

УДК 004.9:621.391.64

С.А. Ходаківський

Управління Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації України
в Житомирській області, Житомир

ДИФЕРЕНЦІАЛЬНО-ІГРОВА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ АКТИВНОГО ЗАШУМЛЕННЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНОЇ ЛІНІЇ ЗВ'ЯЗКУ

Для захисту інформації, яка передається волоконно-оптичною лінією зв'язку запропоновано створити систему активного зашумлення. Ефект від її впровадження оцінено на основі дослідження відповідної моделі, в основу якої покладено диференціально-ігровий метод моделювання процесів нападу на інформацію та її захисту.

Ключові слова: волоконно-оптична лінія зв'язку, система активного зашумлення, диференціально-ігровий метод, ціна гри.

Вступ

Постановка проблеми в загальному вигляді.

Питання захисту волоконно-оптичних ліній зв'язку (ВОЛЗ) знаходиться сьогодні в центрі уваги більшості провідних фахівців з інформаційної безпеки [1 – 5], оскільки фінансові збитки від витоку конфіденційної інформації, що передається ВОЛЗ, становлять серйозну загрозу для державних установ та приватних бізнес-компаній. При цьому величину цих збитків можливо значно зменшити за рахунок застосування сучасних технічних засобів захисту інформації – систем активного зашумлення (САЗ). Але задача створення відповідних систем ускладнюється відсутністю адекватних математичних моделей, а тому є актуальною й потребує свого розв'язання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Аналіз літератури [1 – 14] та інших відкритих джерел дозволяє встановити, що вирішенню проблеми захисту інформації, яка передається ВОЛЗ, від несанкціонованого доступу (НСД) шляхом застосування САЗ приділено незначну увагу. Також встановлено, що подальший розвиток моделей САЗ повинен враховувати динаміку зміни множини можливих несанкціонованих втручань в роботу ВОЛЗ та, відповідно, динаміку захисту інформації.

Мета статті: розробка моделі САЗ ВОЛЗ.

Викладення основного матеріалу досліджень

Перспективним підходом для створення адекватних математичних моделей в сучасній теорії захисту інформації є диференціально-ігровий підхід, що дозволяє адекватно відобразити динаміку процесів нападу на інформацію та оцінювати рівень її захищеності. Використання математичного апарату теорії диференціальних ігор та диференціальних перетворень також дає можливість знаходження умов підвищення ефективності функціонування комплексних систем захисту інформації та сприяє

оптимізації процесів управління ними як у кожному конкретному випадку, так й інформаційною безпекою зокрема [15].

Згідно даного підходу САЗ ВОЛЗ подамо гравцем захисту, задачею якого є забезпечення перебування ВОЛЗ у захищеному стані з деякою ймовірністю $P_0(t)$. Нехай гравець нападу за рахунок використання пасивних та активних каналів витоку інформації намагається забезпечити перебування ВОЛЗ у незахищеному стані з відповідними ймовірностями $P_1(t)$, $P_2(t)$ та $P_3(t)$, де $P_3(t)$ – ймовірність перебування ВОЛЗ у незахищеному стані (стані НСД) під впливом пасивних та активних каналів витоку інформації одночасно. Виходячи із заданої множини станів ВОЛЗ подамо їх графову модель без САЗ (рис. 1) та із її використанням (рис. 2).

