

СИСТЕМИ ТА МЕТОДИ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ

УДК 004.056:061.68

I. Опірський

ПРОБЛЕМАТИКА ОСНОВНОГО ПОСТУЛАТУ ПРОГНОЗУВАННЯ НСД

В роботі приводиться підхід щодо визначення основного постулату прогнозування НСД.

Ключові слова: прогнозування, динамічні моделі, методи прогнозу, несанкціонований доступ, постулат.

В работе проводится подход по определению основного постулата прогнозирования НСД.

Ключевые слова: прогнозирование, динамические модели, методы прогноза, несанкционированный доступ, постулат

An approach to the definition of a basic postulate of NSD forecasting is carried out.

Keywords: forecasting, dynamic models, forecasting methods, unauthorized access, postulate.

Важлива роль прогнозу в проблемі прийняття рішення за результатами контролю приводить до необхідності більш детально розглянути як саму постановку задачі прогнозу, так і можливі методи її вирішення. Ця необхідність, крім того, викликається такою обставиною, що різні прогнози використовують відносно різні НСГ. Бажано визначити місце задачі, що розглядається, в загальній проблемі передбачення і прогнозу НСД і оцінити наявні методи вирішення з точки зору можливості їх використання в цьому випадку.

Однією з характерних особливостей будь-якого прогнозу, а особливо НСД на НСГ, є використання минулого досвіду для отримання оцінок майбутнього. Інформація про НСГ, яка є до моменту прогнозу і що використовується при його здійсненні, називається апіорною. Відповідно, оцінки, отримані в результаті прогнозу, називаються апостеріорними. Виходячи з цього, прогноз можна визначити як отримання апостеріорної оцінки деякої якості явища НСД, що досліджується, на основі апіорних відомостей про його минуле і теперішнє. Очевидно, що об'єм і характер апіорної інформації, яка використовується при прогнозуванні, в істотному ступені складаються на методах отримання потрібної апостеріорної оцінки і ступені її достовірності. Зокрема, апіорна інформація є єдиною основою для визначення моделі явища НСД, що досліджується, – детермінованої або стохастичної.

Залежно від характеристики НСГ, що вивчається, чи явища НСД, прогноз так само може набувати специфічного характеру. Спостерігається зміна загального

параметра сукупності параметрів НСГ в інтервалі часу t_0, t_k (t_0 – початковий момент часу, t_k – точка контролю). Необхідно визначити ймовірність НСД на НСГ до деякого моменту $t_n > t_k$. Тут явищем, що вивчається, є НСД за відношенням до НСГ. Відповідно, рішення задачі зводиться до продовження випадкового процесу зміни параметрів НСГ за межі відомих статистичних даних. При цьому змінюються тільки два необхідних елемента прогнозування – досвід (спостереження процесу на інтервалі t_0, t_k) і визначення апостеріорної характеристики. Етап збору та використання апостеріорної інформації відсутній.

Тут можлива інакша постановка задачі. Процес спостерігається в інтервалі T , потім в інтервалі $(t_0, t_k^a T)$ спостерігається зміна параметра одного конкретного НСГ зі всієї сукупності. За спостереженням реалізації необхідно визначити ймовірність НСД від НСГ до деякого моменту $t_0^a T$. Явищем, що досліджується, в цьому випадку є зміна параметра НСГ, результат досліду – реалізація зміни цього параметра. Результати спостереження випадкового процесу в інтервалі T є апостеріорною інформацією, яка має бути використана при обчисленні НСД.

Остання постановка в найбільшому ступені відображає специфіку задач прогнозу, що виникають при контролі стану НСГ. Її характерною особливістю є те, що дослідженню (оцінці) піддається деяка частина генеральної сукупності (в межах – один елемент). Відомості про всю генеральну сукупність (або вибірки з неї) є тою апостеріорною інформацією, яка має бути використана при обрахунку апостеріорної характеристики досліджуваної частини генеральної сукупності.

Оскільки найбільш розповсюдженим варіантом цієї задачі є прогнозування характеристик одного окремо взятого відрізка НСГ, природно, що такий прогноз, визначається як індивідуальний.

Особливістю операції прогнозу, що використовується при контролі стану НСГ, є можливість дати строгу постановку завдання індивідуального прогнозу. Нехай стан контрольованої НСГ визначається деяким його параметром, зміна якого в часі описується випадковим процесом $X(t)$. Процес рахуємо статистично певним в інтервалі $T=[t_0, t_n]$. Нехай також визначено для кожного класу НСГ область, що допускається $[a, b]$, при знаходженні значення параметра в межах якої межа рахується захищеною і працездатною. В результаті контролю НСГ з заданого класу об'єктів отримано відрізок реалізації випадкового процесу $x_\mu(t_k, \tau_n)$, що описує зміни значення параметрів цієї НСГ в інтервалі $[t_k - \tau_n, t_k < \tau_n]$. На основі даних про випадковий процес $X(t)$ і результатів контролю вимагається прогнозувати значення деякого критерію якості, функціонування НСГ для моменту часу $t, t_k \leq t \leq t_n$.

Залежно від обраного критерію якості функціонування НСГ сформульовану таким чином задачу індивідуального прогнозу можна конкретизувати. Найбільш підходящою прогнозованою характеристикою якості є реалізація випадкової величини $T_1(a, b)$, що визначає інтервал часу від моменту контролю t_k до моменту першого перетинання процесом поля допуску $[a, b]$. Якби вдалося відрізок реалізації, що спостерігається, $x_\mu(t_k, \tau_n)$ точно визначити відповідний йому інтервал часу до першого перетинання $t_1[a, b/x_\mu(t_k, \tau_n)]$, то цим би вирішувалось завдання безпомилкового прогнозу. Проте випадковий характер процесу зміни параметра в принципі не дозволяє отримати точне вирішення задачі. Випадковий процес моменту t_k може розвиватись по-різному. Процес $X^{\text{pos}}(t) = X[t/x_\mu(t_k, \tau_n), t_k \leq t \leq t_n]$ – умовний або апостеріорний випадковий процес. Моменти його перших перетинів

з границею допуску $[a, b]$ дають умовну випадкову величину $T1[a, b/x_\mu(t_k, \tau_n)]$, ймовірність опису якої i є характеристикою прогнозованої якості НСГ. Вичерпною ймовірнісною характеристикою цієї випадкової величини є функція її розподілення $P[t-t_k/x_\mu(t_k, \tau_n)]$, стан якої до її моменту t_k описувався реалізацією $x_\mu(t_k, \tau_n)$, і не вийде за межі допуску до деякого моменту $t > t_k$. Ця ймовірність, природньо, є апостеріорною ймовірністю захищеності НСГ, внаслідок чого доцільно назвати її отримання індивідуального прогнозування.

Окрім цієї вичерпної характеристики, при вирішенні конкретних завдань прогнозування НСД можна використовувати більш бідні інформаційні критерії якості.

Так, якщо прогноз здійснюється до деякого відповідного моменту часу t_n (на період виконання задачі), достатню для прийняття рішення інформацію несе умовна ймовірність $P[(t_n - t_k)/t_k]$ НСД до момента t_n . Використання такої точної характеристики дозволяє істотно зменшити об'єм обчислень.

У деяких випадках можна використовувати ще більш бідні інформаційні критерії якості, такі як умовні математичні очікування часу атаки контрольованого НСГ чи поєднання цього математичного очікування з дисперсією НСД. Використання того чи іншого критерію в кожному конкретному випадку визначається суто практичними міркуваннями і не носить принципового характеру. Тому, незалежно від використаного критерію, базується на основній задачі, сформульована вище, визначення кількісної оцінки будь-якого з цих критеріїв можна розглядати як одну із різновидностей задачі прогнозування НСД.

Виходячи з викладеного, отримання будь-якої характеристики прогнозованої атаки пов'язано з дослідженням апостеріорного випадкового процесу $X^{ps}(t)$, що виникає з апріорного при врахуванні результатів контролю. Таким чином, отримання апостеріорного процесу є необхідною умовою вирішення завдання прогнозування НСД, і, у зв'язку з цим, вона є природнім продовженням класичної проблеми екстраполяції випадкових процесів.

Оскільки задача екстраполяції так чи інакше має бути вирішена при отриманні оцінок НСД, що прогнозується, доцільно використовувати для прийняття рішень за результатами контролю безпосередньо результати екстраполяції, що описує НСГ.

Поруч з тим, прогнозування НСД і технічного стану НСГ має багато спільного, так як вирішення обох завдань засновано на вивченні умовного процесу. Ця спільна основа визначає і труднощі, які виникають у процесі вирішення. Складність і різноманітність досліджувальних процесів і явищ привели до великої різноманітності теоретичних і практичних методів прогнозу, кожен з яких, як правило, придатний лише для порівняно вузького специфічного кола задач. Про впровадження в інженерну практику методів прогнозування, очевидно, можна вести мову лише в тому випадку, якщо ці методи будуть придатними для достатньо широкого класу процесів і явищ, які дуже тісно зв'язані з НСД. Оскільки аналітичне вирішення цієї складної задачі не отримане, можна вважати, що в найбільшому ступені задовольнить вимогу методики прогнозу з використанням моделювання відповідних явищ і атак.

Для того щоб визначити основний напрям подальшого дослідження, необхідно розглянути існуючі методи прогнозу і дати їх класифікацію. Як видно зі всього зазначеного вище, рішення задачі прогнозу в будь-якій постановці виконується у

вигляді ряду послідовних етапів. На першому етапі створюється модель досліджуваного процесу НСД, а також її математичний опис. Другим етапом є отримання даних контролю і використання їх для визначення наступних змін досліджуваного процесу НСД (для побудови апостеріорного процесу в розглянутому випадку). На завершення на третьому етапі обчислюють необхідні апостеріорні (прогнозовані) характеристики процесу НСД. Ці етапи характерні для будь-якого методу прогнозу і на їх основі розробляємо класифікацію (рис. 1).

При створенні моделі досліджуваного НСД в основу може бути покладений детерміністичний і стохастичний підхід. Для детермінованої моделі характерне точне значення причин, під впливом яких трапляються зміни досліджуваного процесу, а також звання оператора, який дозволяє по відомим вихідним впливам з необхідним ступенем точності обчислювати вихідний ефект. Стохастична модель характеризується тим, що зазначені вище умови не діють – не можна точно вказати і врахувати причини змін, що відбуваються, або тому, що ці причини невідомі, або невідомим є характер і механізм їх впливу, або число впливаючих факторів дуже велике для того, щоб їх можна було врахувати наявними аналітичними методами.



Рис. 1. Класифікація методів прогнозу

Вже з приведеного опису особливостей цих основних моделей ясно, що стохастична модель має значно більш загальний характер. Ця загальність визначається тим, що в реальних процесах завжди в тій чи іншій мірі присутній елемент випадковості. Разом з тим, стохастична модель може бути використана і для дослідження детермінованих процесів в тих випадках, коли остання залежить від значущості числа невідомих факторів.

Детермінована модель має обиратись як основа для дослідження в тих випадках, коли відомо обмежене число факторів, що суттєво впливають на захищеність НСГ, і отримана аналітична залежність часу протидії НСД від значень цих факторів. При наявності такої залежності можна найпростішим методом прогнозувати НСД на будь-якому практично необхідному інтервалі часу по заданому відомому значенню сукупності факторів, що впливають. Завдяки простоті використання результатів цей напрям є перспективним.

Вибір моделі, зроблений на основі наведених вище міркувань, в значній мірі визначає вибір математичного апарату, що використовується для її опису. Зокрема, коли отримано аналітичний опис розглянутого явища на основі теоретичних міркувань, це питання вирішується однозначно.

У випадку, коли для дослідження при мінімумі вихідної інформації обрана детермінована модель, передбачається, що отримані в результаті дослідження значення параметру $x(t_i)$ відображають не випадкову, але невідому залежність $x=f(t)$. Відповідно завдання математичного опису явища, що досліджується, зводиться до знаходження апроксимованого виразу, що достатньо точно відтворює невідому функцію в інтервалі контролю. Ця задача відома в теорії численного аналізу як задача про наближення функції. Застосовуючись до задач прогнозу, вона достатньо детально описана і в наш час широко використовуються два підходи до її вирішення.

Перший з них – використання інтерполяційних поліномів для цілей екстраполяції. У цьому випадку ступінь апроксимуючого поліному рівний кількості відомих значень $x(t_i)$ і кожне з них передбачається точним.

У тих випадках, коли неможна нехтувати помилками вимірювання або коли ступінь апроксимуючого поліному виявляється дуже високим, що незручно для практичної роботи, використовується другий підхід, пов'язаний з застосуванням метода найменших квадратів.

Математичний апарат, що використовується для рішення задач прогнозу в тому випадку, коли для опису НСД на НСГ обрана стохастична модель, суттєво залежить від того, який об'єм інформації контролю є вичерпним. Тут варто виділити дві групи процесів. Першу з них складають процеси, для яких вичерпну інформацію несе останнє відоме значення (необхідне і достатнє число послідовних замірів $\mu=1$), або процеси без наслідків.

Для більшості реальних випадкових процесів характерно наявність наслідків, внаслідок чого минуле процесу при рішенні задачі прогноза грає значну роль ($\mu > 1$).

Виходячи зі всього зазначеного, в основу постулату прогнозування покладемо слова К. Шеннона: “Як можна передбачити всю майбутню поведінку функції, коли все, що відомо, – це тільки спотворення даних про її минуле?. Це питання тісно пов'язане з проблемами причинності і індукції в філософії і питанням про смисл фізичних законів. Загалом фізичне пророкування залежить від припущення, що закономірності, які спостерігались в минулому, будуть збережені в майбутньому. Це припущення не може бути доведено дедуктивно, а саме суто математичною аргументацією, оскільки можна легко уявити собі математичний світ, в якому це припущення не вірне. Так само це не може бути встановлено індуктивно, а саме узагальненням із експерименту, тому що таке узагальнення буде засноване на припущеннях, які ми намагаємось встановити. Це припущення може розглядатися тільки як один із центральних постулатів фізики”.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Саати Т.Л.* Математические методы конфликтных ситуаций / Т.Л. Саати. – М. : Сов. радио, 1972. – 192 с.
2. *Згуровський М.З.* Основи системного аналізу / М.З. Згуровський, Н.Д. Панкратова. – К. : ВНУ, 2007. – 544 с.
3. *Саркисян С.А.* Теория прогнозирования и принятия решений / С.А. Саркисян, В.И. Каспин, В.А. Лисичкин. – М. : Высшая школа, 1977. – 358 с.
4. *Четыркин Е.М.* Статистические методы прогнозирования / Е.М. Четыркин. – М. : Статистика, 1975. – 183 с.