

## АЛГОРИТМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОЦЕНОК УРОВНЯ ЗАЩИЩЕННОСТИ ОБЪЕКТОВ ИНФОРМАТИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКИХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

- V.F.Babkin. Proc. of 2nd International Symp. On Inform. Theory Tsahkadzor, Armenia. USSR, 1971, Akademiai Kiado. Budapest. 1973., P.249–256.
17. Трофимов, В.К. Равномерное по выходу кодирование марковских источников при неизвестной статистике // В.К.Трофимов. V международный симпозиум по теории информации. Доклады. Москва – Тбилиси, 1979. ч.II. С.172–175.
18. Krichevsky, R. Universal Compression and Retrieval.// R.Krichevskii. Dordrecht/Boston/London: 1994. P.219.
19. Sergio Verdu. Fifty Years of Shannon Theory// Verdu Sergio. IEEE Trans.on Inform.Theory. 1998. V.IT 44. №6. P.2057-2077.
- Д.т.н., профессор, декан факультета информатики и вычислительной техники **В.К. Трофимов**, тел. (383) 269-82-70, e-mail: trofimov@sibsutis.ru; и.о.доцента **В.И. Агульник**, тел. (383) 269-82-71, e-mail: agulinik@sibsutis.ru; к.т.н., доцент **И.И. Резван**, e-mail: rezvan@rambler.ru; Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики (г. Новосибирск).

УДК 681.3.067

## АЛГОРИТМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОЦЕНОК УРОВНЯ ЗАЩИЩЕННОСТИ ОБЪЕКТОВ ИНФОРМАТИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКИХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Е.Н. Пивкин

В статье рассматривают задачу прогнозирования оценок уровня защищенности объектов информатизации на основе нечетких временных рядов. Предложен алгоритм процедуры прогнозирования и проведена апробация на тестовом примере.

**Ключевые слова:** нечеткий временной ряд, прогнозирование, оценка защищенности.

Определение оценок уровня защищенности объектов информатизации (ОИ), будучи неотъемлемым элементом модели информационной безопасности (ИБ) организации, играет важную роль в формировании комплекса практических мер по реализации ИБ.

Однако, принятие решений на основе классических моделей и методов [1] зачастую не дает желаемого эффекта в связи с неполнотой рассматриваемых данных, упрощениями и погрешностями, возникающими при их обработке. Основными причинами этого, как правило, считают:

1. Невозможность учета всех элементов, определяющих защищенность, влияющих на конечный результат.

2. Отсутствие полной непротиворечивой априорной информации.

3. Влияние на защищенность ОИ различных неконтролируемых воздействий (как внешних, так и внутренних).

Поэтому эмпирические данные (при отсутствии систематизированных статистических материалов) являются единственным исходным источником информации.

Следовательно, оценку уровня защищенности ОИ необходимо осуществлять с учетом того, что информация, лежащая в ос-

нове этой деятельности (модели, процедуры), – неполная, нечеткая. Применение в данном случае теории нечетких множеств (ТНМ) – в виде модели нечетких временных рядов [2-3] – можно считать логичным и естественным шагом. Так как погрешность оценки, по сравнению с другими подходами, минимальна [4-5].

Основой исследования являются эмпирические данные – временной ряд  $\{\tilde{Y}(t)\}$  наблюдений (оценки уровня защищенности ОИ за различные периоды). «Погружение» этого ряда в нечеткую среду позволит получить нечеткую функцию  $\tilde{Y}(t)$  аргумента  $t$  в универсальном множестве  $X_{yz}$  со значениями в виде нечетких интервалов  $X^t$  с функцией принадлежности ( $\Phi\Pi$ )  $\mu_{X^t}(x_{yzi})$ , т.е.  $X^t = \{\mu_{X^t}(x_{yzi}) / x_{yzi}\}$ ,  $i \in X_{yz}$ ,  $\mu_{X^t}(x_{yzi}) \in [0, 1]$ . Последнее означает, что любая точка из интервала  $x_{yzi}$  будет принадлежать множеству  $X^t$  со степенью принадлежности  $\mu_{X^t}(x_{yzi}) = \mu_i(t)$  с заданными числами  $\mu_i(t), i = \overline{1, m}$  при каждом фиксированном  $t = 1, 2, \dots$ . Здесь  $X_{yz} = (x_{yz1}, x_{yz2}, \dots, x_{yzm})$  – полное множество (в нашем случае интервал