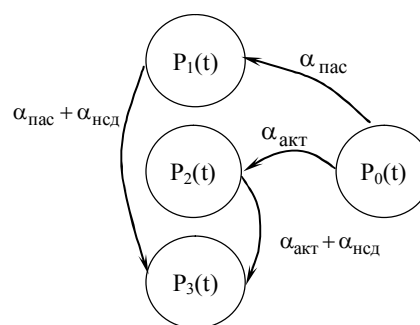


Рис. 1. Графова модель стану ВОЛЗ без застосування САЗ

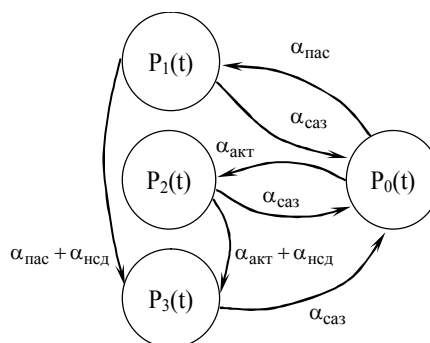


Рис. 2. Графова модель стану ВОЛЗ із САЗ

На рис. 1, 2 колами позначено стани, у яких може перебувати ВОЛЗ. Над стрілками переходів зазначено інтенсивності визначеної групи атак: інтенсивність атаки через пасивний канал витоку інформації за рахунок недосконалості ВОЛЗ з відповідним коефіцієнтом $\alpha_{\text{пас}}$; інтенсивність атаки через активний канал витоку інформації за рахунок дій з боку гравця нападу з відповідним коефіцієнтом $\alpha_{\text{акт}}$; інтенсивність атаки НСД з метою зняття інформації з відповідним коефіцієнтом $\alpha_{\text{нсд}}$; інтенсивність потоку захисних дій, які реалізує САЗ ВОЛЗ з метою недопущення витоку інформації з відповідним коефіцієнтом $\alpha_{\text{саз}}$. Тривалість атаки обмежена на інтервалі часу $t \in [t_0, T]$, де t_0 – час початку атаки, T – час її закінчення. Згідно з [15] визначені інтенсивності є стратегіями гравців нападу та захисту відповідно.

Передбачається, що на момент початку атаки t_0 , ВОЛЗ перебуває в захищеному стані з ймовірністю $P_0(t_0) = 1$. За початкових умов $P_0(t_0) = 1, P_1(t_0) = 0, P_2(t_0) = 0, P_3(t_0) = 0$ та дотримання умов нормування ймовірності $P_0(t_0), P_1(t_0), P_2(t_0)$ та $P_3(t_0)$ являють собою повну групу подій

$$P_0(t_0) + P_1(t_0) + P_2(t_0) + P_3(t_0) = 1. \quad (1)$$

Задачею розробки є побудова диференціально-ігрової моделі САЗ ВОЛЗ $P_0(t)$ та визначення стратегій гравців $\alpha_{\text{пас}}, \alpha_{\text{акт}}, \alpha_{\text{нсд}}, \alpha_{\text{саз}}$.

У формалізованому вигляді інформаційний конфлікт, що протікає у ВОЛЗ під впливом відповідних інтенсивностей на інтервалі $t \in [t_0, T]$ без застосування САЗ (рис. 1) можна подати системою диференціальних рівнянь Колмогорова-Чепмена [15]:

$$\begin{cases} \frac{dP_0(t)}{dt} = -(\alpha_{\text{пас}} + \alpha_{\text{акт}}) P_0(t); \\ \frac{dP_1(t)}{dt} = -(\alpha_{\text{пас}} + \alpha_{\text{нсд}}) P_1(t) + \alpha_{\text{пас}} P_0(t); \\ \frac{dP_2(t)}{dt} = -(\alpha_{\text{акт}} + \alpha_{\text{нсд}}) P_2(t) + \alpha_{\text{акт}} P_0(t); \\ \frac{dP_3(t)}{dt} = (\alpha_{\text{пас}} + \alpha_{\text{нсд}}) P_1(t) + (\alpha_{\text{акт}} + \alpha_{\text{нсд}}) P_2(t). \end{cases} \quad (2)$$

Для ВОЛЗ із САЗ (див. рис. 2) система диференціальних рівнянь (2) набуває вигляду

$$\begin{cases} \frac{dP_0(t)}{dt} = -(\alpha_{\text{пас}} + \alpha_{\text{акт}}) P_0(t) + 3\alpha_{\text{саз}} (1 - P_0(t)); \\ \frac{dP_1(t)}{dt} = -(\alpha_{\text{пас}} + \alpha_{\text{нсд}} + \alpha_{\text{саз}}) P_1(t) + \alpha_{\text{пас}} P_0(t); \\ \frac{dP_2(t)}{dt} = -(\alpha_{\text{акт}} + \alpha_{\text{нсд}} + \alpha_{\text{саз}}) P_2(t) + \alpha_{\text{акт}} P_0(t); \\ \frac{dP_3(t)}{dt} = -\alpha_{\text{саз}} P_3(t) + (\alpha_{\text{пас}} + \alpha_{\text{нсд}}) \times P_1(t) + (\alpha_{\text{акт}} + \alpha_{\text{нсд}}) P_2(t). \end{cases} \quad (3)$$

