}_3, \mathbf{r}_0)$ – мощность передатчика СРЗ; $G_{\text{ПРДЗ}}$ – коэффициент усиления антенны СРЗ в направлении на приемник СРО; $G_{\text{ПРМО}}$ – коэффициент усиления антенны СРО в направлении на передатчик СРЗ; λ_3 – длина рабочей волны запросного сигнала; R_{30} – расстояние между передатчиком СРЗ и приемником СРО; α_3 – удельное ослабление ЭМ поля на единицу дальности при длине волны λ_3 .

Суммарная мощность помехового воздействия (помеха согласована по спектру сигнала) на входе приемника СРО имеет вид

$$P_{\text{ПВХО}}(t, \mathbf{r}_{\text{П}}, \mathbf{r}_0) = \frac{P_{\text{ПО}}(t, \mathbf{r}_{\text{П}}, \mathbf{r}_0) G_{\text{ПО}} G_{\text{ПРОП}} \lambda_3 \gamma_2}{4\pi R_{\text{ПО}}^2} \cdot \beta \times F_0^2(\theta_0, \varphi_0) \cdot \exp(-\alpha_3 R_{\text{ПО}}) + P_{\text{ШО}}, \quad (4)$$

где $\mathbf{r}_{\text{П}}$ – пространственные координаты передающих элементов антенны ПП; $P_{\text{ПО}}(t, \mathbf{r}_{\text{П}}, \mathbf{r}_0)$ –

мощность передатчика ПП при подавлении приемника СРО; $G_{\text{ПО}}$ – коэффициент усиления антенны ПП в направлении на приемник СРО; $G_{\text{ПРОП}}$ – коэффициент усиления антенны СРО в направлении на передатчик ПП; $R_{\text{ПО}}$ – расстояние между передатчиком ПП и приемником СРО; γ_1 – коэффициент несовпадения поляризации помехи с рабочей поляризацией антенны приемника СРО ($0 \leq \gamma_1 \leq 1$); $P_{\text{ШО}} = kT_0 N_{\text{ШО}} \Delta f_{\text{ПРО}}$ – мощность собственных шумов в полосе пропускания линейной части приемника СРО; β – коэффициент качества помехи; $F_0(\theta_0, \varphi_0)$ – функция, описывающая нормированную ДН приемной антенны ответчика СГО; $\Delta f_{\text{ПРО}}$ – полоса пропускания линейной части приемника СРО; $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Вт/Град·Гц – постоянная Больцмана; T_0 – абсолютная температура приемника СРО; $N_{\text{ШО}}$ – коэффициент шума приемника СРО.

Мощность сигнала СРО на входе приемника СРЗ определяется как

$$P_{\text{СВХЗ}}(t, \mathbf{r}_0, \mathbf{r}_3) = \frac{P_0(t, \mathbf{r}_0, \mathbf{r}_3) G_{\text{ПРО}} G_{\text{ПРОЗ}} \lambda_0}{4\pi R_{30}^2} \cdot \exp(-\alpha_0 R_{30}), \quad (5)$$

где $P_0(t, \mathbf{r}_0, \mathbf{r}_3)$ – мощность передатчика СРО; $G_{\text{ПРО}}$ – коэффициент усиления антенны СРО в направлении на приемник СРЗ; $G_{\text{ПРОЗ}}$ – коэффициент усиления антенны СРЗ в направлении на передатчик СРО; λ_0 – длина рабочей волны запросного сигнала; α_0 – удельное ослабление ЭМ поля на единицу дальности при длине волны λ_0 .

Суммарная мощность помехового воздействия на входе приемника СРЗ имеет вид

$$P_{\text{ПВХЗ}}(t, \mathbf{r}_\text{П}, \mathbf{r}_3) = \frac{G_{\text{ПП}} G_{\text{ПРОЗ}} \lambda_3 \gamma_2}{4\pi R_{\text{ПЗ}}^2} \cdot \beta \times F_3^2(\theta_3, \varphi_3) \cdot \exp(-\alpha_0 R_{\text{ПЗ}}) + P_{\text{ШЗ}}, \quad (6)$$

где $P_{\text{ПЗ}}(t, \mathbf{r}_\text{П}, \mathbf{r}_3)$ – мощность передатчика ПП при подавлении приемника СРЗ; $G_{\text{ПП}}$ – коэффициент усиления антенны ПП в направлении на приемник СРЗ; $G_{\text{ПРОЗ}}$ – коэффициент усиления антенны СРЗ в направлении на передатчик ПП; $R_{\text{ПЗ}}$ – расстояние между передатчиком ПП и приемником СРО; γ_2 – коэффициент несовпадения поляризации помехи с рабочей поляризацией антенны подавляемого приемника СРЗ ($0 \leq \gamma_2 \leq 1$); $P_{\text{ШЗ}} + kT_3 N_{\text{ШЗ}} \Delta f_{\text{ПРОЗ}}$ – мощность собственных шумов в полосе пропускания линейной части приемника СРО; $F_3^2(\theta_3, \varphi_3)$ – функция, описывающая нормированную ДН приемной антенны запросчика СГО; $\Delta f_{\text{ПРОЗ}}$ – полоса пропускания линейной части приемника СРЗ; T_3 – абсолютная температура приемника СРЗ; $N_{\text{ШЗ}}$ – коэффициент шума приемника СРЗ.

Условия подавления приемника СРО СГО можно записать в виде

$$K_{\text{ПО}}(t, \mathbf{r}_\text{П}, \mathbf{r}_3, \mathbf{r}_0) \leq \frac{P_{\text{ПО}}(t, \mathbf{r}_\text{П}, \mathbf{r}_0) G_{\text{ПО}} G_{\text{ПРОП}} \gamma_1 R_{30}^2 \beta}{P_3(t, \mathbf{r}_3, \mathbf{r}_0) G_{\text{ПРОЗ}}} \times \frac{F_0^2(\theta_0, \varphi_0) \cdot \exp(\alpha_3(R_{30} - R_{\text{ПО}}))}{G_{\text{ПРО}} R_{\text{ПО}}^2} + \frac{4\pi k T_0 N_{\text{ШО}} \Delta f_{\text{ПРО}} R_{30}^2}{P_3(t, \mathbf{r}_3, \mathbf{r}_0) G_{\text{ПРОЗ}} G_{\text{ПРО}} \lambda_3 \exp(-\alpha_3 R_{30})}, \quad (7)$$

$$0 \leq \rho_0(\mathbf{r}_\text{П}, \mathbf{r}_3, \mathbf{r}_0) \leq \frac{T_{\text{ЗС}}(1+\zeta) - \tau_{\text{СР}} - (R_{\text{ПЗ}} + R_{\text{ПО}} - R_{30})/c}{T_{\text{ЗС}}}, \quad (8)$$

где $K_{\text{ПО}}(t, \mathbf{r}_\text{П}, \mathbf{r}_3, \mathbf{r}_0)$ – коэффициент подавления СРО СГО; $\rho_{\text{СРО}}(\mathbf{r}_\text{П}, \mathbf{r}_3, \mathbf{r}_0)$ – коэффициент перекрытия на входе приемника СРО во временной области запросного сигнала СРЗ и помехи генераторного типа со стороны ПП, поставленной по факту приема излученного запросного сигнала со стороны СРЗ; $T_{\text{ЗС}}$ – длительность запросного сигнала СРЗ; ζ – коэффициент, показывающий, какую часть запросного сигнала может использовать система РЭП для принятия решения о том, что СРЗ излучает запросный сигнал ($0 < \zeta \leq 1$); $\tau_{\text{СР}}$ – время срабатывания, которое затрачивает система РЭП на выполнение функций для создания помех с момента принятия решения об излучении запросного сигнала; $c = 3 \cdot 10^8$ (м/с) – скорость света в свободном пространстве.

Условия подавления приемника СРЗ СГО имеют вид

$$K_{ПЗ}(t, \mathbf{r}_П, \mathbf{r}_3, \mathbf{r}_O) \leq \frac{P_{ПЗ}(t, \mathbf{r}_П, \mathbf{r}_O) G_{ПЗ} G_{ПЗП} \gamma_2 R_{3O}^2 \beta}{P_O(t, \mathbf{r}_O, \mathbf{r}_3) G_{ПРДО}} \times$$

$$\times \frac{F_O^2(\theta_O, \varphi_O) \cdot \exp(\alpha_3(R_{3O} - R_{ПЗ}))}{G_{ПРМЗ} R_{ПЗ}^2} +$$

$$+ \frac{4\pi k T_3 N_{ПЗ} \Delta f_{ПЗ} R_{3O}^2}{P_O(t, \mathbf{r}_O, \mathbf{r}_3) G_{ПРДО} G_{ПРМЗ} \lambda_O \exp(-\alpha_O R_{3O})}, \quad (9)$$

$$0 \leq \rho_3(\mathbf{r}_П, \mathbf{r}_3, \mathbf{r}_O) \leq$$

$$\leq \frac{T_{OC} + \tau_{OBR} - \tau_{CP} + T_{3C}(1 - \zeta) + 2(R_{3O} - R_{ПЗ})/c}{T_{OC}}, \quad (10)$$

где $K_{ПЗ}(t, \mathbf{r}_П, \mathbf{r}_3, \mathbf{r}_O)$ – коэффициент подавления СРЗ СГО; $\rho_3(\mathbf{r}_П, \mathbf{r}_3, \mathbf{r}_O)$ – коэффициент перекрытия на входе приемника СРЗ во временной области ответного сигнала со стороны СРО и помехи генераторного типа со стороны ПП, поставленной по факту излучения запросного сигнала со стороны СРЗ (начала цикла опознавания); T_{OC} – длительность ответного сигнала СРО; τ_{OBR} – время обработки (дешифрования) в СРО с момента получения запросного сигнала до излучения ответного сигнала.

Обычно мощность помехового сигнала значительно превышает мощность собственных шумов приемника, поэтому в большинстве случаев со вторым слагаемым в выражениях (4) и (6), (7) и (9) можно не считаться.

Проведенное математическое моделирование с использованием выражений (7) и (9) позволяет оценить воздействие различных маскирующих помех (прямошумовой помехи (ПШП) $\beta_{ПШП} = 0,9$; амплитудно-модулированной шумовой помехи (АМШП) $\beta_{АМШП} = 0,7$ и фазомодулированной шумовой помехи (ФМШП) $\beta_{ФМШП} = 0,3$) на приемники СРО и СРЗ системы опознавания. Выражения (7), (9) позволяют определить дальности эффективного действия маскирующих помех на приемники СГО, а также энергетические потенциалы станций активных помех. Наиболее энергоэффективными из проанализированных видов помех являются ПШП и АМШП. Выражения (8) и (10) позволяют оценить быстрдействие ПП в процессе подавления приемников СГО.

В качестве критерия эффективности РЭП можно использовать минимизацию количества

достоверной информации в результате использования средств СГО

$$W = W_O\{\alpha(t), \beta(t), \mathbf{x}(t)\} \times$$

$$\times P_{П}\{\alpha(t), \beta(t), \mathbf{x}(t), \alpha_{П}(t), \beta_{П}(t), \mathbf{x}_{П}(t)\} \rightarrow \min, \quad (11)$$

где $W_O\{\alpha(t), \beta(t), \mathbf{x}(t)\}$ – количество достоверной информации, получаемое в результате использования средств СГО в случае отсутствия организованных помех; $P_{П}\{\alpha(t), \beta(t), \mathbf{x}(t), \alpha_{П}(t), \beta_{П}(t), \mathbf{x}_{П}(t)\}$ – вероятность успешного применения средств СГО (правильного опознавания), осуществляемого в условиях РЭП; $\alpha(t)$, $\alpha_{П}(t)$ – векторы технических характеристик СГО и РЭП; $\beta(t)$, $\beta_{П}(t)$ – векторы характеристик, описывающих порядок (стратегию) использования средств СГО и РЭП; $\mathbf{x}(t)$ и $\mathbf{x}_{П}(t)$ – векторы характеристик, описывающие условия (варианты) применения и режимы работы СГО и средств РЭП.

Задача РЭП СГО сводится к определению параметров $\alpha_{П}(t)$, $\beta_{П}(t)$, $\mathbf{x}_{П}(t)$, при которых

$$P_{П}\{\alpha(t), \beta(t), \mathbf{x}(t), \alpha_{П}(t), \beta_{П}(t), \mathbf{x}_{П}(t)\} \rightarrow \min, \quad (12)$$

а функция потерь

$$\gamma(t) = 1 - \frac{P_{П}\{\alpha(t), \beta(t), \mathbf{x}(t), \alpha_{П}(t), \beta_{П}(t), \mathbf{x}_{П}(t)\}}{P_O\{\alpha(t), \beta(t), \mathbf{x}(t)\}} \rightarrow \max, \quad (13)$$

где $P_O\{\alpha(t), \beta(t), \mathbf{x}(t)\}$ – вероятность успешного применения средств СГО (правильного опознавания), осуществляемого в случае отсутствия организованных помех.

Математические модели процесса маскирующих шумовых помех на приемники системы опознавания (7)–(10) позволяют определить дальности эффективного действия маскирующих помех на СГО, необходимые для этого быстрдействие и энергетические потенциалы станций активных помех. Приведенные показатели позволяют оценить эффективность процесса радиоэлектронного подавления приемников (СРЗ, СРО) СГО в информационном радиоэлектронном конфликте и определить требования к техническим характеристикам, стратегии использования и условиям применения средств РЭП для обеспечения требуемой эффективности.

Литература

1. Радиоэлектронные технологии России. Альманах. – М.: Издательство НО «Ассоциация «Лига содействия оборонным предприятиям», 2012. – 480 с.

2. Авиационные системы радиоэлектронного противодействия / *А.В. Леньшин*. – Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2012. – 284 с.

3. *Бережной В.А., Иванцов В.А., Соломенин Е.А.* Государственное опознавание: настоящее и будущее // Национальная оборона. – 2010. – № 12. [Электронный ресурс]. URL:<http://old.nationaldefense.ru/110/754/index.shtml?id=4877> (дата обращения 07.11.2013).

