

УДК. 004.052

*М. С. Солодовник, А. М. Асланов*

Одесская национальная академия пищевых технологий, ул. Дворянская, 1/3, Одесса, 65026

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРО-НЕЧЕТКОГО ПОДХОДА В ПРОГНОЗИРОВАНИИ ВЫХОДА ИЗ СТРОЯ МОДУЛЯ СЕРВЕРНОЙ ПАМЯТИ**

*В статье представлен анализ математических методов прогнозирования выхода из строя компьютерной системы. На основе сравнительного анализа методов корреляции, математической статистики и нейро-нечеткого вывода, доказано преимущество интеллектуального подхода.*

**Ключевые слова:** компьютерная сеть, прогноз, надежность, корреляционный анализ, нейро-нечеткая система.

*М. С. Солодовник, А. М. Асланов*

Одеська національна академія харчових технологій, вул. Дворянська, 1/3, Одеса, 65026

## **ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРО-НЕЧІТКОГО ПІДХОДУ У ПРОГНОЗУВАННІ ВИХОДУ З ЛАДУ МОДУЛЯ СЕРВЕРНОЇ ПАМ'ЯТІ**

*В статті наведено аналіз математичних методів прогнозу виходу з ладу комп'ютерної системи. На основі порівнювального аналізу методів кореляції, математичної статистики та нейро-нечіткого виводу, доведено перевагу інтелектуального підходу.*

**Ключові слова:** комп'ютерна мережа, прогноз, надійність, кореляційний аналіз, нейро-нечітка система.

*M. S. Solodovnik, A. M. Aslanov*

Odessa national academy of food technologies, Dvoryanskaya st., 1/3, Odessa, 65026

## **USE OF NEURO-FUZZY APPROACH IN PREDICTING OF SERVER MEMORY MODULE MALFUNCTION**

*The paper presents the analysis of computer system malfunction mathematical forecasting methods. Based on the comparative analysis of correlation methods, mathematical statistics and neuro-fuzzy inference, the benefits of intellectual approach were proven.*

**Keywords:** computer network, forecast, reliability, correlation analysis, neuro-fuzzy system.

### **I. ВВЕДЕНИЕ**

Для взаимодействия рабочих отделов компании, ее подразделений, для удобства и скорости их коммуникации используют компьютерные сети (КС).

Вопрос повышения надёжности КС давно занимает одни из первых позиций по своей значимости и требует наличия огромного базиса знаний для решения. Ведь развитие техники (как программной, так и аппаратной) не стоит на месте, решительно идёт вперёд, развивается. Это приводит к тому, что знания о методах повышения эффективности и надёжности КС устаревают, требуют обновления, создания новых методов для повышения надёжности [1,2].

Именно этим и обусловлена актуальность данность работы. Целью является разработка нового алгоритма повышения надёжности КС с помощью аппарата нейро-нечеткой логики.

### **II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Мною были рассмотрены существующие методы повышения эффективности КС. К таким методам

можно отнести: введение избыточности структурных элементов, применение более надёжных элементов на этапе проектирования компьютерной системы, улучшение условий эксплуатации системы (а именно в процессе установки КС выбор правильной компоновки элементов и обеспечен отвод тепла), а также организация интенсивного профилактического обслуживания системы и отдельных её элементов. Рассмотрены также методы диагностирования КС (тестовое и функциональное).

Проанализировав источники, касаемые данной проблемной области, принято решение создания нового метода прогнозирования возникновения ошибки и повышения надёжности КС. Для этого воспользуемся аппаратом нейро-нечеткой логики.

Проанализировав источники, касаемые данной проблемной области, принято решение создания нового метода прогнозирования возникновения ошибки и повышения надёжности КС. Для этого воспользуемся аппаратом нейро-нечеткой логики.

В качестве статистических данных автором была взята информация с сайта зарубежной компании [4]. На этом сайте опубликованы

данные, которые посвящены статистике отказов в серверной памяти. Эти данные впервые были представлены на ежегодной научной конференции SIGMETRICS группой исследователей университета в Торонто.