Відомо [2-14], що інтенсивність атаки через пасивний канал витоку інформації з коефіцієнтом $\alpha_{\text{пас}}$ складається з параметрів на які гравець нападу не може вплинути, однак зняття інформації можливе за рахунок їх існування. Так, найбільший вплив на інтенсивність атаки через пасивний канал витоку інформації вносять Релеєвське розсіювання та розсіювання обумовлене якістю з'єднання оптичних волокон (ОВ), тобто:

$$\alpha_{\text{пас}} = \alpha_{\text{рел}} + \alpha_{3' \text{ едн}}, \quad (4)$$

де $\alpha_{\text{рел}}$ – коефіцієнт розсіювання, що обумовлений Релеєвським розсіюванням; $\alpha_{3' \text{ едн}}$ – коефіцієнт розсіювання обумовлений якістю з'єднання ОВ.

У загальному вигляді $\alpha_{\text{рел}}$ згідно з [10, 13, 14] може бути визначений як

$$\alpha_{\text{рел}} = 4.34 \frac{8 \pi^3 (n_1^2 - 1)}{3 \lambda^4} k \beta T 10^3, \quad (5)$$

де n_1 – показник заломлення серцевини ОВ; k – стала Больцмана, $k = 1.38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К; β – коефіцієнт стискання для кварцу, $\beta = 8.1 \cdot 10^{-11}$ м²/Н; T – температура затвердіння скла при витяжці, $T = 1500$ К; λ – довжина хвилі світлового випромінювання.

Коефіцієнт розсіювання обумовлений якістю з'єднання ОВ $\alpha_{3' \text{ едн}}$ розраховується як [10, 13, 14]

$$\alpha_{3' \text{ едн}} = -10 \log_{10} \left(1 - \frac{S NA}{4 r_c n_0} \right), \quad (6)$$

де S – величина зазору між ОВ; NA – числова апертура, $NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$; n_2 – показник заломлення оболонки ОВ; r_c – радіус серцевини ОВ; n_0 – показник заломлення середовища в зазорі між ОВ.

Інтенсивність атаки через активний канал витоку інформації з коефіцієнтом $\alpha_{\text{акт}}$ обумовлена за рахунок зміни гравцем нападу величини зазору між ОВ S та викривленням волоконно-оптичного кабе-

лю (ВОК) до мінімального радіусу – R_{\min} . Це призводить до збільшення коефіцієнту $\alpha_{\text{акт}}$ в порівнянні з $\alpha_{\text{пас}}$. Отже, коефіцієнт $\alpha_{\text{акт}}$ визначається як

$$\alpha_{\text{акт}} = \alpha_{\text{рел}} + \alpha_{\text{З'єдн}}^{\text{S}} + \alpha_{\text{Викр}}^{\text{R}}, \quad (7)$$

де $\alpha_{\text{З'єдн}}^{\text{S}}$ – розсіювання обумовленні з'єднанням ОВ за рахунок зміни величини зазору S між торцями; $\alpha_{\text{Викр}}^{\text{R}}$ – розсіювання обумовленні макрвикривленнями ОВ за рахунок викривлення ВОК до мінімального радіусу R_{\min} .

Відомо [10, 13, 14], що коефіцієнт розсіювання обумовлений макрвикривленнями ОВ $\alpha_{\text{Викр}}^{\text{R}}$, може бути визначений як

$$\alpha_{\text{Викр}}^{\text{R}} = -10 \log_{10} \left(1 - \frac{2 r_c n_1^2}{R NA^2} \right), \quad (8)$$

де R – радіус викривлення ВОК.

