

УДК 004.056:061.68

Опірський І.Р., к.т.н, ст. викладач, Головатий Т.І., Сусукайло В.А.
Національний університет України «Львівська Політехніка»

ВИБІР ПРОГНОЗНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИ ПРОГНОЗУВАННІ НЕСАНКЦІОНОВАНОГО ДОСТУПУ В ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ ДЕРЖАВИ

Опірський І.Р., Головатий Т.І., Сусукайло В.А. Вибір прогнозних параметрів при прогнозуванні несанкціонованого доступу в інформаційних системах держави. У статті на основі математичного аналізу та теорії статистики визначаються основні прогнозні параметри контролю для підвищення якості прогнозування несанкціонованого доступу в інформаційних мережах держави. Представлено підхід, що дозволяє вирішити задачу вибору прогнозованих параметрів хоч і менш строго але більш простим методом, порівнюючи з методом який на практиці застосовує через його громоздкість і об'єм даних застосувати практично не можливо. Запропонована методика, яка дозволяє упорядкувати сукупність параметрів по степені їх перспективності і на цій основі розділити їх на перспективні (що підлягають подальшому дослідженню) і не перспективні, що виключаються з подальшого розгляду.

Ключові слова: несанкціонований доступ, прогнозні параметри, прогноз, інформаційні мережі держави, екстраполяція, тривалість життя, дисперсія, інтервал прогнозу.

Опирский И.Р., Головатый Т.И., Сусукайло В.А. Выбор прогнозных параметров при прогнозировании несанкционированного доступа в информационных системах государства. В статье на основе математического анализа и теории статистики определяются основные прогнозные параметры контроля для повышения качества прогнозирования несанкционированного доступа в информационных сетях государства. Представлены подход, позволяющий решить задачу выбора прогнозируемых параметров хотя и менее строго но более простым методом, по сравнению с методом который на практике применить из-за его громоздкости и объем данных применить практически невозможно. Предложенная методика, которая позволяет упорядочить совокупность параметров по степени их перспективности и на этой основе разделить их на перспективные (подлежащих дальнейшему исследованию) и не перспективные, исключаются из дальнейшего рассмотрения.

Ключевые слова: несанкционированный доступ, прогнозные параметры, прогноз, информационные сети государства, экстраполяция, продолжительность жизни, дисперсия, интервал прогноза.

Opirsky I.R., Holovaty T.I., Susukaylo V.A. Selecting the forecast parameters in predicting the unauthorized access to the information systems of the state. On the basis of mathematical analysis and statistical theory defines the basic forecast parameters of control to improve the prediction of unauthorized access to information networks of the state. We present an approach to solve a problem of choice of parameters projected although less strongly but a simpler method than the method which is applied in practice because of its complexity and the amount of data to use is virtually impossible. The proposed method, which allows you to organize a set of parameters according to their potential and on that basis, divided them into long-term (subject to further investigation) and not promising, are excluded from further consideration.

Keywords: unauthorized access, forecast parameters, forecast, information networks State, extrapolation, longevity, dispersion, prediction interval.

Вступ. На сьогоднішній день створення системи протидії та захисту (СПЗ) не можливе без дослідження й узагальнення світового досвіду побудови ІТС та їх складових підсистем, ключовим елементом яких є зокрема СПЗ від несанкціонованого доступу (НСД). Математичними забезпеченнями таких систем є моделі процесів нападу на інформацію та її захисту. Основними причинами недосконалості математичного аналізу, що використовується нині, полягає в труднощах формалізації завдань показу та НСД щодо інформації та її захисту, які пов'язані з процесами, що складно формалізуються і змінюють свої параметри протягом функціонування інформаційних мереж держави (ІМД), як складової інформаційно-телекомунікаційної системи (ІТС). У результаті не виконується вимога до компенсаційного аналізу функціонування СПЗ, що приводить до зниження їх ефективності та ускладнення розробки перспективних систем на їх базі. Прогнозування (пророкування) використовується по відношенню до ситуацій чи подій, які по суті унікальні але деякі деталі схожі з деталями інших ситуацій чи подій.

Таким чином питання про створення та подальшого розвитку підходу до прогнозування процесів НСД щодо інформації у ІМД на базі сучасного математичного інструментарію є відкритим і актуальним та потребує детального наукового дослідження. Впровадження засобів обчислювальної техніки для прогнозування НСД вимагає попереднього накопичення статистичних даних про характер змін стану ІМД під час і при впливі НСД і без впливу, що є можливо лише при умові періодичного кількісного контролю. Таким чином на початковому етапі експлуатації мережі єдиною можливою формою прогнозу НСД є контроль стану ІМД. Звідки виходить, що засоби обчислювальної техніки (ЗОТ), а саме персональний комп'ютер (ПК), завжди впроваджуються у вже складену систему, що базується на достатньо високій якості контролю. В цих умовах природно розглянути ПК, як деякий додатковий засіб, що дозволяє, не маючи сформованої системи обслуговування мережі в цілому, покращити її показники і підвищити достовірність передбачення за рахунок впливу на апіорну надійність і захищеність мережі.

Контроль ІМД впливає на ймовірність захищеності контрольованих і обслугованих елементів мережі тільки через умовну ймовірність помилки II роду β .

Задача раціонального вибору прогнозованих параметрів є однією з найважливіших в загальній проблемі забезпечення заданих вимог і достовірності результатів контрольованих параметрів (КП). На важливість цієї задачі вказано в роботі [1], де показано, що при невдалому виборі параметрів прогноз може видатись точним, але не конкретним. Разом з тим, в літературі цьому питанню виділяється порівняно мало уваги [2], що відповідно ускладнює використання наявних методів вирішення задачі прогнозу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Як ми і зауважили, в літературі питанню вибору прогнозованих параметрів, так і питанню прогнозуванню НСД в ІМД виділено мало уваги. Деякими питаннями займалися такі автори: Воробйов А.А., Мельников В.В., Щербаков А.Ю., Дев'янін П.Н., Габович А.Г., Петренко С.А., Цирлов В.Л., Браїловський М.М., Габович А.Г., Горобець А.Ю., Кобозєва А.А., Андрєєв В.І., Козлов В.С., Хорошко В.А., Козлова К.В., Пархуць Л.Т., Горбенко І.Д., Кавун С.В. Окрім того деякі питання пов'язані з послідовною перевіркою прогнозів і їх оцінюванням, наведені у [3]. Для моделювання процесів НСД з інформацією в ІМД широкого використання набули теоретичні моделі безпеки, які досить докладно описані в [4-6]. Сама проблема достовірності інформації, що передається поглиблено досліджувалась, зокрема, в ряді робіт Вольтером, Гуткнехтом, Вейкертом та іншими. [7-9]. Проте дослідження та аналіз проблематики прогнозування НСД в ІМД можна зустріти в наших попередніх наукових роботах [10-13].

Мета дослідження – на основі математичного аналізу та теорії статистики визначити основні прогнозні параметри контролю для підвищення якості прогнозування несанкціонованого доступу в інформаційних мережах держави.

Основна частина. Очевидно, що сама постановка задачі відбору, і можливі методи її вирішення в певному степені і залежить від вибраних критеріїв оцінки придатності для прогнозування того чи іншого параметра. Тут виникають два принципово різних підходи, що розрізняються між собою по строгості вирішення задачі і по об'єму використаної апріорної інформації. Перший з них багато в чому аналогічний методиці де розглядається вибір параметрів контролю мережі. Як і там, за основу відбору приймаються вимоги і достовірності контролю, і всі n параметри мережі впорядковуються в відповідності до степеня їх впливу на результуючу достовірність. Потім з цієї впорядкованої сукупності відбираються $m < n$ найбільш значущих параметрів, прогнозований контроль яких достатній для того, щоб забезпечити задані показники. Такий підхід в принципі дозволяє строго вирішити задачу і кількісно оцінити показники достовірності. З цієї точки зору він є переважним.

Однак сама процедура побудови оптимальної сукупності прогнозних параметрів видається настільки громіздкою, а об'єм інформації, що використовується в процесі вирішення, настільки великим, що на практиці даний підхід може бути реалізований порівняно рідко. На справді, щоб оцінити умовні ймовірності помилок прогнозу α_π і β_π необхідно порівняти істинні значення часу життя T_π з оцінкою T_π^* , отримані в результаті повного вирішення задачі прогнозу, яка вирішується в основному, моделюванням на ЕОМ. Оскільки задача вирішується методом Монте-Карло, необхідне багаторазове моделювання, в результаті чого значно виростають затрати часу на обробку.

Однак навіть не це є основною перешкодою. Самий серйозний недолік полягає в тому, що для вирішення задачі прогнозу потрібно вичерпна інформація про n -мірний випадковий процес $X^{(n)}(t)$, що описує зміни стану мережі в часі. Як правило, в початковий період експлуатації ІМД, коли і виникає необхідність вибору параметрів, така вичерпна інформація відсутня, а її збір і опрацювання є черезмірно важким. Тому на практиці зазвичай потрібно спочатку вибрати прогнозовані параметри, щоб вже для них організувати збір інформації і її обробку.

Вказані обставини дозволяють зробити висновок, що в більшості практичних випадків застосування такої методики виявиться не вигідним або неможливим. В зв'язку з цим набуває актуальність другий підхід, що дозволяє вирішити задачу вибору прогнозованих параметрів хоч і менш строго але більш простим методом. Він базується на двох основних вимогах і властивостях прогнозуючих параметрів сформульованих. Перше з них заключається в тому, що складова $X_h(t)$, $h = \overline{1, n}$ досліджуваного процесу $X^{(n)}(t)$, оцінювана в якості прогнозного параметра, повинна бути достатньо тісно зв'язана з часом життя $T_{жс}$. Друга вимога обумовлена забезпеченням високої ефективності прогнозу, для чого необхідно наявність суттєвих стохастичних зв'язків між сиченнями процесу спостереження.

Перше вимога, очевидно, є основною, оскільки фізично вона означає, що від даного параметра повинна суттєво залежати працездатність мережі, і якщо такої залежності нема, прогноз по даному напрямку марний.

Таким чином, вибираючи прогнозні параметри, в першу чергу необхідно відшукати критерій, що відображає зв'язок розглянутого параметру з часом існування.

В умовах початкового етапу експлуатації зазвичай відомий перелік параметрів мережі, що утворюють вектор $X^{(n)}$, допустиму область $S_p^{(n)}$ і дані досліджень на працездатність і захищеність, що містять відомості про час напрацювання об'єкта до НСД і про характер впливу. Бажано вибрати критерій, що забезпечить відбір перемінних параметрів на основі цієї інформації. Для цього необхідно враховувати кінцеву ціль прогнозного контролю: виявлення елементів мережі, що не задовольняють умові $\Delta T_{\alpha}^* > \tau$, тобто об'єктів з малим часом існування. Припустимо, що складові вектора $X^{(n)}$ незалежні в сукупності.

В результаті досліджень ($R > n$ елементів) з'являється можливість розбити множини n контрольованих параметрів на дві підмножини. В першу з них увійдуть ті $m \leq n$ параметрів, за якими зафіксований хоча б один НСД. Решта $m - n$ параметри увійдуть у другу підмножину, яка в деяких приватних випадках може видатись пустою.

Повертаючись до сформульованої раніше основної задачі прогнозованого контролю, переконуємось, що друга підмножина об'єднує сукупність неперспективних параметрів. Справді, оскільки атаки за даними параметрами не спостерігалось ні на одній з ділянок мережі за весь час досліджень, з відомою ступеню достовірності можна стверджувати, що нижня границя часу існування порівняно мало залежить від них. Тому використання їх для ПК мало перспективно.

Для кожного з параметрів першої підмножини за даними спостережень можна оцінити умовно середній час існування при умові, що атака відбулась саме по цьому параметру:

$$\bar{T}_{Жi}^* = \frac{1}{r_i} \sum_{v=1}^{r_i} T_{Жiv}, \quad (1)$$

де r_i - загальна кількість атак (НСД) на i -му параметрі;

$T_{Жiv}, v = \overline{1, r_i}$ - тривалості життя елементів мережі i -ї групи, отримані в результаті досліджень.

Оцінка (1) для кожного з параметрів першої підмножини і будуть мірою їх перспективності як прогнозованих. Справді, оскільки задача прогнозного контролю – виявлення і визначення елементів з малим залишком часу життя, в першу чергу бажано піддати ПК параметри мережі з найменшим очікуванням часом життя.

Таким чином, запропонована методика дозволяє упорядкувати сукупність параметрів по ступені їх перспективності:

$$\bar{T}_{Ж1}^* \leq \bar{T}_{Ж2}^* \leq \dots \leq \bar{T}_{Жi}^* \leq \dots \leq \bar{T}_{Жn}^*, \quad (2)$$

і на цій основі розділити їх на перспективні (що підлягають подальшому дослідженню) і не перспективні, що виключаються з подальшого розгляду.

При використанні даної методики, висновки якої зазвичай основані на досить обмеженому статистичному матеріалі, можливі суттєві помилки. Ймовірність їх появи і надійність отриманих результатів можна оцінити звичайними методами, за допомогою довірчих інтервалів і довірчих ймовірностей. В цьому випадку, методика втрачає основну перевагу – простоти, що не завжди доцільно. Слід враховувати, що даний етап відбору є попереднім і відбракування на цьому етапі повинні здійснюватись з великою обережністю, хоча вона і досить бажана для великого скорочення простору параметрів, що підлягає подальшому дослідженню.

Як вже вказувалось, параметри, що признані неперспективними в результаті першого етапу, підлягають подальшому вивченню. На другому етапі відбору досліджується випадковий процес вимірювання їх в часі для оцінки точності екстраполяції, що досягається на їх основі.

Таке дослідження зв'язано в першу чергу зі збором статистичних даних про реалізації випадкового процесу, $x_e^{(m)}(i), l = \overline{1, L}, i = \overline{1, T}$, які спостерігаються, в деякі фіксовані моменти часу з номерами i . Індекс l означає, що дана реалізація описує зміни в часі n -го об'єму досліджуваної сукупності L . Введення такої індексації необхідне, так як в протилежному випадку будуть втрачені відомості від стохастичних зв'язків, що існують між різними складовими досліджуваного процесу.

Звичайна статистична обробка отриманої інформації дозволяє оцінити основні числові характеристики апіорного випадкового процесу $X^{(m)}(i), i = \overline{1, I}$, у вигляді набору функцій математичного очікування і дисперсії складових $m_j(i)$ і $D_j(i), j = \overline{1, m}, i = \overline{1, I}$. Разом з центрованими значеннями реалізації досліджуваного випадкового процесу $x_{ij}(i) = x_j(i) - m_j(i), j = \overline{1, m}, l = \overline{1, l}, i = \overline{1, I}$, ця інформація достатня для оцінки точності екстраполяції кожної складової процесу і їх сукупності.

При дослідженні кожної з складових кількісну міру точності екстраполяції природно визначити як відносне зменшення дисперсії апостеріорного випадкового процесу відносно апіорного. Практично для цього зручно застосувати досліджуваний [1] показник ефективності, що змінюється в межах від нуля до одиниці:

$$E_{ej}(i) = 1 - D_j^{PS}(i) / D_j(i), \quad (3)$$

де $D_j^{PS}(i)$ - дисперсія j -ї складової апостеріорного випадкового процесу в момент часу з номером i . Оскільки відповідна апіорна дисперсія $D_j(i)$ відома, для отримання оцінки (3) достатньо знайти тільки апостеріорну дисперсію.

Цілком задовільну для практики точність визначення цієї величини можна отримати на основі канонічного представлення досліджуваної складової в дискретному ряді точок $t_i, i = \overline{1, I}$, при

$$\text{цьому } D_j^{PS}(i) = \sum_{v=\mu+1}^i D_{jv} \phi_{jv}^2(i), i = (\mu+1), I.$$

Як слідує з цього виразу, для даного процесу апостеріорна дисперсія залежить від числа μ відомих значень, використаних при екстраполяції, і номера моменту $i > \mu$ для якого здійснюється прогноз. Очевидно, що для забезпечення порівняння результатів ці вихідні дані повинні зберігатись постійно для всіх складових.

Деякі рекомендації по можливому об'єму даних контролю даються в роботі [15]. Оскільки інтервал прогнозу в умовах конкретної задачі зазвичай відомий, то ці дані в сукупності і визначають умови, при яких повинні визначатись апостеріорна дисперсія.

Її наявність, в свою чергу, дозволяє за допомогою формули (3) оцінити ефективність екстраполяції кожного з перспективних параметрів і таким чином створити передумови для оцінки їх придатності в якості прогнозованих. В результаті з'являється можливість побудувати упорядкований ряд ефективностей

$$E_{e1}(i) \leq E_{e2}(i) \leq \dots E_{ej}(i) \leq \dots E_{em}(i), \quad (4)$$

що являється основою для подальшого аналізу. Склад і об'єм цього аналізу в певній мірі залежить від отриманих результатів. Очевидно, що найбільш зручний для практики є випадок, коли ряд ефективності (4) співпадає з рядом (2). При цьому залишається здійснити лиш операцію відбору. Однак така ситуація спостерігається досить рідко в результаті чого зазвичай необхідно оцінювати наслідки і досліджувати причини неузгодженостей, що виникли.

Оскільки ця операція достатньо складна, її доцільно проводити лише в тих випадках, коли неузгодженості визнаються суттєвими. Будемо припускати, що неузгодженості не суттєві, якщо всі члени ряду (4) відмінні від нуля, за виключенням невеликої кількості останніх членів ряду (2). Якщо ж ефективність екстраполяції найбільш перспективних параметрів рівна нулю то неузгодженість будемо рахувати суттєвою і такою, що потребує детального дослідження.

Як слідує з (4), рівність нулю ефективності екстраполяції виникає в тих випадках, коли операція екстраполяції не зменшує дисперсії апостеріорного процесу в порівнянні з апіорним. В цьому випадку в першу чергу необхідно в'яснити причини цього явища. Як витікає з формули (3) для апостеріорної дисперсії ефективність екстраполяції рівна нулю при умові

$$\sum_{v=1}^{\mu} D_{jv} \phi_{jv}^2(i) = 0, \quad (5)$$

тобто, коли відкидання перших членів суми у виразі для апіорної дисперсії процесу не дає ефекту.

Очевидно, що у всіх випадках, крім тривіального $D_{jv} = 0, v = \overline{1, \mu}$, виникнення такої ситуації пояснюється властивостями координатних функцій досліджуваного процесу.

Як відомо [16], властивості координатних функцій процесу однозначно зв'язані з властивостями його кореляційної функції і відображає кореляційну залежність між випадковими коефіцієнтами V_v і значеннями процесу $X(t)$. Відомою властивістю кореляційних залежностей є затухання зв'язку по мірі зростання інтервалу між досліджуваними величинами.

Звідси витікає одна з очевидних причин виконання умови (5) – досить високий інтервал прогнозу, такий, що на його протяжності кореляційні зв'язки в процесі повністю затухають.

Справедливість цієї припустимості перевіряється, повторним визначенням ефективності при зменшеному інтервалі прогнозу. Якщо в результаті неузгодженість стає не суттєвою, то даний етап аналізу закінчується.

Можливо, виникне ситуація, при якій $\varphi_{i,v}(v+1) = 0, v = \overline{1, \mu}$, тобто відсутній зв'язок між сусідніми сиченнями процесу. Це вказує на принципову неможливість використання даного параметру для прогнозування, в результаті чого суттєве неузгодженість двох визначених послідовностей усунути стає складно.

Якщо встановлений факт принципової непридатності параметру для екстраполяції, то єдиним можливим шляхом усунення суттєвого неузгодження є пошук ефективної заміни його, тобто задача вибору прогнозованих параметрів із заданої обмеженої сукупності $X^{(n)}$ є більш складною задачею пошуку. В цьому випадку необхідно більш глибокий аналіз об'єкта контролю (елемента ІМД) для конкретизації сукупності параметрів, від яких залежить параметр, що підлягає заміні. Якщо така сукупність визначена то в ній новий прогнозний параметр (або декілька таких параметрів) можна визначити раніше запропонованим методом.

Після того як суттєва неузгодженість двох розглянутих послідовностей тим чи іншим способом усувається, залишається остання задача – відбір з отриманої сукупності параметрів тих, які будуть фактично використані в якості прогнозованих. Сенс цього відбору заключається в тому, що кожен зайвий параметр означає відповідне збільшення об'єму пам'яті ЕОМ, необхідної для запам'ятовування апіорної інформації про процес і для рішення задачі прогнозу.

Оскільки всі параметри, що належать розгляду, належать до числа перспективних, природнім критерієм значимості кожного з них є досягнута з його використанням точність екстраполяції. Однак тут мова вже йде про екстраполяцію векторного випадкового процесу $X^{(m)}(t)$, для якого міра ефективності екстраполяції поки що не визначена. По аналогії з (3) її можна задати як

$$E_e^{(m)}(i) = 1 - \left[\sum_{j=1}^m D_j^{PS}(i) \right] / \left[\sum_{j=1}^m D_j(i) \right], \quad (6)$$

де $D_j(i)$ і $D_j^{PS}(i)$ - дисперсія j -ї складової, апіорного і апостеріорного процесу відповідно.

З використанням критерію (6) найпростіше вирішується задача для незалежних в сукупності параметрів. В цьому випадку всі дисперсії, що входять в (6) вже відомі з попередніх етапів розрахунків. Тому легко обчислити граничну досягну ефективність при $m = n$.

Далі відбір відбувається по максимуму рядності $D_j(i) - D_j^{PS}(i)$ і закінчується тоді, коли введення на розгляд чергового параметру вже не буде викликати приросту показника ефективності.

Більш складна ситуація виникає у випадку залежних параметрів. При цьому інформація контролю, отримана по одній із складових, призводить до зміни дисперсії всіх інших, що і змушує змінити порядок відбору. В цьому випадку першим з параметрів, що відбирається в результативну сукупність є той, для якого виконується умова

$$D_{j^*}^{PS} = \min_j \sum_{j=1}^m D_j^{PS}(i) \quad (7)$$

Фактично цей параметр можна визначити методом перебору, причому для кожного з досліджуваних параметрів необхідно будувати векторне канонічне розкладання, в якому даний параметр грає роль першої складової. Після того, як цей параметр знайдений, визначають значення показника ефективності (5) і оцінюють його задовільність. Якщо, визнано необхідним підвищити ефективність то шукається другий по значимості параметр при фіксованому першому. Тут також застосовується метод перебору $m-1$ залишкового параметру, кожен з яких використовується в якості другої складової у векторному канонічному розкладанні. В даному випадку оптимальним визнається той параметр, екстраполяція якого забезпечує максимальне зменшення апостеріорної дисперсії (7). Описана процедура продовжується до тих пір доки отримані результати не будуть визнані задовільними.

Висновки. В статті представлено підхід, що дозволяє вирішити задачу вибору прогнозованих параметрів хоч і менш строго але більш простим методом, порівнюючи з методом який на практиці застосувати через його громіздкість і об'єм даних застосувати практично не можливо. Він базується на двох основних вимогах і властивостях прогнозуючих параметрів сформульованих. Перше з них заключається в тому, що складова $X_h(t), h = \overline{1, n}$ досліджуваного процесу $X^{(n)}(t)$, оцінювана в якості прогнозного параметра, повинна бути достатньо тісно зв'язана з часом життя $T_{жс}$. Друга вимога обумовлена забезпеченням високої ефективності прогнозу, для чого необхідно наявність суттєвих стохастичних зв'язків між сиченнями процесу спостереження.

Визначено, що вибираючи прогнозні параметри, в першу чергу необхідно відшукати критерій, що відображає зв'язок розглянутого параметру з часом існування. Оцінка для кожного з параметрів першої підмножини і будуть мірою їх перспективності як прогнозованих, в першу чергу бажано піддати ПК параметри мережі з найменшим очікуванням часом життя.

Запропонована методика дозволяє упорядкувати сукупність параметрів по степені їх перспективності і на цій основі розділити їх на перспективні (що підлягають подальшому дослідженню) і не перспективні, що виключаються з подальшого розгляду.

При використанні даної методики, висновки якої зазвичай основані на досить обмеженому статистичному матеріалі, можливі суттєві помилки. Ймовірність їх появи і надійність отриманих результатів можна оцінити звичайними методами, за допомогою довірчих інтервалів і довірчих ймовірностей. В цьому випадку, методика втрачає основну перевагу – простоти, що не завжди доцільно.

Доведено, що якщо встановлений факт принципової непридатності параметру для екстраполяції, то єдиним можливим шляхом усунення суттєвого неузгодження є пошук ефективної заміни його, тобто задача вибору прогнозованих параметрів із заданої обмеженої сукупності $X^{(n)}$ є більш складною задачею пошуку. Фактично цей параметр можна визначити методом перебору, причому для кожного з досліджуваних параметрів необхідно будувати векторне канонічне розкладання, в якому даний параметр грає роль першої складової. Після того, як цей параметр знайдений, визначають значення показника ефективності і оцінюють його задовільність. Якщо, визнано необхідним підвищити ефективність то шукається другий по значимості параметр при фіксованому першому.

Напрямом подальшого дослідження є визначення методики прогнозування НСД в ІМД, розробка алгоритмів для паралельного і послідовного прогнозування, визначення найбільш достовірних і якісних методів прогнозу та реалізація їх на практиці.

1. Васильев Б.В. Прогнозирование надежности и эффективности радиоэлектронных устройств—М: Сов.радио,1981.-198с.
2. Мозгальский А.В. Техническая диагностика судовой автоматики/ Мозгальский А.В., Волінский В.М., Гаскаров Д.В.—Л:Судостроение, 1992.-342с.
3. Тартановский А.Г.Адаптивные алгоритмы последовательной проверки гипотез и оценивания параметров / Тр. МФТИ. Радиотехника и электротехника, 1979.—с.29-31;
4. Мельников В.В. Безопасность информации в автоматизированных системах—М: Финансы и статистики, 2003.—368с.
5. Браїловський М.М. Технічний захисту інформації на об'єктах інформаційної діяльності/ Браїловський М.М., Головань С.М., Домарев В.В.—К: Вид. ДУІКТ, 2007.—178с.
6. Девянин П.Н. Теоретические основы компьютерной безопасности/ Девянин П.Н., Махальський О.О., Правиков Д.І., Щербаков А.Ю.— М: Радио и связь, 2000.-193с.
7. Gutknecht, W., Die Sicherheit einer Nachricht als Funktion der Bandbreiten und der Störungen in Nachrichtenkanalen und den Analogrechnern zur Nachrichtenentzerrung. Staatsexamensarbeit—Arb.,Univ. Marburg(Lahn), 1983-308z;
8. Kran В.М. Beitrag zur Theorie der Optimierung gesturter linearer Unertragungskandle unter Berücksichtigung der optimalen Informationsübertragung. Diss. TH Karl-Marx-Stadt, 1987.—204z;
9. Luhn K., Weinerth H., Wolter H., Zur Frage der Fehlerfortpflozung und Sicherheit bei der Übermittlung von elektronischen analogrechnern zur Rückrechnung, АЕв, 15,1981.—455—466z.
- 10.Опирський І.Р. Технології попередження та прогнозування НСД на основі математичного апарату Басовських не усічених процесів прийняття рішень/СНУ ім. В.Далія: Інформаційна безпека №3(15), 2014.—с.52-60;
- 11.Опирський І.Р. Оптимізація послідовних процесів прийняття рішень при умовно екстремальній постановці задачі/СНУ ім. В.Далія: Інформаційна безпека №4(16), 2014.—с.120-127;
- 12.Опирський І.Р. Особливості процедури прогнозування несанкціонованого доступу/ НАУ: Захист інформації, спецвипуск, 2014.—с.74-80;
- 13.Опирський І.Р. Проблематика основного постулату прогнозування НСД/ ДНДІ МВС України: Сучасна спеціальна техніка №2(41),2015.—с.3-9;
- 14.Протопопов В.А. Инженерный метод построения гибких программ диагностики состояния сложных систем—К: КДНТП,1992.—92с.
- 15.Пугачев В.С. Теория случайных функций.Изд 2-ое—М:Физматгиз,1989.-326с.