

Б.Т.Солиева, Д.Т.Мухамедиева

*Центр разработки программных продуктов и аппаратно-программных комплексов при Ташкентском университете информационных технологий,
г.Ташкент*

УДК 519.71(575.1)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО УПРАВЛЕНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМИ УСЛУГАМИ

Аннотация. За последнее десятилетие технология телекоммуникационной сети значительно видоизменилась, она стала интеллектуальной и проникла во все сферы деятельности общества, стала неотъемлемой его частью. В статье рассматривается эффективность и качество управления телекоммуникационными услугами на основе интеллектуального анализа данных.

Ключевые слова: телекоммуникация, интеллектуальный анализ, принятие решение, управление.

1. Введение

В связи с бурным развитием IP-технологии, связанной с возможностью передачи и обработки различных услуг связи по одним и тем же транспортным сетям, возникла необходимость пересмотреть концепции построения самих транспортных сетей связи и управления ими.

Составной частью современных сложных телекоммуникационных сетей являются распределенные системы управления и мониторинга, к которым должны предъявляться очень высокие требования по качеству функционирования с целью поддержания высокого уровня работоспособности сетевых элементов и качественного обеспечения как доставки услуг до потребителя, так и внедрения новых услуг связи. Обеспечение качественной работы всех видов услуг, предоставляемых телекоммуникационной сетью, уже невозможно без эффективного комплексного управления состояниями её элементов и информационных потоков. Задача управления сетью электросвязи состоит в том, чтобы предоставить оператору возможность нормативной эксплуатации и технического обслуживания сети с минимальными затратами, при этом обеспечивая необходимый уровень услуг.

Другой важной задачей, определяющей устойчивость функционирования системы телекоммуникации в целом является требование к доставке абоненту (потребителям услуг) достоверной информации, передаваемой по каналам связи. При современных сверхвысокоскоростных волоконно-оптических системах передачи информации даже, кратковременные внешние и внутренние факторы влияния могут вызвать, так называемые «потери пакетов данных». Обнаружение таких пакетов обуславливает необходимость их повторной передачи. Это прежде всего вызывает запаздывание доставляемой абоненту сообщения на время обнаружения и повторной передачи «потерянного пакета данных», ухудшает качество предоставляемых услуг и следовательно отрицательно влияет на рыночный имидж оператора телекоммуникации, особенно международного оператора.

2. Постановка задачи. В соответствие с рекомендациями международного союза по электросвязи управление телекоммуникационных сетей строится по четырехуровневой схеме: уровень управления элементами сети; уровень управления сетью; уровень управления услугами; уровень управления бизнесом.

Критериями управления бизнесом, например, являются доходность сети D и инвестированность сети I , за определенный промежуток времени ΔT . Критериями уровня управления услугами, например, являются объём использования услуг V_S и качество предоставляемых услуг Q_S , за время ΔT .

Критериями уровня управления сетью, например, являются степень производительности сети в целом ρ и по трактам ρ_T , уровень загрузки (трафика) Y сети, степени готовности K_r , ремонтпригодности K_p и контролепригодности K_k сети, степень (объём) обновления таблиц маршрутизации V_M , время изменения конфигурации сети ΔT_r DTR с момента изменения сетевой ситуационной обстановки S_N , степень безопасности от несанкционированного доступа S_e , достоверность передачи данных в сети D_s и т.д.

Критериями уровня управления элементами сети (канал, тракт, линия связи, узел коммутации, маршрутизатор, состав и состояние их программного обеспечения и т.д.) являются степени работоспособности O_p в зависимости от их состояний W_E , которые формируются на основе измеряемых характеристик e_q , свойственных конкретным элементам, степени контролепригодности K_K , зависящие от вектора контролируемых параметров \bar{e} элементов сети (N_E). При этом эти состояния можно разбить на классы: W_P - работоспособные, $W_{ПО}$ - предотказные, W_O - отказные. Последние два класса могут возникать из-за блокировок, вызванных резким повышением нагрузки, нарушениями и повреждениями (дефектами) d , возникающими случайно в платах, блоках и составных частях элементов сети.

Естественно с точки зрения управления для достижения правильного функционирования сети необходимо знать своевременно точное её состояние и своевременно устранять предотказные $W_{ПО}$ и отказные W_O рисковые состояния, с целью минимального потери качества Q_S услуг и максимума удержания объёма обслуживания услуг V_S .

Таким образом, эффективность и качество управления сетью существенно зависит от эффективности функционирования уровня управления элементами.

В связи с этим построим формальную зависимость критериев уровней управления.

На первом уровне

$$O_{p_j} = f_{11}(W_{E_j}), j = \overline{1, m};$$

$$K_{K_j} = f_{12}(\bar{e}), K_{K_j} \in [0, 1],$$

где m – количество элементов сети, K_{K_j} - коэффициент контролепригодности элемента сети, зависящий от количества контролируемых параметров (контрольных точек) и их информативности.

