

УДК 004.621.5

В.О. Хорошко, М.П. Тимченко

Національний авіаційний університет, Київ

## ОЦІНКА ПАРАМЕТРІВ БЕЗПЕКИ ЗВ'ЯЗКУ

У даній статті розглядається статистична оцінка параметрів розподілу ймовірності порушень безпеки зв'язку і основи моделювання при оцінці стану безпеки в контрольованій системі зв'язку.

**Ключові слова:** безпека зв'язку, оцінка параметрів безпеки, ймовірність порушень.

### Вступ

Захист систем зв'язку спеціального призначення (СЗСП) включає в себе визначення можливих каналів витоку інформації з об'єкта зв'язку (ОЗ), який захищається, оцінку можливості самої інформації, розробку заходів щодо попередження її витоку або розкрадання, а також оцінку параметрів забезпечення безпеки зв'язку.

Визначення потенціальної цінності інформації дозволяє подумати, в першу чергу, про безпеку СЗСП, яка забезпечує передачу найбільш важливої конфіденційної інформації, втрата якої може нанести великої шкоди інтересам держави або організації.

Тому об'єкти зв'язку спеціального призначення та інформація, що циркулює на них, підпадають під дію законів України «Про інформацію» та «Про державну таємницю». Метою захисту є попередження або здійснення неможливості порушення цілісності інформації. Тобто, вона досягається застосуванням комплексної технічної системи захисту інформації, параметри якої необхідно контролювати [1 – 3].

**Метою даної статті** є розгляд статистичної оцінки параметрів розподілу ймовірностей, порушень безпеки зв'язку (БЗ) і основи моделювання при оцінці стану БЗ в системі зв'язку спеціального призначення.

### Основна частина

Нехай СКБЗ володіє деякими результатами контролю, тобто даними (зазвичай обмеженими) про кількість порушень БЗ в СЗСП. Ці дані можуть представляти інтерес у сенсі інформації про стан того чи іншого об'єкта зв'язку (ОЗ) з точки зору БЗ в ньому. Статистичні проблеми (або завдання) виникають тоді, коли на основі тієї ж інформації необхідно зробити висновки щодо більш широкого кола явищ. Природно, що висновки і оцінки, засновані на обмеженому матеріалі, відображають лише випадковий стан БЗ в СЗСП, а тому необхідно вважати їх наближеними оцінками ймовірнісного характеру (наприклад, оцінку стану БЗ, визначену за допомогою коефіцієнта Д). Однак, у багатьох випадках теорія дозволяє найкращим чином використовувати

наявну інформацію для отримання, за можливістю, найбільш точних і надійних характеристик, вказуючи при цьому ступінь надійності отриманих висновків, пояснювану обмеженістю запасу даних. Саме можливість такого роду оцінок та надає цим висновкам наукову цінність.

В основу контролю безпеки зв'язку (КБЗ) покладено вибірковий метод з генеральної сукупності, тобто із сукупності всіх елементів або СЗСП. При цьому, якщо вибірка достатньо повно інтерпретує пропорції генеральної сукупності, то вона називається репрезентативною (представницькою). Крім того, така вибірка має випадковий характер. Однак, у разі КБЗ вибірка може бути випадковою, не випадковою і займати проміжне значення, що найбільш характерно при вибіркового КБЗ. Таку вибірку називають механічною.

Визначення якості КБЗ і оцінка стану БЗ в даному випадку зводиться до статистичної оцінки їх параметрів розподілу. Слід зауважити, що будь-яке значення шуканого параметру, вчислене на основі обмеженого числа дослідів, завжди буде містити елемент випадковості. Практично статистичним шляхом можна отримати лише наближені значення параметрів розподілу, тобто їх статистичні оцінки, що відразу ж викликає необхідність оцінки точності наближених значень параметрів розподілу.

Під точковою оцінкою точності оцінюваного параметра згідно загальної теорії похибок вимірювань приймається середня квадратична похибка або окремого результату спостережень, або його ймовірнішого значення (середнього арифметичного або середньовиваженого). Однак, така оцінка не характеризує надійності її отримання. Зауважимо, що будь-яка точкова статистична оцінка є наближеною, вона має певний сенс лише тоді, коли вказані межі можливих значень, тобто з відомою ймовірністю визначений інтервал, накриваючий оцінюваний постійний параметр. Така ймовірність обумовлює рівень надійності статистичної оцінки і називається довірчою ймовірністю або коефіцієнтом довіри. Тому певний інтервал також називається довірчим.

Тут слід зауважити, що термін "оцінка" застосовується як би в подвійному сенсі: з одного боку,

він висловлює наближене значення параметра розподілу, а з іншого служить характеристикою точності цього наближеного значення.

Вибірковий метод дозволяє забезпечити відшукання точності статистичних оцінок при певному рівні надійності, тобто з тієї чи іншою ймовірністю. Точність та надійність статистичних оцінок взаємно пов'язані. У всякому разі зіставлення статистичних оцінок точності можливе лише при одному і тому ж рівні надійності. Щоб уникнути плутанини, термін "оцінка", якщо це стосується оцінки параметрів розподілу, називається статистикою. При цьому статистика повинна задовольняти наступним чотирьом умовам, спроможності, незміщеності, ефективності і достатності.

Перша умова полягає в збіжності статистики по ймовірності до оцінюваного параметру. Якщо позначити через  $\tilde{\theta}$  статистику, а оцінюваний параметр через  $\theta$ , то першу умову при будь-якому  $\varepsilon > 0$  можна представити у вигляді

$$P(|\tilde{\theta} - \theta| < \varepsilon) \rightarrow 1. \quad (1)$$

Друга умова полягає у відсутності систематичної похибки в самій статистиці, тобто при будь-якому числі даних КБЗ має виконуватися рівність

$$M(\tilde{\theta}) = \theta, \quad (2)$$

де  $M$  – символ математичного сподівання.

Якщо  $M(\tilde{\theta}) > \theta$ , то статистика вважається позитивно зміщеною. При  $M(\tilde{\theta}) < \theta$  вона негативно зміщена.

Третя умова – ефективність статистики. Кращою або більш ефективною вважається та статистика, дисперсія якої менше.

Четверте умова запозичена з теорії інформації. Статистика вважається достатньою лише тоді, коли вона вбирає в себе всю інформацію, яку дають результати КБЗ.

Такі вимоги до статистики вперше були сформульовані А.А. Марковим, а потім розвинені Р. Фішером у вигляді методу максимальної правдоподібності. Статистика, знайдена цим методом, називається ще правдоподібною.

З точки зору оцінки стану БЗ в СЗСП, четверта умова, безсумнівно, грає дуже істотну роль. Тому для даного випадку предстает доцільним запровадити такі додаткові умови до достатньої статистики:

- інформація, що доставляється статистикою, повинна співпадати з інформацією в структурі СЗСП;

- інформація, що доставляється статистикою, не повинна перевершувати інформації, що міститься в структурі СЗСП;

- інформація, що доставляється статистикою, повинна, по можливості, дорівнювати інформації

всієї структури СЗСП,

- інформація, що доставляється однією з двох еквівалентних статистик, повинна бути однаковою;

- інформація, що доставляються парою незалежних статистик, дорівнює сумі інформації від кожної з них.

Основним параметром у справі оцінки стану БЗ взагалі є ймовірність. З точки зору максимальної правдоподібності, функція правдоподібності  $L$  для відшукування найбільш достовірної оцінки ймовірності може бути представлена у вигляді:

$$L = p^m (1-p)^{n-m}, \quad (3)$$

де  $p$  – ймовірність появи порушення БЗ;

$m$  – кількість випадків появи порушень БЗ;

$n$  – загальна кількість результатів КБЗ.

Із загальних правил диференціального обчислення слідує, що для знаходження оцінки найбільшої правдоподібності необхідно вирішити рівняння

$$\frac{dL}{dp} = 0 \quad (4)$$

або

$$\frac{dL}{dp} = \frac{m}{p} - \frac{n-m}{1-p} = 0. \quad (5)$$

Єдиним рішенням цього рівняння буде

$$p = \frac{m}{n}. \quad (6)$$

Отже, оцінкою найбільшої правдоподібності для ймовірності буде частість  $\omega$ , що і наводиться у всіх курсах з теорії ймовірностей. Така оцінка відповідає всім перерахованим вище вимогам, у той же час вона є випадковою величиною, що викликає необхідність оцінки вже її точності і надійності.

При оцінці стану БЗ далеко немало важливу роль відіграють перевірки статистичних гіпотез. Статистична гіпотеза – це припущення про закон розподілу оціночних статистик. Для перевірки висунутої статистичної гіпотези, яку називають нульовою, застосовують статистику, розподіл якої в умовах нульової гіпотези відомо. Таку статистику називають критерієм перевірки. В той же час, при статистичній перевірці гіпотез можуть бути допущені помилки двох родів.

Помилка першого роду виникає, коли правильна гіпотеза бракується і помилка другого роду – коли приймається гіпотеза помилкова. Наприклад, при оцінці стану БЗ але результатами контролю у сумнівних ситуаціях можна зробити висновок, що стан БЗ відповідає більш високій оцінці (помилка другого роду) і висновок про те, що його стан відповідає більш низькій оцінці та порівнянні з реальною оцінкою (помилка першого роду). Допущення помилки другого роду більш небезпечно, так як в цьому випадку до СЗСП не застосовуються ніякі заходи впливу з метою поліпшення стану БЗ, або чи заходи недостатні в даній ситуації. Методи перевірки ста-

тистичних гіпотез досить повно висвітлені в літературі з математичної статистики.

Слід зауважити, що статистична оцінка параметрів розподілу та статистична перевірка гіпотез взаємно обумовлені.

При оцінці стану БЗ ці два виду статистичних рішень займають особливе місце, а, відтак, їм повинно бути приділено значну увагу при плануванні, контролі і оцінці стану БС.

Наступним видом статистичних рішень при вивченні та оцінці стану БЗ є математичне моделювання. Цей вид має безпосередню зв'язок із попередніми видами і в той же час має самостійне значення.

Під математичною моделлю при вивченні та оцінці стану БЗ на підставі даних КБЗ будемо розуміти зручне спрощення (до практично доцільних меж) подання істотно важливих характеристик реальної СЗ або ситуації, в якій вона функціонує.

При вирішенні практичних завдань у справі вивчення і оцінки стану БЗ, з використанням статистичних методів необхідно розробити спрощену математичну модель, провести в рамках даної моделі відповідні обчислення і з'ясувати, яких результатів відповідає отримане рішення.

Як зазначено в [2]: "математична модель ... системи, звичайно, не повинна бути поверховою, але, щоб бути практично корисною, вона повинна охоплювати лише найсуттєвіші ... риси функціонування системи.

Слово "суттєві" підкреслюється, що математична модель завжди є компромісом між практично незорою складністю реальних систем і нашими обмеженими можливостями їх дослідження точними математичними методами".

При побудові математичних моделей необхідно, перш за все, виконати вимогу адекватності моделі. Основними ознаками неадекватності моделі слід вважати суперечливі висновки і неможливість знайти рішення.

Іноді явні ознаки неадекватності моделі відсутність аж до перевірки рішення на практиці.

Тут слід зазначити, що створення математичних моделей до теперішнього часу залишається "мистецтвом", так як теорія цього питання розроблена ще далеко недостатньо.

Тому, перш ніж приступити до створення математичної моделі для практичного вирішення завдань, необхідно чітко уявляти, що ж робити з відповіддю. В іншому випадку метою всіх розрахунків можуть опинитися тільки нікому непотрібні числа.

## Висновок

При вирішенні практичних завдань у справі вивчення і оцінки стану БЗ в СЗСП, з використанням статистичних методів математичного моделювання, проведені обчислення та дослідження відповідають отриманим результатам.

Застосування методів математичної статистики для обробки та аналізу результатів КБЗ виявляється цілком можливим завдяки тому, що його здійснення повністю відповідає (в більшості випадків) основній схемі статистичних випробувань – вибіркового методом. Як зазначається в роботі [4]: "Статистичні методи є потужною зброєю в руках умілого дослідника, проте, вони в жодному разі не повинні ставати самоціллю" Потрібно завжди пам'ятати, що математико-статистичні методи можуть дати вичерпну відповідь тільки при вичерпних даних, бо завжди, чим менше вихідних даних використовує теорія, тим грубіше одержуваний з її допомогою результат.

## Список літератури

1. Ленков С.В. Защита линий связи / С.В. Ленков, Д.А. Перегудов, В.А. Хорошко // Методы и средства защиты информации. – 2008. – Т. 2. – С. 71-126.
2. Егоров Ф.И. Математическое моделирование процессов передачи и обработки информации в телекоммуникационных сетях / Ф.И. Егоров, Е.А. Скоробагатко, В.А. Хорошко, В.И. Степаненко // Информатика та математичні методи в моделюванні. – 2012. – Том 2, №3. – С. 210-220.
3. Козюра В.Д. Методика оценки эффективности систем связи / В.Д. Козюра, И.В. Пискун, В.А. Хорошко // Информационная безопасность. – 2012. – №1 (7). – С. 8-11.
4. Капустян М.В. Анализ методов складання оптимальних розкладів роботи складних систем / М.В. Капустян, Л.Т. Пархуць, В.О. Хорошко // Информатика та математические методы в моделировании. – 2012. – Том 2, №1. – С. 46-57.

Надійшла до редколегії 28.03.2016

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. О.В. Барабаш, Державний університет телекомунікацій, Київ.

## ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ БЕЗОПАСНОСТИ СВЯЗИ

В.А. Хорошко, М.П. Тимченко

*В данной статье рассматривается статистическая оценка параметров распределения вероятности нарушений безопасности связи и основы моделирования при оценке состояния безопасности в контролируемой системе связи.*

**Ключевые слова:** безопасность связи, оценка параметров безопасности, вероятность нарушений.

## SAFETY ASSESSMENT PARAMETERS CONNECTION

V.A. Khoroshko, M.P. Timchenko

*This article discusses the statistical evaluation parameters probability distribution communication security breaches and basics of modeling when assessing the security situation in the controlled communication system.*

**Keywords:** safety communication, assessment of safety parameters, the probability of violations.