Визначимо коефіцієнти для визначеної групи атак $\alpha_{\text{пас}}$ та $\alpha_{\text{акт}}$ на прикладі броньованого ВОК типу ОКТБг виробництва Одескабель [16] з багатомодовими ОВ. ВОК [16] має наступні параметрами:

$$n_1 = 1.48;$$

$$n_2 = 1.46;$$

$$\text{діаметр ВОК } D_{\text{ВОК}} = 15 \text{ мм};$$

$$R_{\min} = 20 D_{\text{ВОК}};$$

$$\lambda = 1310 \text{ нм};$$

$$r_c = 25 \text{ мкм};$$

$$\text{для } \alpha_{\text{пас}} \quad S = 2 \text{ мкм, для } \alpha_{\text{акт}} \quad S = 3 \text{ мкм};$$

$$n_0 = 1.4 \text{ (гель)}.$$

Таким чином, згідно з (4)–(8), коефіцієнти $\alpha_{\text{пас}}$ та $\alpha_{\text{акт}}$ дорівнюють

$$\begin{aligned} \alpha_{\text{пас}} &= 0.2579 \text{ дБ/км}; \\ \alpha_{\text{акт}} &= 0.2925 \text{ дБ/км} \end{aligned} \quad (9)$$

Визначивши коефіцієнти, що визначають стратегії гравців нападу $\alpha_{\text{пас}}$ та $\alpha_{\text{акт}}$ можливо перейти до визначення коефіцієнта, який визначає стратегію гравця захисту $\alpha_{\text{саз}}$, при цьому врахувавши обмеження на стратегії гравців

$$0 \leq \alpha_{\text{пас}} \leq \alpha_{\text{пас макс}}; \quad (10)$$

$$0 \leq \alpha_{\text{акт}} \leq \alpha_{\text{акт макс}};$$

$$0 \leq \alpha_{\text{нсд}} \leq \alpha_{\text{нсд макс}}; \quad (10)$$

$$0 \leq \alpha_{\text{саз}} \leq \alpha_{\text{саз макс}}.$$

Провівши процедуру Р-модельовання з використанням операційного методу диференціальних перетворень для (2) отримуємо систему спектральних рівнянь в області зображень [15]:

$$\begin{cases} P_0(k+1) = \frac{T}{k+1} [-P_0(k) (\alpha_{\text{пас}} + \alpha_{\text{акт}})]; \\ P_1(k+1) = \frac{T}{k+1} [-P_1(k) (\alpha_{\text{пас}} + \alpha_{\text{нсд}}) + P_0(k) \alpha_{\text{пас}}]; \\ P_2(k+1) = \frac{T}{k+1} [-P_2(k) (\alpha_{\text{акт}} + \alpha_{\text{нсд}}) + P_0(k) \alpha_{\text{акт}}]; \\ P_3(k+1) = \frac{T}{k+1} [P_1(k) (\alpha_{\text{пас}} + \alpha_{\text{нсд}}) + P_2(k) (\alpha_{\text{акт}} + \alpha_{\text{нсд}})]; \end{cases} \quad (11)$$

відповідно для (3):

$$\begin{cases} P_0(k+1) = \frac{T}{k+1} [-P_0(k) (\alpha_{\text{пас}} + \alpha_{\text{акт}}) + 3 \alpha_{\text{саз}} (1 - P_0(k))]; \\ P_1(k+1) = \frac{T}{k+1} [-P_1(k) (\alpha_{\text{пас}} + \alpha_{\text{саз}} + \alpha_{\text{нсд}}) + P_0(k) \alpha_{\text{пас}}]; \\ P_2(k+1) = \frac{T}{k+1} [-P_2(k) (\alpha_{\text{акт}} + \alpha_{\text{саз}} + \alpha_{\text{нсд}}) + P_0(k) \alpha_{\text{акт}}]; \\ P_3(k+1) = \frac{T}{k+1} [-P_3(k) \alpha_{\text{саз}} + P_1(k) \times (\alpha_{\text{пас}} + \alpha_{\text{нсд}}) + P_2(k) \times (\alpha_{\text{акт}} + \alpha_{\text{нсд}})]. \end{cases} \quad (12)$$

