

Міністерство освіти і науки України
УКРАЇНСЬКА АКАДЕМІЯ ДРУКАРСТВА

Квалілогія книги

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

№ 1 (27) / 2015

УДК 004.942

**ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ МОДИФІКАЦІЇ
МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗУВАННЯ**

Б. В. Дурняк¹, М. М. Кляп²

¹Українська академія друкарства,
вул. Підголосько, 19, Львів, 79020, Україна

²ДВНЗ “Ужгородський національний університет”
пл. Народна, 3, Ужгород, 88000, Україна

Досліджено методи модифікації моделей систем прогнозування. Висвітлено прогресивні та монотонні процеси, які відбуваються у компоненті OPr_i . Простежено взаємозв'язок із довкіллям та компонентами системи прогнозування, а також описано структури реалізації процесу OPr_i .

Ключові слова: *методи модифікації моделей систем, прогнозування, система захисту, небезпеки для системи.*

Методи модифікації систем прогнозування можуть бути різноплановими щодо цілі модифікації та впливу на загальний процес функціонування системи, в межах якої використовують відповідне прогнозування. Основними причинами необхідності проведення дослідження методів модифікації є:

- у межах загальної системи модифікація реалізується в автоматизованому режимі;
- залежно від цілей модифікації, вона може поширюватися на суміжні компоненти;
- методи модифікації повинні бути узгодженими з методами розв'язання задач, які реалізуються в компонентах, що підлягають модифікації;
- модифікація системи прогнозування має відповідати цілі розв'язання задачі, яка виходить за межі прогнозування;
- модифікація системи повинна забезпечувати такі зміни значень параметрів, які характеризують ціль розв'язуваної задачі, і модифікація відносно цілі забезпечує позитивну інтерпретацію відповідних змін.

Реалізація процесів модифікацій в автоматизованому режимі передбачає встановлення критеріїв, які визначають доцільність модифікації, та розроблення методів модифікації, які були б придатні для модифікування різних компонент системи і давали можливість реалізувати різні типи модифікацій. В іншому випадку засоби модифікації будуть громіздкими, а їх використання — неефективним. При реалізації автоматизованих засобів модифікації необхідно розробити методи, за допомогою яких можна виявити необхідність її проведення.

Однією з функціонально важливих є компонента, що реалізує процес прогнозування Vp_i . Модель прогнозування, яка описує її $M(PR_i)$, пов'язана з компонентою, що передбачає використання результату ZPr_i , з компонентою, що зумовлює виникнення випадкової величини Vp_i , або з компонентою OPr_i . Для того щоб забезпечити необхідні параметри Vp_i , компонента PR_i , яка реалізує

процес прогнозування PR_p , до останньої повинні подаватися дані, що дозволять в необхідній мірі забезпечити задані параметри Vp_i . У зв'язку з цим може виникнути потреба у певній модифікації відповідної компоненти OPr_i або моделі, що її описує. $M(OPr_i)$ може виявитися ефективнішою з погляду забезпечення заданих параметрів Vp_i завдяки тому, що відповідне розширення $M(OPr_i)$ наблизить до більшої відповідності $M(OPr_i)$ відносно самого процесу OPr_i , оскільки існує поріг такої міри адекватності $\mu[M(OPr_i)]$ до OPr_i , при якій використовувати $M(PR_p)$ не буде необхідності.

Однотимчасне розширення $M(OPr_i)$ та $M(PR_p)$ забезпечує вищу взаємну відповідність між процесами OPr_i та PR_p , що дає змогу уникати функціональних похибок в цілій $S(UPR)$.