## РАЗДЕЛ VII. ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

числовой оси), составленное из интервалов  $x_{yzi}$ ,  $i=1, \dots, m$ . Нечеткое множество  $X$  универсального множества  $X_{yz}$  определяют следующим образом:  
 $X = \{(\mu_x(x_{y1})/x_{y2}), (\mu_x(x_{y3})/x_{y2}), \dots, (\mu_x(x_{ym})/x_{ym})\}$ , при этом  $\mu_x(x_{yzi})$  – ФП, отображающая элементы  $u_i$  на множество вещественных чисел отрезка  $[0, 1]$ , которые указывают степень принадлежности  $u_i$  множеству  $X$ , где  $\mu_x(x_{yzi}) \in [0, 1]$ .

Формализация и решение задачи оценки уровня защищенности ОИ включает три основных этапа: построение модели нечеткого временного ряда; осуществление ее идентификации и получение перспективного прогноза. Вся эта процедура реализуется посредством следующего многоэтапного исследования (рисунок 1):



Рисунок 1 - Алгоритм прогнозирования оценки уровня защищенности ОИ

### 1. Определение полного множества $X_{yz}$ .

Воспроизводят динамику оценок защищенности ОИ и их разницу между каждой последней и предыдущей оценками, получен-

ными с использованием нечетких моделей оценки защищенности [6-8].

Универсальное множество  $X_{yz}$  имеет своими границами наименьшее и наибольшее значения оценки уровня защищенности ОИ. В случае необходимости осуществляют расширение  $X_{yz}$  до множества в границах.

### 2. Разделение множества $X_{yz}$ на несколько интервалов равной длины.

Множество  $X_{yz}$  подразделяют на  $n$  равных интервалов  $x_{y1}, x_{y2}, \dots, x_{yn}$ .

$x_{yzmed}^1, x_{yzmed}^2, \dots, x_{yzmed}^n$  – точки, делящие эти интервалы пополам.

### 3. Определение множества нечетких множеств в универсальном множестве $X_{yz}$ (введение лингвистической переменной и определение значения этой переменной).

Оценки уровня защищенности могут принимать следующие значения:  $T_{yz} = \bigcup_{i=1}^N T_{yz_i} = <\text{Уровень защищенности (УЗ); очень низкая оценка уровня защищенности (ОНОУЗ), низкая оценка уровня защищенности (НОУЗ), средняя оценка уровня защищенности (СОУЗ), неизменная оценка уровня защищенности (НеОУЗ), нормальная оценка уровня защищенности (НоОУЗ), высокая оценка уровня защищенности (ВОУЗ), очень высокая оценка уровня защищенности (ОВОУЗ); } X_{yz} \in \{0, \max_{yz}\} >$ .

Каждому из них соответствует нечеткая переменная.

Нечеткие множества  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$  в полном множестве  $X_{yz}$  определяют с помощью ФП вида  $\mu_{A_j}(x_{yj}) = \{1 + [c(V - x_{yzmed}^j)]^2\}^{-1}$ ,

где  $x_{yzmed}^j$  – координаты точек, делящих интервалы  $x_{yj}$ ,  $j = [1, n]$  пополам;

$V$  – численные значения разницы оценки уровня защищенности ОИ;

$c = const$  – подобрана так, чтобы обеспечить преобразование четких чисел в нечеткие (лежащие в интервале  $[0, 1]$ ).

