

Будников С.А.

Кандидат технических наук, доцент

Козирацкий Ю.Л.

Заслуженный деятель науки РФ, доктор
технических наук, профессор

Паринов М.Л.

кандидат технических наук

Обобщенная модель конфликта основных систем вооружения

Рассматривается конфликт основных систем вооружения с применением систем РЭБ с односторонним формированием условий, описанный полумарковскими процессами. Оценено влияние параметров конфликтного процесса систем РЭБ на результирующий выигрыш в основном конфликте. Выявлены общие зависимости развития циклического конфликта при одной и двух альтернативах траекторий развития конфликта.

Обобщенная модель конфликта основных систем вооружения

Вопросам математического моделирования конфликтного взаимодействия противоборствующих сторон уделялось значительное внимание на протяжении многих лет [1-6]. При этом, на основе системного подхода было предложено исследовать это взаимодействие в виде единой конфликтной системы в целом, учитывающей новые взаимообуславливающие внутри- и внешнесистемные взаимосвязи, возникающие при противодействии конфликтующих сторон.

Однако, известные математические модели конфликтов [4; 7-9] ориентированы, либо на дуэльное противоборство отдельных средств или коалиций, обоснование количественных показателей конфликтной устойчивости систем, либо на оценку эффективности систем поиска-обнаружения в условиях помех. Они не учитывают особенностей иерархии и «вложенности» информационных и физических конфликтов, их непрерывность и циклический характер, конфликтную обусловленность противодействия сторон. В свою очередь, учет этих особенностей особенно важен при моделировании конфликтного взаимодействия основных систем вооружений (ОСВ) в интересах, которых активно применяются средства радиоэлектронной борьбы (РЭБ). Для этого учета, рассматривая конфликт ОСВ, будем считать, что боевое применение ОСВ будет обязательно сопровождаться использованием средств РЭБ, в том числе и в виде самостоя-

тельных действий. Но, не смотря на это, условимся называть исследуемый конфликт – конфликтом ОСВ.

Таким образом, перечисленные выше факторы определяют необходимость разработки обобщенной модели многоуровневого конфликта ОСВ с применением средств РЭБ, учитывающей конфликтную обусловленность и цикличность информационных и физических процессов конфликта ОСВ.

Рассмотрим конфликт двух сторон *A* и *B*, вооруженных системами РЭБ и ОСВ, каждая из этих систем (РЭБ и ОСВ) способны на самостоятельные действия и имеют свои взаимосвязанные целевые функции. Как и в [10], представим совокупность участвующих в конфликте сторон в виде единой конфликтующей системы, изменяющей свои состояния с изменением состояний систем РЭБ и ОСВ каждой стороны. Аналитическое описание динамики такой системы возможно в виде полумарковского процесса с непрерывным временем и дискретными состояниями. При этом стороны находятся в состоянии априорной неопределенности о способах, средствах и стратегиях действий противостоящей стороны, т.е. законы распределения времени перехода из одного состояния в другое являются случайными. При таком подходе основной информацией о протекании конфликтов являются статистические характеристики функционирования систем РЭБ и ОСВ сторон в виде плотности распределения вероятностей времени достижения ими цели.



$$\phi_{ij}(t)$$

Однако, в отличие от приведенных в приложении [2] аналитических выражений, описание состояния выигрыша в конфликте должно включать вероятностные характеристики

Так как, в этом случае, плотности распределения вероятностей времени достижения ими цели $\phi_{ij}(t)$ характеризуют упреждение в цикле «прицеливание-заряжание-выстрел-доставка» для дуэли или упреждение в электромагнитном контакте при разведке, а указанные выше вероятности имеют физический смысл потенциальных возможностей по поражению боеприпасом или правильному обнаружению.

$$\tilde{P}_{D\dot{Y}A}^A(A \succ B, t) = P_{D\dot{Y}A}^A f_{D\dot{Y}A}^A(t) \left[1 - P_{D\dot{Y}A}^B \int_0^t f_{D\dot{Y}A}^B(\tau) d\tau \right] = P_{D\dot{Y}A}^A f_{D\dot{Y}A}^A(t) \left[1 - P_{D\dot{Y}A}^B F_{D\dot{Y}A}^B(t) \right], (1)$$

где $P_{D\dot{Y}A}^A, P_{D\dot{Y}A}^B$ - вероятность достижения эффекта радиоэлектронного подавления (РЭП) стороной $A(B)$ стороны $B(A)$ при воздействии помеховыми излучениями;

$f_{D\dot{Y}A}^A(t), f_{D\dot{Y}A}^B(t)$ - плотности распределения времени подготовки к действиям и достижения цели сторон;

$F_{D\dot{Y}A}^B(t)$ - функция распределения времени достижения цели системой РЭБ стороны B .

стики успешности действий всего цикла конфликтов противоборствующих сторон, например вероятность поражения боеприпасом при артиллерийской дуэли или вероятность обнаружения средством разведки.