Методи модифікації повинні пов'язуватися з ціллю задач, які розв'язуються в межах технологічного процесу. В цьому разі базовою ціллю використання системи прогнозування $S(PR_p)$ є захист DTP від негативних впливів випадкових факторів, які інтегруються як випадкові події Vp_i . Такий зв'язок полягає у тому, що параметри Vp_i мають відповідати тим вимогам, які формуються в межах системи, що розв'язує основну задачу, сформульовану з ціллю функціонування системи. Наприклад, якщо є точність моменту часу, в якій передбачається виникнення Vp_i є δt_i , а для компоненти ZPr_i така точність може бути меншою або рівною Δt_i , де $\Delta > \delta$, то недоцільно модифікувати $M(PR_p)$ для підвищення точності величини параметра δt_i . Тому узгодженість між модифікацією компонент $S(PR_p)$ і ціллю задачі повинна розглядатися не тільки на рівні певних діапазонів, значень і параметрів, а й на рівні збереження певних функціональних можливостей окремих компонент, насамперед компоненти $M(PR_p)$. Прикладом таких функціональних можливостей може бути кількість параметрів, стосовно яких реалізується прогнозування події Vp_i . Здебільшого в межах $M(PR_p)$ реалізується прогнозування відносно одного параметра Vp_p , яким є момент виникнення Vp_i [1, 2]. У разі коли ціллю розв'язання задачі захисту DTP від негативного впливу Vp_p , якщо йдеться про захист системи управління DTP , то крім моменту появи Vp_p , що є параметром часу Vp_p , важливим є параметр, який характеризує тип Vp_i . Прикладом одного з типів Vp_i може бути несанкціонований доступ до системи управління або блокування зв'язку одного з фрагментів програмної системи з іншими фрагментами і т. д. [3].

Логічно прийняти, що модифікація компоненти $M(PR_p)$ призводить до необхідних змін значень параметрів події Vp_p , що прогнозується. Це означає, що модифікація $M(PR_p)$ стосується лише задач прогнозування. Зміни в $M(PR_p)$ можуть спричинити проведення відповідних модифікацій в інших компонентах, найперше в компоненті, яка використовує дані прогнози. Наприклад, якщо в процесі прогнозування розпізнається тип Vp_p , то в моделі зовнішнього процесу $M(ZPr_i)$ повинна існувати можливість протидіяти відповідному типу Vp_p , якщо в $M(ZPr_i)$ такої можливості немає, то ця компонента потребує відповідного розширення.

- Особливістю OPr_i є те, що модифікація $M(OPr_i)$ може бути таких типів:
- модифікація $M(OPr_i)$, яка підвищує міру адекватності $\mu(OPr_i)$ моделі $M(OPr_i)$ відповідному процесу OPr_i ;
 - процес OPr_i може змінюватися таким чином, що ці зміни стають нехарактерними для змін, які уже відбувалися в довкіллі;
 - зміни в OPr_i можуть мати характер різких змін значення параметрів.

Оскільки OPr_i є процесом, що належить до довкілля, то в OPr_i можуть відбутися зміни, які зумовлюють потребу заміни наявних у $M(OPr_i)$ фрагментів на інші, яких в $M(OPr_i)$ немає, а не лише додавання нових змінних. Процеси в OPr_i можуть мати не прогресивний характер. Це означає, що в OPr_i значення параметрів змінюється монотонно, та коли поява нових — не суперечить наявним, а нові лише доповнюють їх, то такі зміни називають прогресивними. Якщо наведені умови не виконуються, то зміни в OPr_i називають непрогресивними або немонотонними. Немонотонний розвиток процесу OPr_i може призводити до необхідності зміни моделі $M(OPr_i)$, що може реалізовуватися на основі використання класу моделей, які стосуються процесів OPr_i , які становлять довкілля.

Крім немонотонних змін, у зовнішньому середовищі можуть відбуватися зміни, що полягають у замінах типів фізичних процесів, які його характеризують. У такому разі виникає необхідність змінювати не лише моделі $M(OPr_i)$, а й зовнішні процеси і, відповідно, моделі $M(ZPr_i)$. Це пов'язано з тим, що при порушенні монотонності в OPr_i принципово змінюється випадкова подія Vp_i , яка використовується в ZPr_i у частині аналізу цієї події, результати якої є основою для формування засобів захисту DTP . Розглянемо прогресивні та монотонні зміни в OPr_i детальніше.

Для конкретнішого аналізу задач модифікації системи прогнозування випадкових подій Vp_i , які визначаються як події, що негативно впливають на DTP , прийемо, що цілком використання системи $S(OPr_i)$ є захист певного технологічного процесу, у цьому випадку — DTP . Обмежимося проблемами захисту електронних інформаційних систем управління, які використовуються в DTP . Для того щоб можна було отримати конструктивні результати, спочатку будемо розглядати проблеми модифікації кожної з компонент окремо.

У межах системи $S(OPr_i)$ усі процеси моделюються, а тому досліджуватимемо відповідні моделі $M(OPr_i)$, $M(OPr_i)$ та $M(ZPr_i)$. Розглянемо модель $M(OPr_i)$. Прийемо, що має місце умова $\mu[M(OPr_i), OPr_i] \neq 1$, або $Ek[M(OPr_i)] < 1$ і $0 < Ek[M(OPr_i)] < 1$.