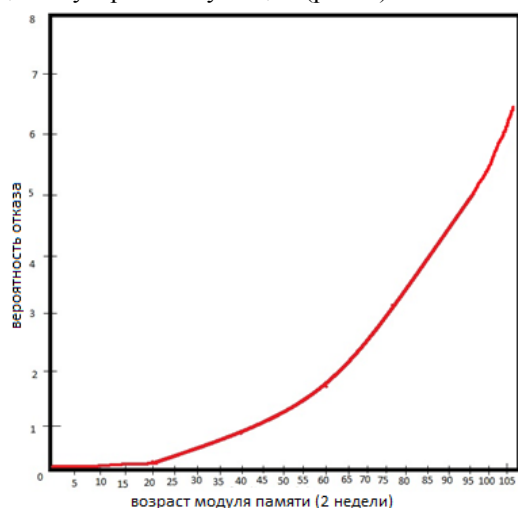
Эти исследователи оперировали данными, которые были предоставлены для изучения компанией Google. Это было первое исследование, которое охватило столь значительное количество серверов (несколько тысяч), за столь большой период времени (свыше 2 лет).

На основании этих данных, авторами спрогнозирована вероятность возникновения ошибки в серверной памяти. Для выявления наиболее точного и удобного метода прогнозирования, прогноз сделан с помощью трёх заявленных методов.

### III. МЕТОД КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА

Первым из рассмотренных методов был метод корреляционного анализа.

Согласно представленным на сайте табличным и графическим данным [4], была выявлена некая закономерность, согласно которой с ростом времени эксплуатации модуля серверной памяти, возрастает и вероятность возникновения отказа именно в этом модуле. Т. е. прослеживается прямо пропорциональная зависимость между темпом роста возникновения ошибок и увеличением возраста модулей. На графике видно, что модуль серверной памяти показывает очень существенный рост количества отказов уже после года-полтора эксплуатации (рис. 1).



**Рисунок 1** – Зависимость вероятности возникновения отказа от возраста модуля памяти

Из графика видна линейная зависимость, а значит эмпирическая формула динамики возникновения отказа может иметь вид (1):

$$Y = a + bx, \quad (1)$$

Статистические данные были сведены в специальную таблицу (Таблица 1):

**Таблица 1** – Статистические данные

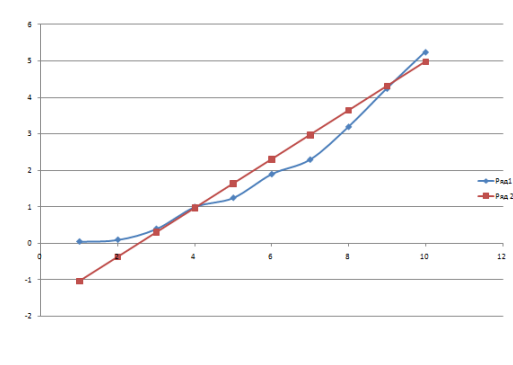
	x	y	x*x	y*y	x*y
	1	0,05	1	0,0025	7,9757
	2	0,1	4	0,01	0,2
	3	0,4	9	0,16	1,2
	4	1	16	1	4
	5	1,25	25	1,5625	6,25
	6	1,9	36	3,61	11,4
	7	2,3	49	5,29	16,1
	8	3,2	64	10,24	25,6
	9	4,25	81	18,0625	38,25
	10	5,25	100	27,5625	52,5
E	55	19,7	385	67,5	163,4757

По этим данным были рассчитаны значения переменных  $a$  и  $b$ , а также значение коэффициента корреляции (Таблица 2).

**Таблица 2** – Полученные значения

R =	0,524506543
b =	0,668190303
a =	-1,705046667

По значениям переменных были заново рассчитаны показатели  $X$  (возраст модуля) и  $Y$  (вероятность отказа) и полученные расчетные данные представлены на графике (рис.2). Ряд1 на графике – статистические данные, ряд2 – полученный результат (Рис. 2).



**Рисунок 2** – Полученные графики после сравнения

На графике видно, что разбежность фактических и расчетных значений присутствует, что даёт нам возможность использовать этот метод для дальнейшего прогнозирования лишь в небольших интервалах с погрешностью, в силу наличия неучтенных факторов.

### IV. МЕТОД МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ

Второй рассмотренный метод – это метод математической статистики. В этом методе были рассмотрены 2 случая – случай для 30 дней и случай для 100 дней прогнозирования. Для удобства статистические данные были сведены в таблицы в редакторе Microsoft Excell. Результаты расчета данного метода приведены ниже:

Для 30 дней:  
 $M(x) = 0,1141191$   
 $D(x) = 0,012337412$   
 $Kv. Otkl. = 0,111073902 (2)$

Для 100 дней:  
 $M(x) = 0,40702$   
 $D(x) = 5,41971551$   
 $Kv. Otkl. = 2,328028245,$

где:  $M(x)$  – математическое ожидание,  
 $D(x)$  – дисперсия,  
 $Kv. Otkl.$  – среднее квадратичное отклонение.