Обозначим вероятность $\tilde{P}(A \succ B, t)$ того, что в интервале времени $(t, t + dt)$ сторона A выигрывает в конфликте со стороной B . Тогда, например для системы РЭБ, мгновенная вероятность достижения цели системой РЭБ стороны A раньше, чем система РЭБ стороны B осуществить ответное действие (см. рисунок 1), равна

Для этих же обозначений мгновенная вероятность времени достижения цели системой РЭБ стороны B раньше, чем система РЭБ стороны A осуществить ответное действие, будет равна

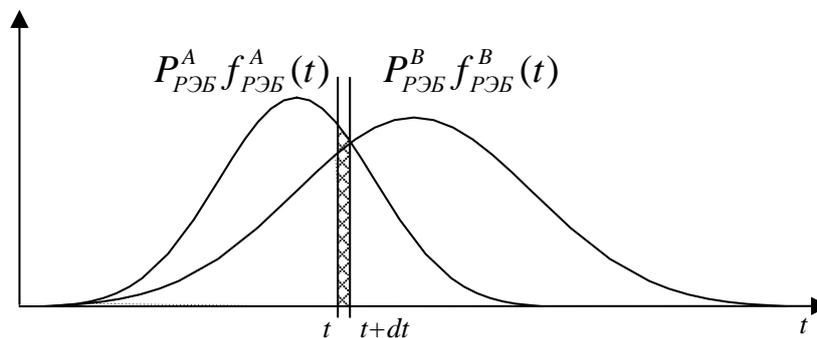
$$\tilde{P}_{D\dot{Y}A}^B(B \succ A, t) = P_{D\dot{Y}A}^B f_{D\dot{Y}A}^B(t) \left[1 - P_{D\dot{Y}A}^A F_{D\dot{Y}A}^A(t) \right]$$


Рисунок 1 - Учет конфликтной обусловленности плотности вероятности

В выражении (1) множитель $P_{D\dot{Y}A}^A f_{D\dot{Y}A}^A(t)$ определяет возможности осуществления электромагнитного контакта, обнаружения и РЭП радиоэлектронных объектов (РЭОб) противника системой РЭБ стороны A в момент вре-

мени t , а множитель $\left[1 - P_{D\dot{Y}A}^B \int_0^t f_{D\dot{Y}A}^B(\tau) d\tau \right]$

— вероятность, того, что система РЭБ стороны B не успеет обнаружить РЭОб системы

РЭБ стороны A к моменту времени t и их подавить с вероятностью $P_{Д\check{Y}A}^B$.

Для получения текущего значения вероятности достижения цели стороной A в условиях конфликта достаточно проинтегрировать по времени выражение (1).

Таким образом, в соответствии со стоящими перед системами РЭБ целями такая конфликтная система может находиться в одном

из следующих конечных состояний: S_0 - начальное состояние; $S_2(S_3)$ - состояние выигрыша стороны $A(B)$ в условиях противодействия. Это отражается укрупненным графом состояний, представленном на **рисунке 2**.

В свою очередь с учетом (1) и введенных обозначений мгновенная вероятность нахождения в состоянии $S_2(S_3)$ к моменту времени t может быть определена как

$$P_2(t) = P_{12} \int_0^t f_{12}(t) [1 - P_{13} F_{13}(t)] dt = P_{12} F_{12}(t) - P_{13} \int_0^t f_{12}(t) F_{13}(t) dt,$$

$$P_3(t) = P_{13} \int_0^t f_{13}(t) [1 - P_{12} F_{12}(t)] dt = P_{13} F_{13}(t) - P_{12} \int_0^t f_{13}(t) F_{12}(t) dt$$

, (2)

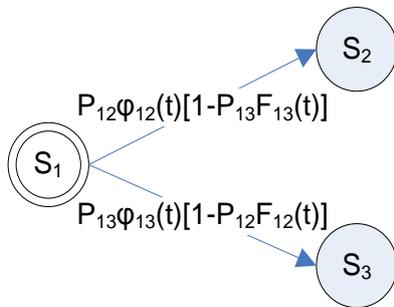


Рисунок 2- Граф состояний конфликта

где $P_{12}(P_{13})$ - вероятность РЭП стороной $A(B)$ стороны $B(A)$;

$F_{12(13)}, f_{12(13)}$ - функции и плотности распределения времени осуществления электромагнитного контакта средства разведки с объектом подавления.

Анализ выражений (2) позволяет сделать ряд важных выводов. Во-первых, всегда $P_{12} F_{12}(t) \geq P_2(t)$, т.е. вероятность упреждения в конфликте в присутствии противника будет стремиться к потенциально возможному значению достижения цели при отсутствии конфликта, когда $F_{13}(t) \rightarrow 0$. Во-вторых, конфликтно-обусловленная вероятность $P_2(t)$ нахождения в состоянии S_2 определяется плотностью распределения времени $f_{12}(t)$ перехода $1 \rightarrow 2$ и функцией распределения $F_{13}(t)$, которая представляет собой возмож-

ности противника по достижению своей цели. И, в-третьих, важную роль в зависимости вероятности $P_2(t)$ от времени играют вероятности успешности РЭП РЭОб конфликтующих систем РЭБ.