У разі коли $Ek[M(OPr_i)] = 1$ означає, що $OPr_i \equiv M(OPr_i)$ у межах сформульованої задачі захисту DTP від дії Vp_i . Якщо $Ek[M(OPr_i)] = 0$ означає, що $OPr_i \rightarrow \neg M(OPr_i)$ або $M(OPr_i)$ не відповідає OPr_i . Якщо $\mu[M(OPr_i)] = \min Ek[M(OPr_i)]$, то модель $M(OPr_i)$ є структурою, яка не вміщає в собі жодного фрагмента, який відповідав би частковому опису процесу OPr_i . Єдине, що в цьому випадку є спільним між OPr_i і $M(OPr_i)$, це такий вигляд моделі, який представляє інтерпретацію даних, що сформовані в OPr_i , для моделі прогнозування $M(OPr_i)$ [4]. Ситуацію, коли $Ek[M(OPr_i)] = 1$ не будемо розглядати, бо

в цьому разі відповідає необхідність використання моделі $M(PR_j)$, як зазначалось вище. Якщо має місце співвідношення:

$$\mu[M(OPr_i)] = \max Ek [M(OPr_i)], \quad (1)$$

то це означає, що модель $M(OPr_i)$ повністю описує структуру OPr_i , але вміщає неявні функції, які описують взаємозв'язок між вихідними параметрами $\{x_{i1}, \dots, x_{im}\}$, що передаються в $M(PR_j)$, і вихідними даними, які є аргументами у відповідній неявній функції $x=f(\xi_{ij})$, що входить у структуру $M(OPr_j)$. В цьому разі прийmemo, що модель складається з певних функцій. Погодимось також, що кількість таких функцій n є більша за одиницю. В іншому разі для $M(OPr_j)$ $\mu = \min Ek[M(OPr_j)]$. Такі функції $x_{ij} = f(\xi_{i1}, \dots, \xi_{ik})$ є певною структурою. Це означає, що існує можливість певним чином впорядкувати взаємозв'язок між цими функціями. Прикладом такої структури може бути співвідношення:

$$L = L[x_{ij}^{v1}, \dots, x_{km}^{ve}] = \{[x_{ij}^{v1} = f_1(\xi_{i1}, \dots, \xi_{ik}) \rightarrow x_{ig}^{v2} = f_{i+1}(x_{i1}^{v1}, \dots, x_{ik}^{v1})] \& \& [x_{im}^{v3} = f_{i+k}(x_{i1}^{v1}, \dots, x_{ik}^{v2}, \dots, x_{ie}^{v1})] \dots \& [x_{j1}^{vk}, \dots, x_{jk}^{vh}]\}, \quad (2)$$

де x_{ij}^{ve} — параметр, що використовується в межах моделі $M(OPr_j)$, верхній індекс означає, що відповідна зміна, яка є аргументом, являє собою проміжну зміну, що використовується у внутрішніх перетвореннях у рамках моделі $M(OPr_j)$. Наведене співвідношення означає, що зовнішні фактори, які описують процес OPr_i як зумовлюваний, як мінімум повинні бути визначені на рівні логічних описів взаємозв'язків виділених в цьому процесі змінних. Процеси функціонування OPr_i описані в моделі $M(OPr_j)$, демонструють усі можливі варіанти реалізації OPr_i відповідними зовнішніми чинниками. Це не означає, що в кожному конкретному випадку у процесі функціонування OPr_i беруть участь всі компоненти, які входять у формулу $L = L[x_{ij}^{v1}, \dots, x_{km}^{ve}]$. У багатьох випадках окремі функціональні перетворення, що реалізуються в OPr_i , являють собою послідовну структуру, або:

$$L^* = L_i \{[x_{i1}^{v1} = f_1(\xi_{i1}, \dots, \xi_{ik})] \rightarrow [x_{i2}^{v2} = f_2(\xi_{21}, \dots, x_{i1}^{v1}, \dots, \xi_{2m})] \rightarrow [x_{ik}^{vq} = f_k(x_{ir}^{vm}, \dots, \xi_{ij}, \dots, x_{ig}^{vk})]\}. \quad (3)$$

Розглянемо таке твердження.