Из результата видно, что для 30 дней показатель среднего квадратичного отклонения незначителен, но при рассмотрении периода времени в 100 дней он значительно возрастает. Из этого можно сделать вывод, что метод прогнозирования с помощью математической статистики не является полностью адекватным экспериментальным данным и требует длительных наблюдений.

## V. МЕТОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ АДАПТИВНЫХ НЕЙРО\_НЕЧЕТКИХ СЕТЕЙ

Третий и последний из рассмотренных авторами методов был метод с использованием модели адаптивных нейро-нечетких сетей [1].

Допустим, что нечеткая модель гибридной сети будет иметь 4 переменные. При этом первая переменная будет соответствовать вероятности возникновения ошибки на текущий день, вторая – вероятности возникновения ошибки на текущий день, вторая – вероятности возникновения ошибки в предыдущий день, т. е. на день  $(i - 1)$ , где  $i$  – текущий день. Тогда третья входящая переменная будет соответствовать вероятности возникновения ошибки на  $(i - 2)$  день, а четвертая – на  $(i - 3)$  день эксплуатации. Эти обучающие данные были сведены в соответствующую таблицу. Для удобства, обучающую выборку сохраним во внешнем файле `vyborka.dat`. После этого воспользуемся редактором ANFIS, в который и загрузим этот файл.

Перед генерацией структуры системы нечеткого вывода после вызова диалогового окна свойств зададим для каждой входной переменной по 3 лингвистических термина, а в качестве типа их функций принадлежности выберем треугольные функции. В качестве функции принадлежности зададим линейную функцию.

Для обучения гибридной системы воспользуемся гибридным методом обучения с уровнем ошибки равным 0, а количество циклов обучения зададим равным 40. После окончания обучения данной гибридной сети, может быть выполнен анализ графика ошибки обучения (рис. 5), на котором видно, что обучение практически закончилось после 3-го цикла.

Теперь выполним проверку системы на адекватность. Для этого сделаем ретроспективный прогноз значения вероятности отказа серверной памяти на следующий день. При этом будем использовать функцию командной строки `evalfis`.

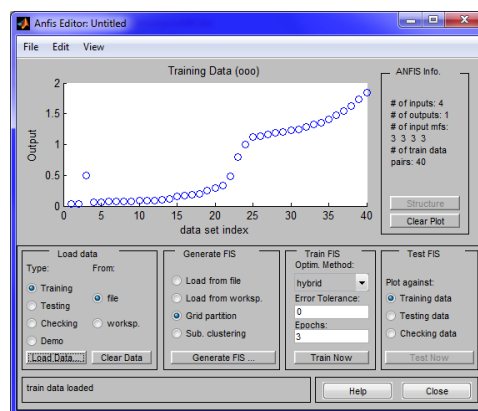


Рисунок 3 – Графический интерфейс редактора ANFIS после загрузки обучающих данных