Тейлорівська модель процесу, що описує ймовірність перебування ВОЛЗ у захищеному стані визначається в області оригіналів [15] як

$$P_0(t) = \sum_{k=0}^{k=\infty} \left(\frac{t}{T} \right)^k P_0(k). \quad (13)$$

Присвоюючи послідовно цілочислові значення аргументу $k = 0, 1, 2$ для першого диференціального рівняння системи (11) отримуємо набір дискрет

$$\begin{cases} P_0(0) = 1; \\ P_0(1) = -T (\alpha_{\text{пас}} + \alpha_{\text{акт}}); \\ P_0(2) = \frac{1}{2} T^2 (\alpha_{\text{пас}} + \alpha_{\text{акт}})^2; \\ P_0(3) = -\frac{1}{6} T^3 (\alpha_{\text{пас}} + \alpha_{\text{акт}})^3. \end{cases} \quad (14)$$

Набір дискрет для першого диференціального рівняння системи (12) має вигляд

$$\begin{cases} P_0(0) = 1; \\ P_0(1) = -T (\alpha_{\text{пас}} + \alpha_{\text{акт}}); \\ P_0(2) = \frac{1}{2} T^2 (\alpha_{\text{пас}} + \alpha_{\text{акт}}) \times (\alpha_{\text{пас}} + \alpha_{\text{акт}} + 3 \alpha_{\text{саз}}); \\ P_0(3) = -\frac{1}{6} T^3 (\alpha_{\text{пас}} + \alpha_{\text{акт}}) \times (\alpha_{\text{пас}} + \alpha_{\text{акт}} + 3 \alpha_{\text{саз}})^2. \end{cases} \quad (15)$$

Тейлорівська модель процесу, що описує ймовірність перебування ВОЛЗ у захищеному стані без САЗ при наявності пасивного і активного каналів витоку інформації в часовій області з врахуванням (9), (13), (14) має вигляд:

$$P_0(t) = 1 - 0.551t + 0.152t^2 - 0.0278t^3. \quad (16)$$

Відповідно, модель процесу, що описує ймовірність перебування ВОЛЗ у захищеному стані із САЗ в часовій області з врахуванням (9), (13), (15) має вигляд:

$$P_0^{\text{caз}}(t) = 1 - 0.551t + (0.152 + 0.825\alpha_{\text{caз}}) \times t^2 - (0.028 + 0.304\alpha_{\text{caз}} + 0.825\alpha_{\text{caз}}^2)t^3. \quad (17)$$

Рівень захищеності інформації (ціну гри) J_0 подамо через дискрети диференціального спектра [15]

$$J_0 = \sum_{k=0}^{k=\infty} \frac{P_0(k)}{k+1}. \quad (18)$$

Відповідно до (18) рівень захищеності ВОЛЗ без САЗ з врахуванням (9), (14) має вигляд

$$J_0 = 1 - 0.275T + 0.0505T^2 - 0.0069T^3, \quad (19)$$

рівень захищеності ВОЛЗ із САЗ з врахуванням (9), (15) відповідно визначається

$$J_0^{\text{caз}} = 1 - 0.275T + (0.0505 + 0.275\alpha_{\text{caз}}) \times T^2 - (0.0069 + 0.0757\alpha_{\text{caз}} + 0.206\alpha_{\text{caз}}^2)T^3. \quad (20)$$

Для визначення стратегії гравця захисту з коефіцієнтом $\alpha_{\text{caз}}$, а саме оптимальної інтенсивності потоку захисних дій, які реалізує САЗ ВОЛЗ з метою недопущення витоку інформації, дослідимо (20) на екстремум [15]

$$\frac{dJ_0^{\text{caз}}}{d\alpha_{\text{caз}}} = 0, \quad (21)$$

що зводиться до лінійного алгебраїчного рівняння:

$$0.275T^2 - 0.0757T^3 - 0.412\alpha_{\text{caз}}T^3 = 0, \quad (22)$$

розв'язання якого відносно невідомих дозволяє визначити коефіцієнт $\alpha_{\text{caз}}$ в залежності від тривалості атаки T :

$$\alpha_{\text{caз}} = \frac{0.667}{T} - 0.183. \quad (23)$$

Виконання достатніх умов [15]

$$\frac{d^2J_0^{\text{caз}}}{d\alpha_{\text{caз}}^2} < 0; \quad \Rightarrow \quad -0.412T^3 < 0, \quad (24)$$

дозволяє стверджувати, що знайдений параметр (23) є максимумом у рамках обмежень (10), тобто $\alpha_{\text{caз}} = \alpha_{\text{caз max}}$.

Оцінимо рівень захищеності ВОЛЗ J_0 відповідно до (18) для часу моделювання (атаки) $T=1$.

Таким чином, рівень захищеності ВОЛЗ без САЗ (19) рівний $J_0 = 0.769$, а із САЗ (20) та з врахуванням (23) $J_0^{\text{caз}} = 0.817$.

Отже, рівень захищеності інформації, яка передається ВОЛЗ із САЗ збільшується в 1.06 рази.

Для знаходження точної диференціально-ігрової моделі процесу, що описує ймовірність перебування ВОЛЗ в захищеному стані із САЗ застосуємо диференціальні перетворення нетейлорівського типу, які дозволяють більш точно описати процес нападу на інформацію при одноквовій кількості дискрет, що враховуються в диференціальному спектрі [15].

Диференціально-ігрову нетейлорівську модель САЗ $P_0^{\text{NT caз}}(t)$ подамо у вигляді експоненціальних функцій, що є відрізком ряду Діріхле:

$$P_0^{\text{NT caз}}(t) = A_1 \exp(u_1 t) + A_2 \exp(u_2 t), \quad (25)$$

де A_1 , A_2 , u_1 та u_2 – коефіцієнти, що підлягають визначенню.

Згідно (9) та (23) визначені точні аналітичні співвідношення для шуканих коефіцієнтів [15]:

$$A_1 = 0.286T; \quad (26)$$

$$A_2 = 1 - 0.286T; \quad (27)$$

$$u_1 = -\frac{2}{T}; \quad (28)$$

$$u_2 = 0. \quad (29)$$

З урахуванням (26)–(29) точна аналітична диференціально-ігрова нетейлорівська модель САЗ ВОЛЗ, відновлена за експоненціальними функціями у формі (25), дорівнює

$$P_0^{\text{NT caз}}(t) = 1 - 0.286T + 0.286T \times \exp\left(-\frac{2t}{T}\right). \quad (30)$$

Відрізок ряду Тейлора (17) побудований за тими ж вихідними даними, що і модель (30) при врахуванні (23), має вигляд

$$P_0^{\text{caз}}(t) = 1 - 0.55t + \left(0.00039 + \frac{0.551}{T}\right)t^2 - \left(1.83 \cdot 10^{-7} + \frac{0.00052}{T} + \frac{0.367}{T^2}\right)t^3. \quad (31)$$

Про точність моделей (30) і (31) можна стверджувати, обчисливши значення функцій $P_0^{\text{NT caз}}(t)$ та $P_0^{\text{caз}}(t)$, наприклад для часу моделювання (атаки) $T=1$ у точці $t=1$:

$$P_0^{\text{NT саз}}(t) = 0.754,$$

$$P_0^{\text{саз}}(t) = 0.632.$$

Тобто точність моделювання процесів нападу на інформацію нетейлорівськими диференціальними перетвореннями з використанням 4-х дискрет диференціального спектра в 1.19 разів більше порівняно з основними перетвореннями.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Вперше розроблено диференціально-ігрову модель САЗ ВОЛЗ. На розробленій моделі показано, що застосування САЗ дозволяє у 1.06 разів підвищити рівень захищеності інформації, яка передається ВОЛЗ.

Подальші дослідження буде спрямовано на оцінювання ефективності моделі САЗ ВОЛЗ.

Список літератури

1. Хорошко В. А. Методы и средства защиты информации / В. А. Хорошко, А. А. Чекатков. – К. : Юниор, 2003. – 478 с.
2. Ленков С. В. Методы и средства защиты информации. В 2-х томах / С. В. Ленков, Д. А. Перегудов, В. А. Хорошко. – К. : Арий, 2008. – Том II. Информационная безопасность. – 344 с.
3. Поповский В. В. Защита информации в телекоммуникационных системах / В. В. Поповский, А. В. Персиков. – Х. : ООО "СМИТ", 2006. – 238 с.
4. Хорев А. А. Способы и средства защиты информации / А. А. Хорев. – М. : МО РФ, 2000. – 316 с.
5. Бузов Г. А. Защита от утечки информации по техническим каналам / Г. А. Бузов, С. В. Калинин, А. В. Кондратьев. – М. : Горячая линия – Телеком, 2005. – 416 с.
6. Фриман Р. Л. Волоконно-оптические системы связи : 3-е дополненное издание / Р. Л. Фриман. – М. : Техносфера, 2006. – 496 с.

7. Стерлинг Д. Дж. Техническое руководство по волоконной оптике / Д. Дж. Стерлинг [пер. с англ. А. Московченко]. – М. : Лори, 1998. – 195 с.

8. Виноградов В. В. Волоконно-оптические линии связи / В. В. Виноградов, В. К. Котов, В. Н. Нуприк. – М. : ИПК „Желдориздат”, 2002. – 278 с.

9. Шарварко В. Г. Волоконно-оптические линии связи / В. Г. Шарварко. – Таганрог : ТРТУ, 2006. – 170 с.

10. Гринфилд Д. Оптические сети / Д. Гринфилд. – К. : ТИД "ДС", 2002. – 256 с.

11. Скляров О. К. Современные волоконно-оптические системы передачи, аппаратура и элементы / О. К. Скляров. – М. : СОЛОН-Р, 2001. – 237 с.

12. Семенов А. Б. Волоконно-оптические подсистемы современных СКС / А. Б. Семенов. – М. : Академия АйТи / ДМК Пресс, 2007. – 632 с.

13. Бейли Д. Волоконная оптика : теория и практика / Д. Бейли, Э. Райт [пер. с англ.]. – М. : КУДИЦ-ПРЕСС, 2008. – 320 с.

14. Иоргачев Д. В. Волоконно-оптические кабели и линии связи / Д. В. Иоргачев, О. В. Бондаренко. – М. : ЭкоТрендз, 2002. – 282 с.

15. Грищук Р. В. Теоретичні основи моделювання процесів нападу на інформацію методами теорії диференціальних ігор та диференціальних перетворень : монографія / Р. В. Грищук. – Житомир : Рута, 2010. – 280 с.

16. Одескабель ОКЛБз [Електронний ресурс] – Режим доступу : http://www.odeskabel.com/vokrus/index.php?option=com_content&task=view&id=26&Itemid=17.

Надійшла до редколегії 20.03.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.О. Хорошко, Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Київ.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ИГРОВАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ АКТИВНОГО ЗАШУМЛЕНИЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ

С.А. Ходаковский

Для защиты информации, которая передается волоконно-оптической линией связи предложено создать систему активного зашумления. Эффект от ее внедрения оценен на основе исследования соответствующей модели, в основу которой положено дифференциально-игровой метод моделирования процессов нападения на информацию и ее защиты.

Ключевые слова: волоконно-оптическая линия связи, система активного зашумления, дифференциально-игровой метод, цена игры.

DIFFERENTIALLY PLAYING MODEL BY SYSTEM OF ACTIVE NOISE FIBER-OPTIC LINE

S.A. Hodakivskiy

For a protected by information, which is passed a fiber-optic line it is suggested to create the system of active noise. An effect from its introduction is appraised on the basis of research of proper model, in basis of which it is fixed differentially playing method of design of processes of attacking information and its defence.

Keywords: fiber-optic line, system of active noise, differentially playing method, cost of game.