Таким образом, рассмотрев одноуровневый конфликт двух систем, в интересах исследования зависимости влияния системы РЭБ на возможность выполнения боевых задач ОСВ в многоуровневом конфликте рассмотрим следующие уровни стратифицированного описания конфликтной системы: - уровень ОСВ, поражающих объекты противника и уровень системы РЭБ, решающей задачи как по РЭП (поражению) РЭОб противника, так и радиоэлектронной защиты (РЭЗ) своих РЭС и систем. При этом конфликты нижнего уровня формируют условия для информационных и физических компонент конфликта на верхнем уровне [4]. Структура подобного конфликтного взаимодействия применительно к высокоорганизованным современным боевым действиям противоборствующих группировок представлена на **рисунке 3**.

Если предположить, что происходит одностороннее формирование условий конфликта ОСВ системами РЭБ сторон A и B (ОСВ не оказывают влияния на эффективность РЭБ), то конфликт может быть представлен в виде графа, приведенного на рис. 4. Вершины графа S_0 и S_3 определяют начальные состояния конфликтов системы РЭБ и ОСВ соответственно. Вершины графа S_1 и S_4 определяют состояния выигрыша



стороны A соответственно для системы РЭБ и ОСВ, и вершины S_2 и S_5 - наоборот соответственно. Каждая из сторон формирует

свои согласованные и взаимозависимые стратегии действий системы РЭБ и ОСВ

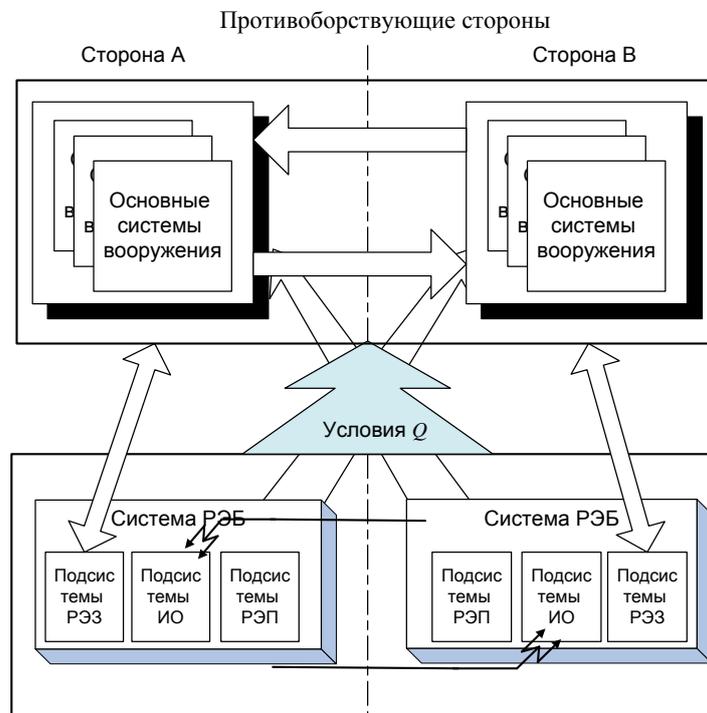


Рисунок 3 - Структура конфликтного взаимодействия

Очевидно, что для учета одностороннего формирования условий необходимо рассмотреть полную группу совместных событий системы РЭБ и условных событий ОСВ, связанных с итогом конфликта систем РЭБ. Тогда по теореме умножения вероятностей можно записать полную группу событий

$$P_i(t) = \sum_{j=0}^2 P_j(t) P_i(t, j), i = 4, 5$$

$$P_3(t) = 1 - (P_4(t) + P_5(t)),$$

где $P_i(t)$ – вероятность нахождения конфликта ОСВ в i -м состоянии;

$P_j(t)$ – вероятность нахождения конфликта систем РЭБ в j -м состоянии, $j = 0, 2$;

$P_i(t, j)$ – условная вероятность нахождения конфликтной системы в i -м состоянии, при условии пребывания системы РЭБ в j -м состоянии.

Применительно к графу, приведенному на рисунке 4, и выражениям (3) можно записать полумарковскую систему уравнений динамики конфликта для различных законов распределения времени переходов. Для простоты качества примера рассмотрим экспоненциальную аппроксимацию распределения времени получения преимущества.

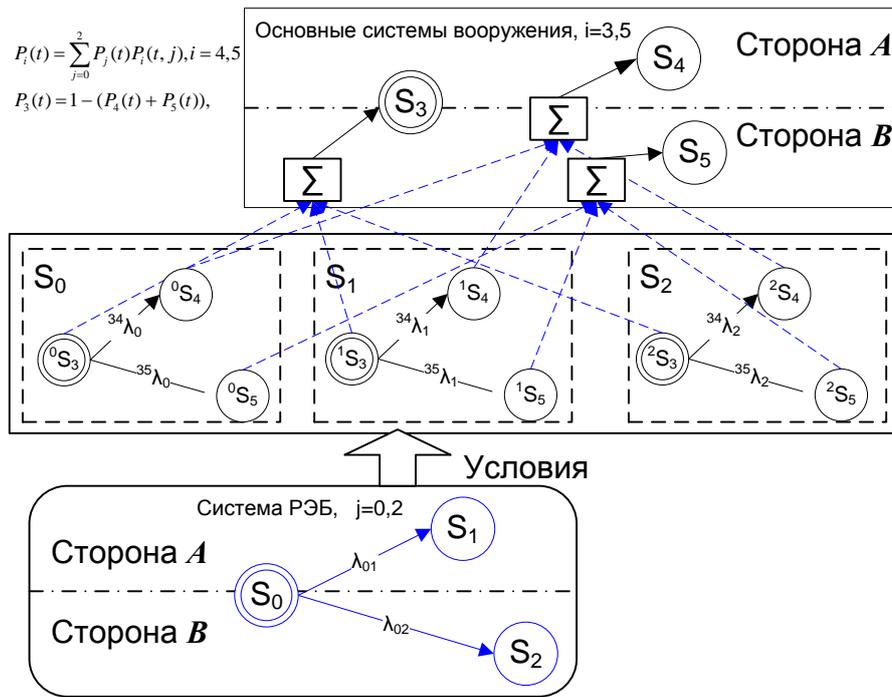


Рисунок 4 - Динамическая модель двух уровенного конфликта при одностороннем формировании условий.

Руководствуясь основными положениями относительно вероятностей успешности за- [9] применительно к состояниям S_0-S_2 на вершения конфликта можно записать рис. 4 с учетом выше сказанных замечаний

$$\begin{aligned}
 P_0(t) &= (1 - P_{01} + P_{01}e^{-\lambda_{01}t})(1 - P_{02} + P_{02}e^{-\lambda_{02}t}), \\
 P_1(t) &= P_{01} \left[(1 - P_{02})(1 - e^{-\lambda_{01}t}) + \frac{P_{02}\lambda_{01}}{\lambda_{01} + \lambda_{02}} \left[1 - e^{-(\lambda_{01} + \lambda_{02})t} \right] \right], \\
 P_2(t) &= P_{02} \left[(1 - P_{01})(1 - e^{-\lambda_{02}t}) + \frac{P_{01}\lambda_{02}}{\lambda_{01} + \lambda_{02}} \left[1 - e^{-(\lambda_{01} + \lambda_{02})t} \right] \right],
 \end{aligned} \tag{4}$$

где λ_{ij} - интенсивность перехода из состояния i в состояние j ;

$P_{01}(P_{02})$ - переходные вероятности, характеризующие успешность действий сторон.

Аналогично для состояний $S_3 - S_5$ с учетом (3) и условности процессов на уровне ОСВ от системы РЭБ можно записать подобные уравнения. Однако для снижения громоздкости выражений в дальнейших расчетах будем считать, что все переходные вероятности P_{ij} равны единицы.

Рассматривая приведенный выше пример, для дальнейшего анализа введем в рассмот-

рение величину $k = \frac{\lambda_{01}}{\lambda_{02}}$, характеризующую

отношения интенсивностей переходов из состояния в состояние системы РЭБ. Тогда значения интенсивностей переходов $S_0 - S_1$ и $S_0 - S_2$ можно задать, как $k\lambda_{02}$ и λ_{02} или, опуская индексы, как $k\lambda$ и λ соответственно. Рассуждая аналогично, применительно к приведенным на рис. 4 интенсивностям условных переходов, введем значения

$$K_j = \frac{{}^{34}\lambda_j}{{}^{35}\lambda_j}, j = \overline{0,2}, \text{ где } {}^{34(5)}\lambda_j - \text{интенсивность}$$

перехода из состояния S_3 ОСВ в состояния $j=4,5$ при условии нахождения состояния конфликта системы РЭБ в одном из



состояний j соответственно. Таким образом, формирование условных вероятностей $P_i(t, j)$ будет связано с применением соответствующего коэффициента K_j , и значе-

ния интенсивности $\Lambda_j, j = \overline{0, 2}$, определяющих условность событий. Исходя из этого, выражения (3) с учетом (4) и введенных обозначений можно записать как

$$\begin{aligned}
 P_4(t) &= e^{-(1+k)\lambda t} \frac{K_0}{1+K_0} [1 - e^{-(1+K_0)\Lambda_0 t}] + \frac{k}{1+k} [1 - e^{-(1+k)\lambda t}] \cdot \frac{K_1}{1+K_1} [1 - e^{-(1+K_1)\Lambda_1 t}] + \\
 &\quad + \frac{1}{1+k} [1 - e^{-(1+k)\lambda t}] \cdot \frac{K_2}{1+K_2} [1 - e^{-(1+K_2)\Lambda_2 t}], \\
 P_5(t) &= e^{-(1+k)\lambda t} \frac{1}{1+K_0} [1 - e^{-(1+K_0)\Lambda_0 t}] + \frac{k}{1+k} [1 - e^{-(1+k)\lambda t}] \cdot \frac{1}{1+K_1} [1 - e^{-(1+K_1)\Lambda_1 t}] + \\
 &\quad + \frac{1}{1+k} [1 - e^{-(1+k)\lambda t}] \cdot \frac{1}{1+K_2} [1 - e^{-(1+K_2)\Lambda_2 t}], \\
 P_3(t) &= 1 - P_4(t) - P_5(t).
 \end{aligned} \tag{5}$$

Из анализа (5) очевидно, что в предельном случае при $t \rightarrow \infty$ основной вклад в значение стационарной вероятности выполнения задач основной системой вооружения стороны A $P_4(t)$ будет вносить второе слагаемое, определяемой значениями коэффициентов k и K_1 . Эти коэффициенты задают выигрыш системы РЭБ (состояние S_1). Максимальное значение вероятности выполнения задач основной системой вооружения стороны A $P_4(t)$ может быть получено при условии упреждающего успешного выполнения задач системой РЭБ ($K_1 > 1$) и исключения воздействия средств РЭП стороны B на систему вооружения стороны A ($K_2 > 1$).

Результаты моделирования конфликта при заданных значениях $\lambda = 10$, $k = 1.2, \lambda_0 = 0.03$, $K_0 = 1.2, \lambda_1 = 0.05, K_1 = 1.2, \lambda_2 = 0.018, K_2 =$ представлены на рис. 5.

Анализ данных зависимостей подтверждает выводы о важности начального этапа конфликт

та. Основной рост значений вероятностей $P_4(t)$ и $P_5(t)$ до (90%) (см. рисунок 5 а) происходит в первые 50 временных единиц конфликта.

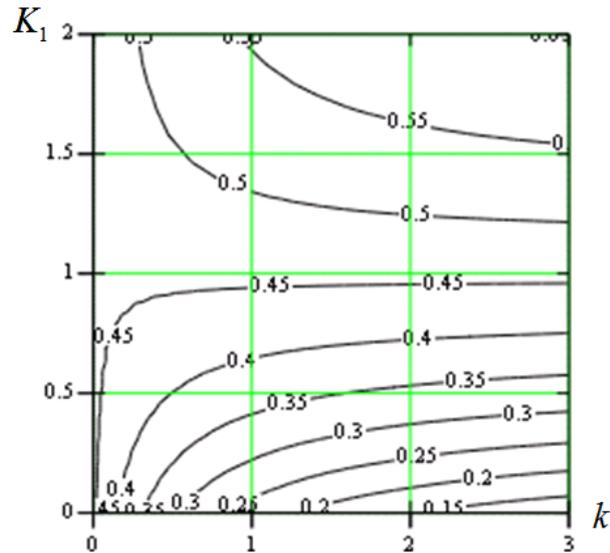
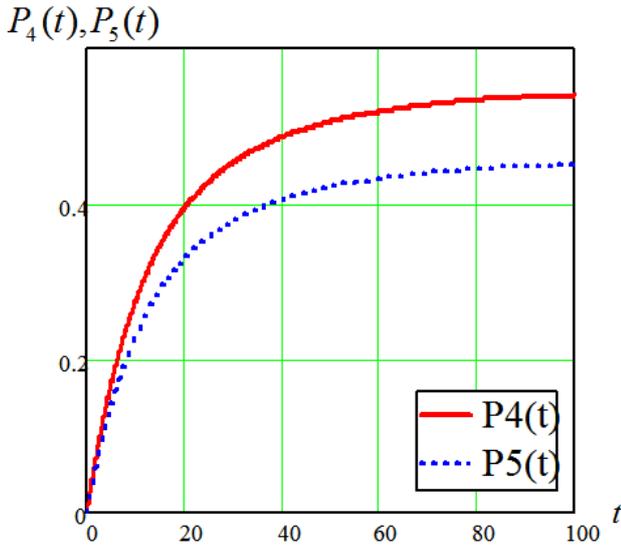
Специфичный характер поведения степени и скорости влияния на значение вероят-

ности выигрышного (проигрышного) состояния основной системы вооружений определяет необходимость проведения анализа поведения вероятности $P_4(K_1, k)$ в зависимости от значений K_1 и k . Полученные зависимости в виде контурного графика значений вероятности для $t=50$ мин. приведены на рисунке 5 б. Из анализа данных зависимостей следует, что для нахождения в состоянии выигрыша основной системы вооружения стороны A с вероятностью $P_4 > 0.5$ необходимо и достаточно иметь преимущество в 20% ($K_1 > 1.2$) для ОСВ и не более 40% ($k > 0.6$) проигрыша в информационном обеспечении и эффективности системы РЭБ.

Помимо условности иерархических конфликтных процессов важным явлением в конфликте является его цикличность. Она может быть представлена процессом последовательного пространственно-частотного поиска при разведке или преодолении системы последовательно расположенных защитных рубежей. В этом случае, двусторонний конфликт можно представить в виде упрощенного циклического графа, приведенного на рис. 6, где, S_1^i — исходное состояние, состояние S_5^i — состояние, характеризующее i -ое действие в условиях конфликта, $h_{15}(t)$ — конфликтно-обусловленная плотность вероятности i -го перехода, $h_{51}(t)$ —

плотность вероятности $i+1$ -го перехода, т.е. наступления последующего конфликта, $h_{11}(t)$ — плотность вероятности перехода к

началу следующей итерации конфликта, минуя конфликтное взаимодействие



а) Зависимость вероятности пребывания в состоянии S_4, S_5

б) Контурный график значений вероятности $P_4(K_1, k)$

Рисунок 5 - Контурный график значений вероятности $P_4(K_1, k)$

Изображение в пространстве преобразований Лапласа вероятности того, что подсистема в малом интервале времени $t, t-dt$ находится в состоянии S_1^i (см. рисунок 6) при нулевых начальных условиях определяется следующим выражением:

$$\tilde{P}_1(S) = P_{51}h_{51}(S)\tilde{P}_5(S), \text{ а для состояний } S_5^i \tilde{P}_5(S) = P_{15}h_{15}(S)\tilde{P}_1(S)$$

где $h_{15}(S)$ — конфликтно-обусловленная передаточная функция объекта, моделирующего i -й переход;

$h_{51}(S)$ — бесконфликтная передаточная функция объекта, моделирующего $i+1$ переход, т.е. наступления последующего конфликта;

$P_{15} \in P_{51}$ — в соответствии с приведенными ранее рассуждениями о вероятности готовности системы к конфликту, вероятности реализации перехода из состояния S_1 в состояние S_5 и наоборот, не зависящие от номера итерации.

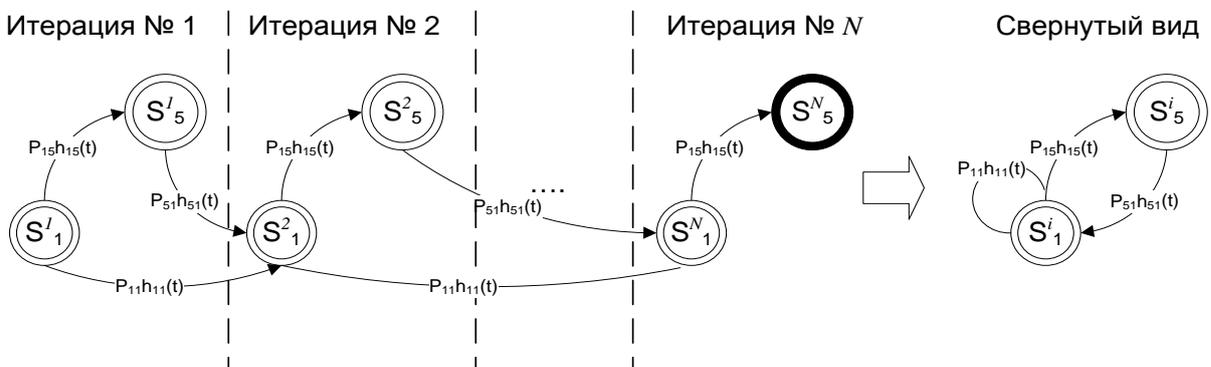


Рисунок 6 - Циклический граф, учитывающий периодичность преодоления системы рубежей



Явление цикличности в конфликтных процессах позволяет применять решения, полученные в прикладной теории случайных потоков [11], отождествляя циклический конфликтный процесс с потоком событий. Используя аппарат производящих функций [13] и их основные свойства, после ряда промежуточных выкладок, для выражений (6) получим выражение для определения изображения вероятности циклического конфликта из n итераций вида

$$\tilde{P}_1(n, S) = (P_{51} P_{15} h_{51}(S) h_{15}(S))^n$$

Физический смысл вероятности циклического конфликта из n итераций $\tilde{P}_1(n, t)$ заключается в том, что эта величина представляет собой вероятность того, что система за время $[t, t+dt]$ совершит успешный n -й переход из состояния S_1 в состояние S_5 , и перейдет в

$$P_1(n, t) = L^{-1} \left[\frac{1}{s} \left(\frac{P_{15} P_{51} \lambda_{15}}{\lambda_{15} + S} \right)^n \right] = (P_{15} P_{51})^n \left(1 - e^{-\lambda_{15} t} \left[\sum_{i=0}^{n-1} \frac{(\lambda_{15} t)^i}{i!} \right] \right) \quad (8).$$

Выражение (8) определяет вероятность того, что конфликтная система за время t совершит не менее n успешных циклов.

При наличии альтернативной траектории протекания i -ой итерации конфликта возникают определенные трудности, связанные с получением обратного преобразования Лапласа сложной степенной функции, представ-

$$\tilde{P}_1(n, t) = \frac{P_{13}^n \lambda_{13}^n t^{n-1} e^{-\lambda_{13} t}}{(n-1)!} + n \cdot t^{n-1} e^{-\lambda_{14} t} \sum_{j=1}^n \frac{\lambda_{13}^{n-j} \lambda_{14}^j P_{13}^{n-j} (1 - P_{13})^j}{j!(n-j)!} \times \quad (9)$$

$$\times {}_1F_1(n-j; n; (\lambda_{14} - \lambda_{13})t)$$

где $\lambda_{13}, \lambda_{14}$ - интенсивности переходов по альтернативным траекториям развития конфликта;

P_{13} - вероятность развития конфликта по траектории первой альтернативы;

${}_1F_1(\alpha; \gamma; z) = \Phi(\alpha, \gamma, z)$ - вырожденная гипергеометрическая функция при $0 < \text{Re } \alpha < \text{Re } \gamma$.

состояние S_1 при этом предыдущие $n-1$ итераций были успешно завершены в интервале времени $(0, t]$ состояние S_5 .

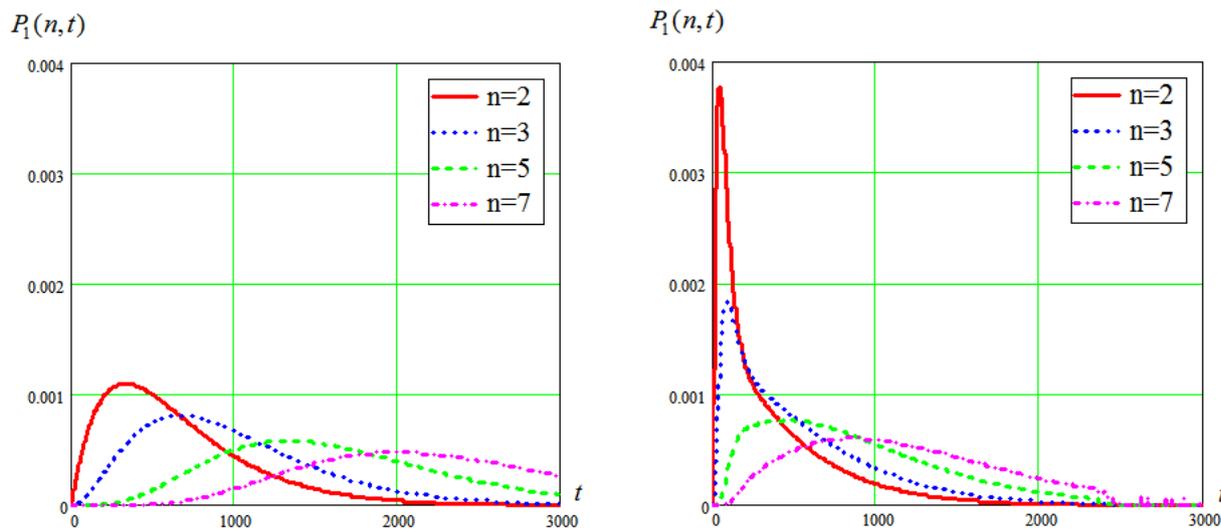
Значения переходной функции процесса преодоления i -го рубежа $h_{51}(S)$ могут быть определены исходя из различных вариантов траекторий протекания i -ой итерации конфликта. Если траектория одна (безальтернативный вариант), то определение переходной функции по выражению (7) и с учетом начальных значений P_{51}, P_{15} не составляет значительных затруднений.

Для этого случая значения вероятности определяются с учетом операции интегрирования оригинала в пространстве Лапласа и исходя из предположения бесконфликтности перехода из состояния S_5 в состояние S_1 , т.е. при $h_{51}(S) = 1$ как

ляющую в случае марковских процессов суммируем экспонент. Используя формулу бинома Ньютона, операции свертки в области преобразований Лапласа, табличные преобразования и интегралы, после ряда преобразований для двух альтернативного процесса получаем обратное преобразование Лапласа выражения (7) в виде

Зависимости плотности вероятности конфликтного процесса из n циклов от времени для различных вариантов развития конфликта при $P_{51} = P_{15} = 1$ представлены на **рисунке 7**. Результаты анализа полученных зависимостей позволяют сделать вывод о возможности обоснования оптимальных значений интенсивностей переходов для различных вариантов развития конфликта





а) безальтернативный вариант

б) вариант с двумя равновероятными альтернативами

Рисунок 7 - Зависимость плотности вероятности конфликтного процесса из n циклов от времени для различных вариантов развития конфликта

Это дает возможность обосновать основные оперативно-тактические требования к комплексам средств активного противодействия, повышения скрытности, комплексной защиты для заранее предполагаемого значения n .

Результаты расчетов вероятности конфликтного процесса из n циклов $P_1(n,t)$ в зависимости от варианта развития конфликта и фиксированного времени цикла при $\lambda_{13} = 0.003$, $\lambda_{14} = 0.03$ представлены на **рисунке 8**. Анализ данных зависимостей позволяет сделать вывод о возрастающем со временем вкладе в значение вероятности успешного развития циклического конфликта дополнительных альтернатив развития конфликта, т.е. применение новых не ординарных, неожиданных для противостоящей стороны стратегий. Это определяет необходимость рассмотрения

применения дополнительных способов и средств, изменяющих траекторию конфликта, например комплекса средств снижения заметности или радиоэлектронного подавления (поражения) при увеличении числа защитных рубежей или изменения стратегий последовательного пространственно-частотного поиска в условиях помех.

Наконец, моделирование процессов конфликтного взаимодействия конкретных систем и средств противостоящих сторон позволяет оценить динамику их поведения и осуществить расчеты основных вероятностно-временных характеристик конфликта при условии формирования воздействий с заданными параметрами, например, при анализе срыва слежения в условиях помех.

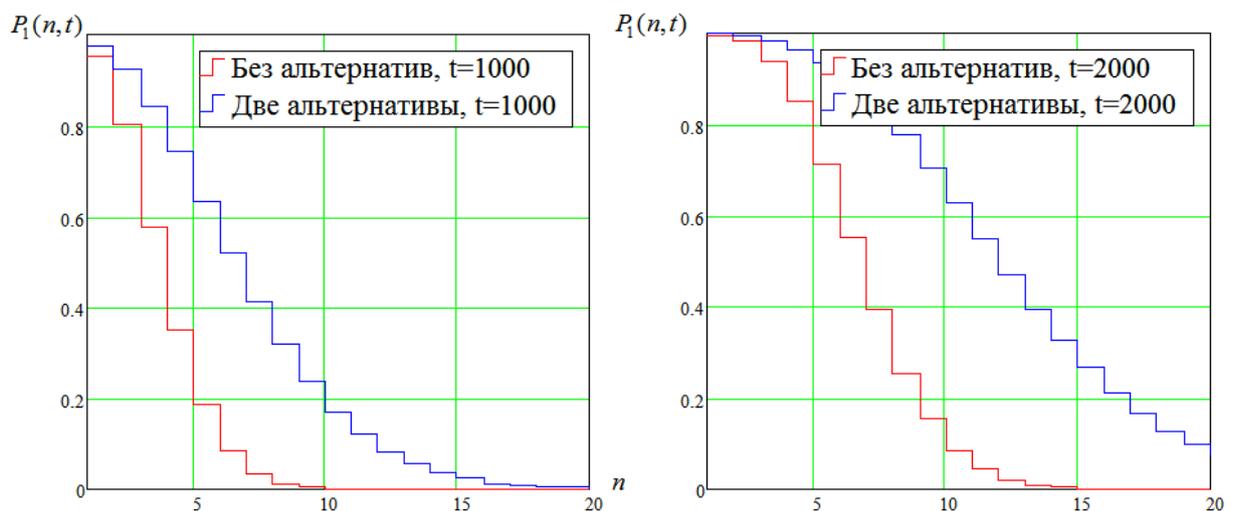


Рисунок 8 - Зависимость вероятности преодоления системы из n рубежей от варианта применения и времени преодоления

Таким образом, была разработана обобщенная модель конфликта ОСВ и применяемых в их интересах системы РЭБ, учитывающей конфликтную обусловленность процессов, одностороннее формирование условий системой РЭБ для конфликта ОСВ и цикличность конфликта. Оценено влияние параметров конфликтного процесса нижнего уровня на результирующий выигрыш в основном конфликте. Выявлены закономерности развития циклического конфликта при двух альтернативных траекториях развития конфликта. Определены методические подходы к обоснованию основных оперативно-тактических требований к комплексам средств активного противодействия, повышения скрытности, системам комплексной защиты на основе вероятностно-временных показателей эффективности двухуровневого конфликта.

Список использованных источников

- 1 Саати Т.Л. Математические модели конфликтных ситуаций. Пер. С англ. Под ред. Ушакова И.А.. – М.: “Сов. Радио”, 1977. – 170 с.
- 2 Сухоруков Ю.С. Динамика ситуационных конфликтов / В кн. Дружинин В.В., Конторов А.С., Конторов Д.С. Введение в теорию конфликта. — М.: Радио и связь, 1989. — с. 280—285.
- 3 Сухоруков Ю. С. , Шляхин В.М. Принципы моделирования динамики взаи-

модействия сторон в условиях радиолокационного конфликта. Радиотехника, 1992. №1-2

4 Губарев В.А., Козирацкий Ю.Л., Шляхин В.М. Особенности моделирования сложного коалиционного конфликта в условиях противодействия. Радиотехника, №6, 1997.

5 Владимиров В.И., Лихачев В.П., Шляхин В.М. Антагонистический конфликт радиоэлектронных систем. Методы и математические модели — М.: Радиотехника, 2004. — 384 с.

6 Козирацкий А. Ю. др. Методический подход к построению моделей информационного конфликта, обеспечивающих детальный анализ выигрышных состояний. - «Информационный конфликт в спектре электромагнитных волн» 2004, №13 - приложение к журналу «Радиотехника».

7 Сухоруков Ю.С., Шляхин В.М. Конфликтно-игровая модель радиолокационного обнаружения целей в условиях противодействия. Радиотехника, № 9, 1991. - с.44-59.

8 Будников С.А. Оценка вероятностных показателей в конфликте информационно-управляющих систем. Системы управления и информационные технологии. Научно-практический журнал. №3(37) 2009. – Москва-Воронеж, Научная книга. с.27-31.

9 Козирацкий А.Ю., Паринов М.Л., Подлужный В.И., Федуквич З.Б. Обосно-

вание характеристик конфликтно-обусловленных переходов в полумарковских вероятностных моделях. Радиотехника, 2006. №9. с.84-87.

10 Гнеденко Б.В., Коваленко И.Н. Введение в теорию массового обслуживания. Изд. 3-е, испр. и доп. – М.: Комкнига. – 2005.- 400с.

11 Большаков И.А., Ракошиц В.С. Прикладная теория случайных потоков. –М.: Сов. радио. 1978, 248с.

12 Каркоцкий В. Л., Шляхин В. М., Яковлев Ю. В. Конфликтно-обусловленные выигрыши сторон в условиях противодействия. Радиотехника, № 7-8, 1992.

13 Тихонов В.И., Миронов М.А. Марковские процессы. М: Сов.радио, 1977.