Твердження 1. Кожна реалізація процесу OPr_i в $M(OPr_j)$ незалежно від логічності структури $M(OPr_j)$ вибудовується у послідовну структуру.

Формально це можна записати у вигляді співвідношення:

$$\{L = L(x_{ik}^{v1} * \dots * \xi_{ij} * \dots * x_{iq}^{vk}) \rightarrow (x_{ik}^{v1} \rightarrow x_{ie}^{vq} \rightarrow \dots \rightarrow x_{im}^{v3})\}. \quad (4)$$

Для опису логіки процесу OPr_i використовують повну систему операторів $\{\&, \vee, \rightarrow, \neg\}$. Доведення побудуємо на основі послідовного аналізу кожного бінарного оператора. Нехай в L існує пара $x_i \& x_j$. Відповідно до формули $\neg(x_i \& x_j) \Rightarrow \neg x_i \vee \neg x_j$, можна від $x_i \& x_j$ перейти до диз'юнкції. На основі перетворення диз'юнкцій $(\neg x_i \vee x_j) \Rightarrow x_i \rightarrow x_j$ можна перейти до імплікації, яка допускає інтерпретацію послідовного переходу між виділеними подіями x_i, x_j . Апелюючи до того, що система логічних функцій є повною, відповідні перетворення не призведуть до виникнення суперечностей. Усі події, які виділяються в OPr_i , допускають бінарну інтерпретацію, яка означає настання чи нена-

стання чергової x_i або x_j , то в межах $L [x_{ij}^{vl}, \dots, x_{km}^{ve}]$ завжди можна перейти до послідовної структури, або існує виведення:

$$L [x_{ij}^{vl} * \dots * x_{km}^{ve}] \rightarrow [x_{ij}^{vl} \rightarrow \dots \rightarrow x_{km}^{ve}]. \quad (5)$$

Якщо $L [x_{ij}^{vl} * \dots * x_{km}^{ve}]$ на певному етапі функціонування OPr_i стає рівною нулю, то відповідна реалізація одного з варіантів процесу з OPr_i не впливає на DTP , а тому в межах моделі $M(OPr)$ не приводить до формування вхідних змінних для $M(PR_i)$.

Якщо кожен вузол структури $M(PR_i)$ являє собою неявну функцію $x_i^{vj} = f_i(\xi_{il}, \dots, \xi_{ik}, \dots, x_{ie}^{vk}, \dots, x_{ih}^{vm})$, то кожне значення проміжної змінної та відповідної кінцевої змінної x_i інтерпретують як випадкову величину. Модифікація $M(OPr)$ повинна ініціюватися відповідно до загальних параметрів системи. Доцільність реалізації модифікацій має бути зумовлена метою розв'язуваної задачі за допомогою SUB . Щоб говорити про певні цілі функціонування SUB , необхідно перейти до інтерпретації відповідних задач, які були б загальними для всіх розв'язуваних задач та для всіх компонент, що входять до системи. В цьому випадку розв'язування задачі модифікації буде розподілятися по всій системі SUB . Такий розподіл повинен описуватися формальними засобами та впливати з потреби забезпечення такого розв'язку задачі, який відповідав би встановленим відносно системи SUB значенням одночасно декількох загальних параметрів, які будемо називати інтегральними параметрами. Його прикладом може слугувати міра безпеки, яку повинна забезпечувати система SUB , якщо вона орієнтована на розв'язання задач захисту DTP .

Критерії активізації модифікації цілої системи SPR і окремих її компонент стосуються системи і реалізуються окремими компонентами у результаті аналізу їх можливостей стосовно забезпечення необхідного рівня безпеки, яку повинна забезпечити система захисту. Оскільки інтерпретація різних рівнів безпеки системи SUB безпосередньо залежить від конкретних можливостей та вимог об'єкта захисту, яким є DTP , то аналізу об'єкта в цьому аспекті проводити не будемо, а приймемо, що рівні безпеки задано початковими даними, за якими формуються вимоги до рівня безпеки. Введення певного діапазону величини значень для BS ґрунтується на таких фактах:

- забезпечення окремого рівня безпеки потребує певних ресурсів, в цьому випадку — інформаційно-обчислювальних, більшість з яких орієнтована на виконання задачі управління засобами DTP ;
- залежно від вимог, яким повинна відповідати продукція, в межах DTP можна використовувати лише частину засобів, що можуть потребувати певного захисту;
- залежно від режиму роботи DTP , захист може бути потрібний тільки від певного типу загроз;
- рівень захищеності DTP доцільно пов'язувати з реальними загрозами, які не тільки існують в докільлі, а й здійснюють атаки на DTP загалом.