4. *Быстров А.В.* Развитие национальных систем комплексной радиотехнической идентификации объектов // Журнал радиоэлектроники. – 2012. – № 2. [Электронный ресурс]. URL:<http://jre.cplire.ru/iso/feb12/9/text.html> (дата обращения 07.11.2013).

5. *Леньшин А.В., Иванов С.Л., Лебедев В.В.* Моделирование процесса воздействия помех на ответчики радиолокационных систем с активным отве-

том // Вестник Воронежского института МВД России. – 2012. – № 4. – С. 81-85.

6. Принципы построения авиационных комплексов радиоэлектронной борьбы / *А.В. Леньшин*. – Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2011. – 480 с.

7. *Леньшин А.В., Зибров Г.В., Виноградов А.Д.* Бортовые комплексы обороны воздушных судов: учебное пособие. Под ред. А.В. Леньшина. – Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2013. – 309 с.

8. *Бородин А.М., Усков Н.В.* Критерий оптимальности выбора структуры и основных технических параметров интегрального радиоэлектронного комплекса // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2005. – № 3. – Т. 3. – С. 31-36.

9. *Перунов Ю.М., Фомичев К.И., Юдин Л.М.* Радиоэлектронное подавление информационных каналов систем управления оружием / Под ред. Ю.М. Перунова. Изд. 2-е, испр. и дополн. – М.: «Радиотехника», 2008. – 416 с.

Поступила 06 ноября 2013 г.

English

Mathematical model definition of the spread spectrum jamming effect on the identification system

Lenshin Andrey Valentinovich – Doctor of Engineering, Associate Professor, Professor Military training and research center of Air Force “Military Air Force Academy named after Prof. N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin” .

Lebedev Victor Vladimirovich– Associate (adjunct) Military training and research center of Air Force “Military Air Force Academy named after Prof. N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin” .

Address: 394052, Voronezh, street Krasnoznamennaya, 153.

Abstract: The paper describes the purposes, problems and methods of counter measuring an identification system under the conditions of radio electronic information conflict. The model of an identification system as an object of radio electronic counter-measure. The mathematical model of spot masking jamming effect on the identification systems in the form of equations of radio electronic counter measures has been created, spatial-temporal requirements of application of masking jamming of a generating type have been determined. The types of the applied jamming and their parameters in the considered mathematical model have been distinguished. The approaches to the assessment of counter-measure effect of identification systems are considered. The paper shows that the considered values allow to assess radio electronic counter-measure performance of receivers and identification systems. The developed mathematical model determines the requirements to the principal specifications, application policy and application conditions of radio electronic counter-measure equipment to ensure the required performance.

Key words: identification system, model, masking jamming performance evaluation.

References

1. Radio Electronic Technologies in Russia. Almanah. M.: Publ. House NO «Associacija «Liga sodejstvija obronnyh predpriyatijam», 2012, 480 p.

2. Aviation Systems of Radio Electronic Counter Effort. *A.V. Lenshin*. Voronezh: IPC VGU, 2012, 284 p.

3. *Berezhnoj V.A., Ivancov V.A., Solomenin E.A.* State Recognition: Present and Future. Nacionalnaja obrona. 2010. № 12. [Electronic Resource]. URL:<http://old.nationaldefense.ru/110/754/index.shtml?id=4877> (application data 07.11.2013).

-
4. *Bystrov A.V.* Development of National Systems of Complex Radio Engineering Identification of Objects. Zhurnal radioelektroniki. 2012. № 2. [Electronic Resource]. URL:<http://jre.cplire.ru/iso/feb12/9/text.html> (application data 07.11.2013).
 5. *Len'shin A.V., Ivanov S.L., Lebedev V.V.* Simulation of Interference Process Influencing Antenna Transponder with Active Response// Vestnik Voronezhskogo instituta MVD Rossii. 2012. № 4. P. 81-85.
 6. Construction Principles of Aviation Complexes of Radio Electronic Jamming. *A.V. Lenshin.* Voronezh: IPC VGU, 2011, 480 p.
 7. *Lenshin A.V., Zibrov G.V., Vinogradov A.D.* Onboard Defence of Aerial Vehicle. Voronezh: IPC «Nauchnaja kniga», 2013, 309 p.
 8. *Borodin A.M., Uskov N.V.* Criteria of Optimal Selection of Structure and Main Engineering Factors of Integral Radio Electronic Complex// Informacionno-izmeritel'nye i upravljajushhie sistemy. 2005. № 3. Vol. 3. P. 31-36.
 9. *Perunov Ju.M., Fomichev K.I., Judin L.M.* Radio Electronic Jamming of Information Channels of Weapons Control System. Ed. by Ju.M. Perunova. Iss. 2-nd, corr. and add. M.: «Radiotekhnika», 2008, 416p.