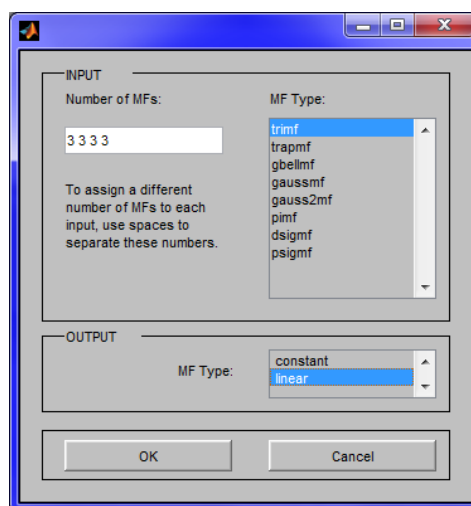


Рисунок 4 – Диалоговое окно для задания количества и типа функции принадлежности

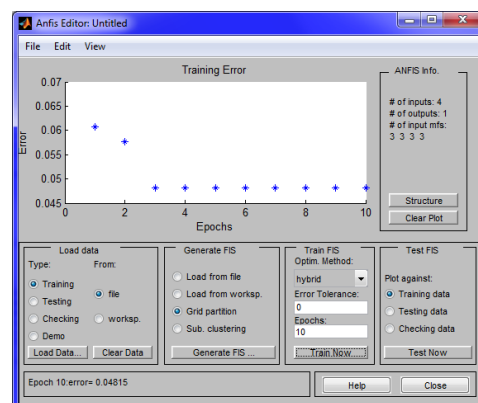
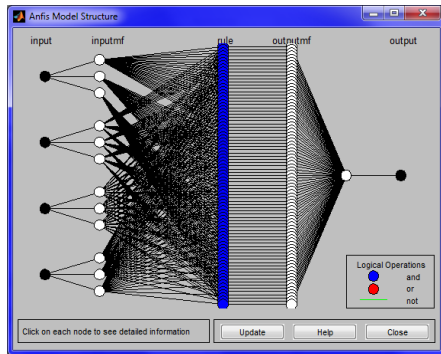


Рисунок 5 – График зависимости ошибок обучения от количества циклов обучения



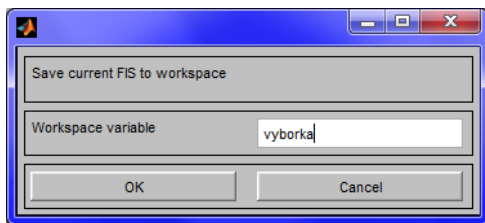
**Рисунок 6** – Структура сгенерированной системы нечёткого вывода

Как аргумент этой функции укажем вектор значений вероятности возникновения отказа модуля серверной памяти на текущий и предыдущие 3 дня. Полный формат вызова этой функции будет иметь вид:

```
Out=evalfis([1.74 1.63 1.54 1.47], vyborka),
```

где out – имя переменной на выходе; vyborka – имя структуры FIS, предварительно загруженной в рабочую область системы MATLAB.

Для этого из редактора ANFIS воспользуемся следующими манипуляциями: File => Export => To Workspace (рис 7).



**Рисунок 7** – Окно загрузки структуры FIS

Полученный результат изображен на рисунке 8.

```
>> Out=evalfis([ 1.74 1.63 1.54 1.47], vyborka)
Out =
    1.8401
>>
```

**Рисунок 8** – Окно команд с отображением результата оценки построенной нечёткой модели гибридной сети

После выполнения этой команды с помощью разработанной нечеткой модели будет получен результат для искомого следующего дня, который равен 1,8401. Сравнивая это значение с соответствующим значением в таблице статистики [3], можно констатировать абсолютнейшее сходство этих значений.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проверка построенной нечеткой модели показывает достаточно высокую степень ее адекватности реальным входным параметрам, что позволяет сделать вывод о возможности её практического использования для прогнозирования момента выхода из строя модуля серверной памяти на значительном временном участке.

Последний подход является наиболее точным и практически оправданным методом прогнозирования, так как он даёт наименьшую погрешность по сравнению с другими рассмотренными методами прогнозирования. Преимущество предлагаемого подхода обуславливается тем, что нейро-нечеткие системы способны к самообучению, работе с нелинейными данными и учету мнения экспертов – системных администраторов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Леоненко А. В.** Нечетком моделирование в среде MATLAB и FuzzyTECH, Санкт-Петербург, «BHV-Peterburg», 2005 г. – 736 с.
2. **Воронин А. А.** Надежность информационных систем, Санкт-Петербург, «SPbGTU», 2001 г.
3. **Бжлуха М. Т.** Основы научных исследований; – К.: Вища школа., 1997 г. — 271 с.
4. <http://habrahabr.ru/> – internet-sait. Statistika otkazov v servernoi pam'ati.
5. **Tanenbaum A., Wetherall D.**, Computer Networks, 5th edition. – «Prentice Hall», 962 p.

## REFERENCES

1. **Leonenko A. V.** Nechetkoe modelirovanie v srede MATLAB i FuzzyTECH, Sankt-Peterburg. «BHV-Peterburg», 2005 g. – 736 s.
2. **Voronin A. A.** Nadezhnost' informacionnyh sistem, Sankt-Peterburg, «SPbGTU», 2001 g.
3. **Bgluha M. T.** Osnovy naukovykh doslidzhen;. – K.: Vyscha shk., 1997 g. — 271 s.
4. <http://habrahabr.ru/> – internet-sait. Statistika otkazov v servernoi pam'ati.
5. **Tanenbaum A., Wetherall D.**, Computer Networks, 5th edition. – «Prentice Hall», 962 p.

Получена в редакции 02.08.2013, принята к печати 04.09.2013