У межах кожного технологічного процесу існує технологічний захист, який реалізується у вигляді окремих функцій DTP . Прикладом можуть бути

засоби перевірки допустимих значень параметрів DTP , частота використання певних параметрів протягом встановленого циклу функціонування DTP та інші. Ці засоби захисту реалізуються в межах системи управління DTP , а тому цей рівень захисту з точки зору SPR дорівнює нулю. Розглянемо граничні значення рівня безпеки DTP , який забезпечується системою SUB .

Фактори, які впливають на рівень захищеності BS , забезпечувані системою захисту SUB :

- кількість типів захисту, які передбачені в $M(ZPr)$;
- захищеність η_p , яка забезпечується одним засобом і може мінятися у межах власного діапазону значень;
- адекватність моделі небезпек, які приймаються як процеси, що зумовлюють виникнення негативних подій Vp_p , які при вибраній інтерпретації називаються атаками на DTP , що можна записати як:

$$\mu [M(OPr_i), OPr_i]. \quad (6)$$

У межах цієї інтерпретації погодимось з положеннями, на основі яких будуватимемо систему захисту $SZ(DTP)$.

Оскільки $SZ(DTP)$ загалом має розглядатися як динамічний процес, то цей аналіз проведемо після того, як розглянемо окремі компоненти та засоби їх модифікації не з загальної точки зору, а з урахуванням функціональної орієнтації цих компонент.

Додатково розглянемо компоненту OPr_i і її модель. Відповідно до наведеної інтерпретації, це сукупність небезпек, яка може ініціювати появу Vp_i в довільний момент часу. Це означає, що $M(OPr_i)$ можна описати співвідношенням, яке відображає інтерпретацію процесів OPr_i і являє собою опис небезпек, наявних у докільні. Окремому процесу відповідає певна небезпека, або:

$$x_{ij}^{vk} = f_i(x_{ie}^{vm}, \dots, x_{i(e+g)}^{vr}), \quad (7)$$

де $x_{ie}^{vm} = f_i(\xi_{i1} * \dots * \xi_{ik})$ — модель окремої небезпеки, яка залежить від зовнішніх параметрів ξ_{ik} , а змінні x_{ij}^{ve} — відповідають параметрам, які виникають в результаті взаємодії небезпеки x_{ij}^{vm} з небезпеками x_{ij}^{vk} . Для спрощення аналізу не розглядатимемо в межах OPr_i взаємодії окремих небезпек між собою, а приймемо, що кожна небезпека x_{ij}^{vm} залежить від власних параметрів ξ_{ij} . Оскільки небезпеки x_{ij}^{vm} , як уже зазначалось, можуть існувати в певному оточенні DTP , але не активізовувати атаки, то виникає завдання визначення ймовірності того, що атаку від окремої небезпеки буде ініційовано. Цей факт в межах $M(OPr_i)$ відображається тим, що функція $x_{ie}^{vm} = f_i(\xi_{i1} * \dots * \xi_{ik})$ задається у неявній формі, а також тим, що в цій функції можуть бути відсутні параметри, які описують або визначають можливість активізації атаки відповідною небезпекою. Тому параметри x_{ie}^{vm} , які визначають певні величини, приймаються як випадкові значення. Це ґрунтується на тому, що на формування величини такого значення x_{ie}^{vm} впливають фактори або аргументи, які визначають, чи x_{ie}^{vm} буде активізуватися, чи ні. Приймемо, що відповідні аргументи ξ_{ij} та їх значення є невідомими. В межах цієї інтерпретації моделі $M(OPr_i)$ модель $M(OPr_i)$ повинна розв'язати задачу прогнозування того факту, що атака певного

типу, яка відповідає типу небезпеки, виникне, і ця випадкова подія визначалась як Vp_i . Якщо розвивати наведену інтерпретацію Vp_i і $M(OPr_i)$, то можна стверджувати, що її модифікація полягає у заміні неявних функцій на явні. Вона може допускати розширення кількості змінних, які використовуються в неявних функціях:

$$\{x_{ij}^{vi} = f_i(\xi_{i1} * \dots * \xi_{ik})\} \rightarrow [x_{ij}^{vi} = a_{i1} \xi_{i1}^2 + \sin \xi_{i2} + \xi_{i3} + a_{i2}] \quad (8)$$

Очевидно, що функція, наведена справа від стрілки, в цьому випадку ілюструє факт явного відображення функції, наведеної зліва від стрілки. Явний вигляд функції $x_{ij}^{vi} = f_i(\xi_{i1} * \dots * \xi_{ik})$ формується на основі додаткових відомостей про відповідну небезпеку.

У конкретному випадку йдеться про автоматизований процес модифікацій. Він реалізується так: у результаті використання неявної функції $x_{ij}^{vi} = f_i(\xi_{i1} * \dots * \xi_{ik})$, отримуємо певне значення x_{ij}^{vi} , яке подається на вхід моделі $M(PR_i)$. Вона із певною ймовірністю визначає, чи подія $V_{pi}(x_{ij}^{vi})$, чи ні. Якщо прогноз підтвердиться, то в рамках $M(PR_i)$ отримуємо значення $y_{ij} \dots x_{ij}^{vi}$. Цю відповідність приймемо як наявність зв'язку між x_{ij}^{vi} та y_{ij} . Пара $[y_{ij}, x_{ij}^{vi}]$ приймається як значення деякої функції y_{ij} , аргументом якої є x_{ij}^{vi} . Коли у межах $M(PR_i)$ набирається певна кількість таких пар, то виникає можливість формувати функцію $y_{ij} = \varphi(x_{ij}^{vi})$ у вигляді полінома, що апроксимує цю залежність. Його позначимо так: $y_{ij} = P_l(x_{ij1}^{vi}, x_{ij2}^{vi}, \dots, x_{ij}^{vi})$. Такий поліном інтерпретується як явний опис функції, що описує залежність між небезпекою та фактом активізації атаки на DTP. Це означає, що подія

$$Vp_i = P_l(x_{ijk}^{vi}), \quad (9)$$

де $(k = 1, \dots, m)$. Завдяки цьому в межах моделі $M(OPr_i)$ замість неявного фрагмента $x_{ij}^{vi} = f_i(\xi_{i1} * \dots * \xi_{ik})$ використовується явна функція, яка визначає можливість виникнення атаки $V_{pi} = P_l(x_{ijk}^{vi})$ незалежно від моделі прогнозування $M(PR_i(x_{ij1}^{vi}, x_{ij2}^{vi}, \dots, x_{ijk}^{vi}))$. Очевидно, що в кожному циклі функціонування $Vp_i = P_l(x_{ijk}^{vi})$ буде приймати різне значення, оскільки початкові зміни $(\xi_{i1} * \dots * \xi_{ik})$, які визначають x_{ij}^{vi} , міняються. Це призводить до того, що значення $Vp_i = P_l(x_{ijk}^{vi})$ буде мати різні величини $Vp_i = \alpha_i$. Якщо таке значення попадає в діапазон величин, в якому відповідна подія Vp_i допускає інтерпретацію атаки, то ця подія передається до моделі $M(ZPr_i)$.

Наведений вище опис відображає один з можливих методів модифікації $M(OPr_i)$, який приводить до того, що модель $M(OPr_i)$ стає адекватнішою процесу OPr_i . В цьому випадку величина адекватності $\mu[M(OPr_i), OPr_i] = Ek[M(OPr_i)]$ вимірюється кількістю замін неявних функцій в $M(OPr_i)$ на явні функції.

Міра адекватності, як було зазначено, визначається опосередковано такими способами модифікацій $M(OPr_i)$, які приводять до того, що $OPr_i \equiv M(OPr_i)$. Оскільки $\mu[M(OPr_i)] = Ek$ задається на інтервалі $[0, 1]$, то:

$$\mu[M(OPr_i)] = (\sum_{i=1}^n ||M(OPr_i)||) / (\sum_{i=1}^n ||OPr_i||), \quad (10)$$

де $||f(x)|| = 1$, якщо $f(x) \neq 1$ і $||f(x)|| = 0$, якщо $f(x) = 0$. Це означає, що чим більше явно заданих функцій, які описують фрагменти в OPr_i , тим більше значення

$\mu[M(OPr_i)]$. Але може виявитися ситуація, коли $\mu [M(OPr_i)]$ досить велике, наприклад $Ek = 0,8$, а рівень безпеки BS порівняно малий або менший від випадку, коли $Ek = 0,99$. Це означає, що заміна $x_{ij}^{vi} = f_i(\zeta_{i1} * \dots * \zeta_{ik})$ на $x_{ij}^{vi} = P_i(x_{ijk}^{vi})$ не відображає реальних загроз, які створюють відповідні небезпеки, що описуються явними функціями. Це може відбуватися тоді, коли характер з фрагмента OPr_i , наприклад $x_{ij}^{vi} = f_i(\zeta_{i1} * \dots * \zeta_{ik})$, змінився настільки, що апроксимація цієї функції поліномом $P_i(x_{ijk}^{vi})$ перестала відповідати реальному стану небезпеки. Така невідповідність виникає через те, що $Vp_i [P_i(x_{ijk}^{vi})]$ не попадає в межі діапазону $[\alpha_i, \beta_i]$, в якому Vp_i визначається як певна подія, що може негативно впливати на DTP , або означає, що атака зі сторони OPr_i не виявлена. Це призводить до відсутності активізації в моделі $M(ZPr_i)$ протидії відповідній атаці Vp_i , і остання успішно реалізує в DTP свою дію. Для розв'язання цієї задачі необхідно дослідити проблему динамічної модифікації системи управління $S(OPr_i)$, яка організує процес функціонування системи $S(PR) = \{M(OPr_i), M(PR), M(ZPr_i)\}$.

Розглянемо деякі аспекти впливу модифікації $M(OPr_i)$ на моделі $M(PR)$ та $M(ZPr_i)$. До них належать такі особливості, що стосуються цих моделей:

- модифікація $M(OPr_i)$ через заміну $x_{ij}^{vi} = f_i(\zeta_{i1} * \dots * \zeta_{ik})$ на $y_{ij} = P_i(x_{ij1}^{vi}, x_{ij2}^{vi}, \dots, x_{ijk}^{vi})$ призводить до необхідності вилучати з процесу прогнозування відповідну подію Vp_i ;
- модифікація $M(OPr_i)$ може полягати не тільки в заміні неявної функції в моделі на явну, а й у змінах структури $M(OPr_i)$.

Така заміна структури реалізується на логічному рівні моделі $M(OPr_i)$ і зумовлюється виникненням взаємодії між різними небезпеками.

Якщо в межах OPr_i виникає нова небезпека відносно тих небезпек, які уже передбачені в $M(OPr_i)$, то виникає задача формування процесу включення цієї нової небезпеки в $M(OPr_i)$ і, відповідно, в $M(ZPr_i)$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Тюрин Ю. Е. Статистический анализ данных на компьютере / Ю. Е. Тюрин, А. А. Макаров. — М. : Инфра-М, 1998.
2. Шурыгин А. М. Регрессия: выбор моделей и устойчивое оценивание / А. М. Шурыгин // Автоматика и телемеханика. — №6. — 1996.
3. Столлинг В. Основы защиты сетей. Приложения и стандарты / В. Столлинг. — М. : Издательский дом «Вильямс», 2002.
4. Поршнев С. В. Компьютерный анализ и интерпретация эмпирических зависимостей / С. В. Поршнев, Е. Б. Овечкина, М. В. Мащенко, А. В. Каплан, В. Е. Каплан. — М. : ООО «Бином-Пресс», 2009.
5. Лихачёв В.В. Основы управления качеством печатной продукции : учебное пособие/ Лихачёв В. В. — М. : МГУП, 1999.
6. Петров А. А. Компьютерная безопасность. Криптографические методы защиты / А. А. Петров. — М. : ДМК, 2000.

RESEARCH OF MODIFICATION METHODS OF FORECASTING MODELS

B. V. Durnyak¹, M. M. Klyap¹

¹*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pidholosko St., Lviv, 79020, Ukraine*

²*SHEE "Uzhgorod National University"
3, Narodna Square, Uzhgorod, 88000, Ukraine*

Modification methods of forecasting models have been researched. Progressive and monotonous processes which take place in the component OPr_i have been reflected. The interconnection has been traced with the environment and components of the forecasting system and the structures of realization of OPr_i process have been shown.

Keywords: *modification methods of the systems models, forecasting, system of defence, danger for the system.*

Стаття надійшла до редакції 22.01.2015.