Последовательно принимая в качестве значений переменной  $V$  средние точки интервалов  $x_{yj}$  (одному значению  $V$  здесь соответствуют  $n$  пар значений  $x_{yz}, x_{yzmed}$ ), получим представления нечетких множеств.



## РАЗДЕЛ VII. ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Сравнение отклонений результатов прогнозных оценок, полученных с помощью различных алгоритмов прогнозирования, приведено на рисунке 2.

Анализ результатов прогнозирования оценок уровня защищенности ОИ (абсолютное отклонение прогнозного значения от исходной оценки уровня защищенности) показывает, что наиболее близкие значения к исходным оценкам уровня защищенности имеют алгоритм нечеткого временного ряда (прогнозы 2009 года, 2 и 3 квартал), экстраполяции (прогнозы 2009 года, 4 квартал). Алгоритм дискретного временного ряда имеет наихудшие показатели прогнозирования оценок.

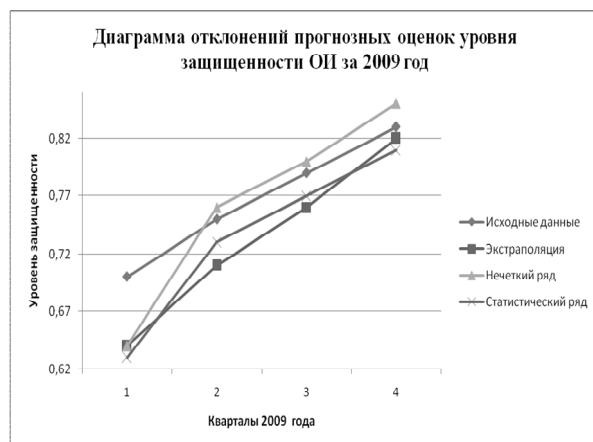


Рисунок 2 – Отклонения прогнозных оценок уровня защищенности ОИ, полученные с использованием различных алгоритмов

В большинстве случаев абсолютная ошибка меньше при применении нечетких временных рядов, нежели дискретных временных рядов и экстраполяции, что свидетельствует о большей эффективности этого алгоритма.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Методы робастного, нейро-нечеткого и адаптивного управления: Учебник/Под ред. Н.Д. Егупова; издание 2-ое, стереотипное. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 744 с., ил.
- Song Q., Chissom B.S. Fuzzy time series and its models // Fuzzy Sets and Systems, 1993, №54.
- Song Q., Chissom B.S. Forecasting enrollments with fuzzy time series // Fuzzy Sets and Systems, 1994, №62.
- Chen, S.M. Forecasting enrollments based on fuzzy time series // Fuzzy Sets and Systems, 1996, №81.
- Мамедова, М.Г. Применение нечетких временных рядов для прогнозирования численности населения // М.Г. Мамедова, З.Г. Джабраилова // Сборник трудов НИУЦ по труду и социальным проблемам. Вып. 1, Баку, 2002. С 41-63.
- Белов, В.М. Оценка уровня информационной безопасности на основе нечетких моделей в территориальных налоговых органах. // В.М. Белов, Е.Н. Пивкин, В.Д. Прокопец // Нучн. техн. ведомости СПбГТУ. – 2007. – №4. – С. 130-132.
- Белов, В.М. Анализ проблем создания модели комплексной системы защиты информации в региональных налоговых органах. // В.М. Белов, Е.Н. Пивкин // Актуальные проблемы безопасности информационных технологий. Материалы I международной заочной научно-практической конференции. Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т, Красноярск, 2007. – С. 17-19
- Пивкин, Е.Н. Нечеткие модели в системе защиты информации, составляющей налоговую тайну. // Е.Н. Пивкин, В.М. Белов // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2008. – №2(18) часть 1. – С. 125-128.

**Е.Н. Пивкин** тел. (3852) 29-07-18, epriv@yandex.ru - каф. ВСИБ Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова.