

ВПЛИВ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ПІДСЛІДКОВУВАННІ СИСТЕМОЮ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ РОЗВІДКИ НА ПРОЦЕС ЗМІНИ ЕФЕКТИВНОСТІ

У процесі функціонування системи технічних засобів розвідки, в умовах протидії була звернена увага на ряд додаткових факторів. Так передбачалося, що при зміні протиборчими сторонами засобів захисту й протидії зміна ефективності системи відбувається миттєво. Однак у реальних умовах перехід до нового значення ефективності здійснюється відповідно до деякої функції, що описує перехідний процес зміни ефективності. Вид зазначеної функції залежить від змін, де беруть участь засоби захисту й протидії. У роботі розглянуті питання впливу перехідних процесів у випадку підслідковування системою управління технічних засобів розвідки за застосованими противником засобами протидії на процес зміни ефективності.

Ключові слова: перехідні процеси; підвищення ефективності; засоби захисту; засоби протидії.

Постановка проблеми. На сьогодні актуальним залишається питання дистанційного управління по радіо технічними засобами розвідки, існують проблеми природних перешкод та проблеми протидії зі сторони противника, який ставить перешкоди на частотах де працюють ці засоби. В зоні проведення бойових дій противник майже завжди сканує радіоефір і в тому числі частоти які використовуються по радіоуправлінню технічними засобами розвідки.

На сьогодні актуальним науковим завданням є питання впливу перехідних процесів, у випадку підслідковування системою управління технічних засобів розвідки за застосованими противником засобами протидії, на процес зміни ефективності. Що додасть додатковий час на застосування стратегій при роботі технічних засобів розвідки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для рішення поставленого завдання використовується запропонована ігрова модель функціонування складної системи технічних засобів розвідки в умовах протидії [1, 2, 3]. Наразі відома велика кількість методів аналізу та оцінки конфліктуючих сторін [4–9], проте в більшості випадках, коли ці методи не можуть бути повністю застосовані, тому що не враховують впливу перехідних процесів, під час виграшу протидіючих сторін. Тому постає необхідність дослідження впливу перехідних процесів, у випадку підслідковування системою управління технічних засобів розвідки за застосованими противником засобами протидії.

Окреслення невирішеної часткової задачі загальної проблеми (мета статті). Система по радіоуправлінню технічними засобами має специфічне призначення, принципи дії й умови застосування, що обумовлює особливості кількісної оцінки її ефективності. При цьому специфічний прямий показник характеризує ефект, отриманий при досягненні мети функціонування, а прагматичний прямий показник визначає ступінь досягнення мети. (середнє число виконаних завдань, ймовірність досягнення мети).

Метою статті є дослідження впливу перехідних процесів, у випадку підслідковування системою управління технічних засобів розвідки за застосованими противником засобами протидії, на процес зміни ефективності.

Викладення основного матеріалу. В ігровій моделі конфліктуючі системи S_1 і S_2 представляються двома гравцями із протилежними інтересами. 1-й гравець керує засобами захисту та дистанційно управляє технічними засобами розвідки, 2-й гравець керує засобами протидії та створює перешкоди на частотах де працює 1-й гравець [1, 2]. У цій моделі були враховані основні найбільш важливі характеристики, що показують сутність управління засобами захисту й протидії, але в описі процесу функціонування системи технічних засобів розвідки S_1 не була звернена увага на ряд додаткових факторів. Так передбачалося, що при зміні протиборчими сторонами засобів захисту й протидії зміна ефективності системи відбувається миттєво. Однак у реальних умовах перехід до нового зна-

чення ефективності здійснюється відповідно до деякої функції, що описує перехідний процес зміни ефективності. Вид зазначеної функції залежить від змін де беруть участь засоби захисту й протидії.

Визначимо вплив перехідних процесів на ефективність системи S_1 для випадку однобічного підслідкування з боку системи технічних засобів розвідки S_1 за застосовуваними антисистемою S_2 засобами протидії.

У прийнятій в [1,2] ігровій моделі функціонування системи S_1 розглянемо зміни виграшу $a(t)$. Будемо вважати, що для усіх змін стратегій гравців перехідні процеси аперіодичні й описуються показовими функціями. Виходячи із суті гри з однобічним підслідкуванням, виграш $a(t)$ є випадковим процесом. На рис. 1 наведено одна з реалізацій випадкового процесу $a(t)$ протягом відрізка часу T_j^y .

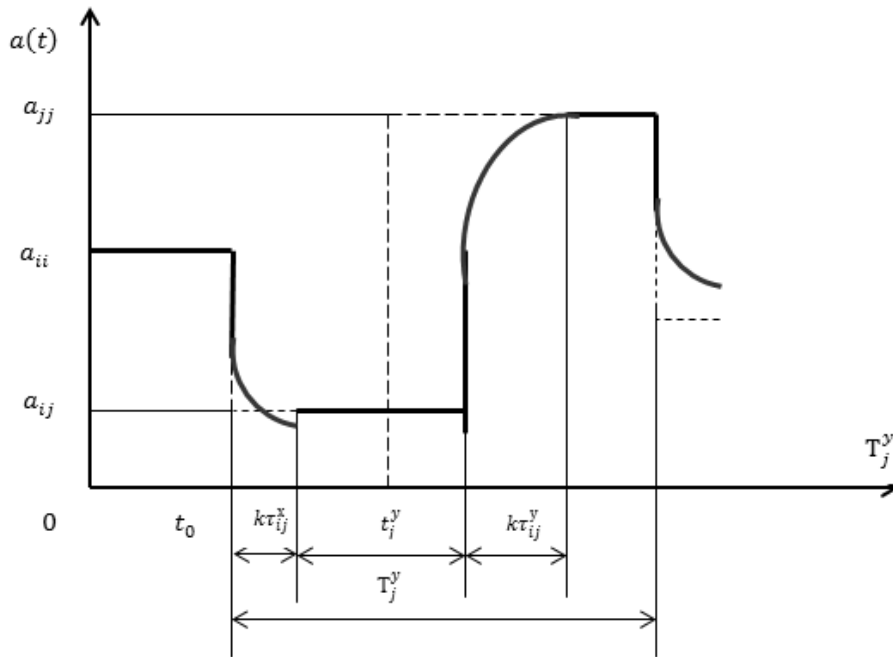


Рис. 1. Реалізація випадкового процесу виграшу $a(t)$ протягом відрізка часу T_j^y

Для порівняння на цьому рисунку штриховою лінією зображена реалізація ступінчатого випадкового процесу $a(t)$ без обліку перехідних процесів.

Зміна виграшу $a(t)$ з урахуванням перехідних процесів відбувається в такий спосіб. До моменту t_0 гравці застосовували стратегії x_i і y_i і виграш був рівний максимальному в i -тому рядку матриці елементу a_{ii} . 2-й гравець, реалізуючи змішану стратегію, у момент t_0 переходить до стратегії y_j .

Оскільки $a_{ii} = \max a_{ij}$, то при $i \neq j$ виграш починає зменшуватись за законом

$$a(t) = a_{ij} + (a_{ii} - a_{ij}) \cdot e^{-\frac{t}{\tau_{ij}^x}}, \quad (1)$$

де τ_{ij}^x – постійна часу перехідного процесу при застосуванні 1-м гравцем стратегії x_i і переході 2-го гравця від стратегії y_i до стратегії y_j . Індекс i показує номер

стратегії 1-го гравця й номер стратегії 2-го гравця (до зміни стратегії), індекс j показує номер стратегії 2-го гравця після зміни. Індекс x означає, що стратегія x_i не міняється.

Виходячи із прийнятого опису перехідного процесу, його тривалість рівна $k_\tau \tau_{ij}^x$, де коефіцієнт k_τ вибирається в залежності від прийнятого рівня закінчення перехідного процесу. Звичайно визначають $2 \leq k_\tau \leq 3$. У вираженні (1) з урахуванням тривалості перехідного процесу діапазон зміни поточного значення часу t рівний

$$t_0 < t < k_\tau \tau_{ij}^x + t_0 \quad (2)$$

Після закінчення перехідного процесу 1-й гравець протягом часу t_j^y здійснює впізнання стратегії y_j . У цей час

$$a(t) = a_{ij} \text{ при } t_0 + k_\tau \tau_{ij}^x < t < k_\tau \tau_{ij}^x + t_j^y + t_0 \quad (3)$$

Провівши впізнання стратегії y_j , 1-й гравець переходить до стратегії x_j . Зміна стратегії викликає ріст виграшу a_{ij} до максимального в j -тому стовпці мат-

риці значення a_{jj} за законом

$$a(t) = a_{jj} - (a_{jj} - a_{ij}) e^{-\frac{t}{\tau_{ij}^y}}, \quad (4)$$

де τ_{ij}^y – постійна часу переходного процесу, при застосуванні 2-м гравцем стратегії y_j і переході 1-го гравця від стратегії x_i до стратегії x_j . Індекс i показує номер стратегії 1-го гравця до зміни стратегії. Індекс j

показує номер стратегії 1-го гравця (після зміни) і номер стратегії 2-го гравця. Індекс y означає, що стратегія y_j не міняється. В цьому випадку діапазон зміни t рівний

$$t_0 + k_\tau \tau_{ij}^x + t_j^y < t < t_0 + k_\tau \tau_{ij}^x + t_j^y + k_\tau \tau_{ij}^y \quad (5)$$

Після закінчення перехідного процесу, викликаною зміною стратегії 1-го гравця, до чергової зміни стратегії 2-м гравцем величина виграшу рівна

$$a(t) = a_{jj} \text{ при}$$

$$a(t) = \begin{cases} a_{ij} + (a_{ii} - a_{ij}) e^{-\frac{t}{\tau_{ij}^x}} \\ a_{ij} \\ a_{jj} - (a_{jj} - a_{ij}) e^{-\frac{t}{\tau_{ij}^y}} \\ a_{jj} \end{cases}$$

при $0 < t \leq k_\tau \tau_{ij}^x$;

при $k_\tau \tau_{ij}^x < t \leq k_\tau \tau_{ij}^x + t_j^y$;

при $k_\tau \tau_{ij}^x + t_j^y < t \leq k_\tau \tau_{ij}^x + t_j^y + k_\tau \tau_{ij}^y$;

при $k_\tau \tau_{ij}^x + t_j^y + k_\tau \tau_{ij}^y < t \leq T_j^y$

(7)

Для наведеної в цій моделі ставиться задача визначення середнього за час T значення виграшу M при умові, що виграш накопичується відповідно з рішенням (7).

Для заданої за допомогою (7) реалізації $a(t)$ обчислимо середнє за час T_j^y значення виграшу a_{cp} по формулі

$$a_{cp} = \frac{1}{T_j^y} \int_0^{T_j^y} a(t) dt. \quad (8)$$

Проведений аналіз дозволяє досліджувати вплив перехідних процесів на рішення гри в такий спосіб. Після завдання постійних часу перехідних процесів і вибору коефіцієнта k_τ , визначаючого рівень закінчення перехідного процесу.

Висновок. Таким чином, введення в модель дода-

ткового параметра еквівалентно зміні основного параметра моделі, не ускладнюючи модель, можна додатковий параметр виразити через основний, що спрощує дослідження моделі й робить доступними для огляду результати дослідження, не приховуючи явищ, що відбуваються.

У системах військового призначення, в складній бойовій обстановці, за рахунок перехідних процесів з'явиться додатковий час на застосування засобів протидії.

Напрямки подальших досліджень. Найбільш актуальним для продовження роботи з вказаної проблеми є впровадження даних інформаційних технологій в роботу дистанційно управляємих технічних засобів розвідки в умовах протидії противника.

ЛІТЕРАТУРА

1. Максименко, Ю. А. Постановка задачи оптимизации модели функционирования сложной системы радиуправления техническими средствами в условиях противодействия / Ю. А. Максименко // Сборник научных трудов SWORLD. – Одеса, 2015. – № 1(38). – С. 11–15.
2. Максименко, Ю. А. Визначення оптимальної стратегії радіоуправління технічними засобами у випадку однобічного підслідування / Ю. А. Максименко // Праці Одеського політехнічного університету. – Одеса, 2015. – № 2(46). – С. 155–159.
3. Максименко Ю.А. Методика визначення структури системи радіоуправління комплексом розвідувальної групи з урахуванням електромагнітної сумісності / Ю. А. Максименко // Конференція ЭЛТЕКС-2016. Электротехнические и компьютерные системы // Одеський політехнічний університет – Одеса, 2016.
4. Катренко А. В. Дослідження операцій: підручник МО / А. В. Катренко – Львів : – Видавництво «Магнолія», 2009.
5. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій: [Підручник] – К. : – 4-те видавництво, 2000.
6. Томашевський В.М. Моделювання систем / В. М. Томашевський – К.: БИУ, 2005.
7. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика / Гмурман В. Е. – М. : Высшая школа, 1999.
8. Спеціальні розділи теорії ймовірностей та математичної статистики: посібник / Більчук В. М. – Х. : ХНУР, 2008. – 226 с.
9. Боровков А. А. Математическая статистика. Оценка параметров. Проверка гипотез / А. А. Боровков. – М. : Наука, 1984. – 472 с.

Ю. А. Максименко,
Военная академия,
г. Одесса, Украина

Влияние переходных процессов при подслеживании системой технических средств разведки на процесс изменения эффективности

В процессе функционирования системы технических средств разведки в условиях противодействия было обращено внимание на ряд дополнительных факторов. Так предполагалось, что при изменении противоборствующими сторонами средств защиты и противодействия изменение эффективности системы происходит мгновенно. Однако в реальных условиях переход к новому значению эффективности осуществляется согласно некоторой функции, которая описывает переходной процесс изменения эффективности. Вид указанной функции зависит от изменений, где принимают участие средства защиты и противодействия. В данной работе рассмотрены вопросы влияния переходных процессов в случае противодействия системой управления технических средств разведки за примененными противником средствами противодействия на процесс изменения эффективности.

Ключевые слова: переходные процессы; повышение эффективности; средства защиты; средства противодействия.

Y. A. Maksymenko,
Military Academy,
Odesa, Ukraine

Impact of transients in case of pursuit system technical means exploration on efficiency process changes

In the process of technical system functioning of technical equipments of reconnaissance in the contraction conditions, attention was draw by the additional factors. It was expected that in case of means of defense and contraction changes by opposing parties the system alternation is taken place immediately. But in real time transition to new equivalent of effectiveness is conducted in accordance to some function that describes transition process of effectiveness changes. The kind of indicated function depends on participants of defense and contraction means. This work is dedicated to the problems of impact of transients on the effectiveness changes in case of pursuit of contraction means used by the enemy's technical reconnaissance equipments system

Key words: transients; increasing of effectiveness; means of defense; means of contraction.

Рецензенти: д. т. н., проф. **М. П. Мусієнко;**
к. т. н., доц. **І. М. Журавська.**

© Максименко Ю. А., 2016

Дата надходження статті до редколегії 15.04.16