На втором уровне

$$S_N = f_{21}(O_{p_1}, O_{p_2}, \dots, O_{p_m}); K_P = f_{22}(\vec{O}_P, \vec{K}_K); K_{\tilde{A}} = f_{23}(K_P, K_K); \rho = f_{24}(\vec{O}_P, Y, K_{\tilde{A}}); \\ \Delta T_R = f_{25}(S_N, K_{\tilde{A}}); V_M = f_{26}(S_N, \Delta T_R, K_{\tilde{A}}); S_e = f_{27}(\vec{O}_P, K_K); Ds = f_{28}(S_N, K_{\tilde{A}}, S_e).$$

На третьем уровне

$$V_S = f_{31}(\rho, V_M, K_{\tilde{A}}); Q_S = f_{32}(\rho, S_e, Y, Ds, K_{\tilde{A}}).$$

На четвертом уровне

$$D = f_{41}(V_S, Q_S); I = f_{42}(D, Q_S).$$

Главная задача базисных составляющих систем телекоммуникации (аппаратных, программных средств и системы обслуживания) – это обеспечение или восстановление нормального функционирования системы телекоммуникации в течении нормативного периода времени.

В системах телекоммуникации важным является воздействие внешних факторов, выступающих в качестве временного источника.

Особо следует отличать также влияние факторов надежности на характер нарушения устойчивости функционирования системы.

В дальнейшем для повышения эффективности и качество управления телекоммуникационными услугами предполагается разработать методику оценки риска на рынке телекоммуникационных услуг.

3. Основная часть. Ввиду ограниченности возможностей традиционных методов математического моделирования при решении слабо формализуемых задач, в том числе задач, связанных с риском, применяются технологии интеллектуального анализа данных. В их основе лежат методы искусственного интеллекта и, особенно, методы мягких вычислений (Soft Calculation, Soft Computing) и зарождающиеся на этой теоретико-методологической базе направления Computational Intelligence – интеллектуальные вычислительные технологии. Основными компонентами этих направлений являются теории нечетких множеств, нечеткого логического вывода, генетических алгоритмов, искусственных нейронных сетей и нейросетевых вычислений. Технология Computational Intelligence позволяет получать решения с приемлемой для

практики точно, путем обучения на доступных исходных данных, имеющихся в ограниченном, неполном объеме, а также представленных в качественном виде.

Задачи принятия решений по оценке рисков в зависимости от условий неопределенности разделяют на два типа:

1) задачи принятия решений в условиях, когда исходные данные имеют стохастический характер;

2) задачи принятия решений в условиях, когда исходные данные имеют нестохастическую природу, а необходимые доверительные пределы параметров исследуемых процессов неизвестны или определены нечетко.

В задачах второго типа риски проявляются в более значительной степени, чем первого, так как при решении задач нужно учитывать не только статистический неопределенность, но и лингвистический. При этом следует рассматривать риск как информационную неопределенность и нечеткость системы и ее отдельных элементов. Мера этой неопределенности определяет меру опасности, возможного ущерба, проигрыша от реализации какого-то решения или события. Исходя из этого, следует выделить основное свойство риска: риск имеет место только по отношению к будущему и неразрывно связан с прогнозированием, а значит и с принятием решений по оценке риска. В этой связи моделирование является неотъемлемым инструментом анализа оценки риска, где предпочтение отдается нечеткому моделированию.

Следует отметить, что разработка моделей оценки риска с учётом факторов неопределенности имеет ряд особенностей.

Во-первых, основным отличием моделей, разрабатываемых и оцениваемых с учетом неопределенности, является то, что условия их реализации и результаты считаются недетерминированными. В связи с этим приходится принимать во внимание все возможные значения параметров моделей.

Во-вторых, влияние факторов риска и неопределенности неизбежно приводит к тому, что содержание и состав моделей существенно меняются.

Это обстоятельство обуславливает необходимость применения новых, усовершенствованных методов, технологий и инструментов моделирования по оценке рисков и выводить результирующие нечеткие выводы.

Достоинством нечеткой логики является возможность использования экспертных знаний о структуре объекта в виде лингвистических высказываний. Однако аппарат нечеткой логики не содержит механизмов обучения. Объединение нечеткой логики с нейронными сетями дает принципиально новое качество. Получаемая в результате такого объединения нейронечеткая сеть обладает интеллектуальными свойствами использования знаний на естественном языке

Поэтому разработка моделей и алгоритмов оценки риска, основанные на нечетких правилах вывода и нейронных сетях является актуальной проблемой.

Предложен метод оценки прогнозирования на основе аппроксимирующих моделей нечеткого вывода при нечетко заданной исходной информации об оценке риска.

Построение нечетких моделей рисков, как правило, начинается с качественного анализа, целью которого является идентификация рисков. Достижение данной цели распадается на решение следующих задач: выявление всего спектра рисков; описание рисков; классификация и группировка рисков; анализ исходных допущений.

Вторым и наиболее сложным этапом построения нечетких моделей рисков является количественный анализ рисков, целью которого является измерение риска, что обуславливает решение следующих задач: формализация неопределённости; расчёт рисков; оценка рисков; учёт рисков.

На третьем этапе происходит построение нечетких моделей рисков и начала её реализации.

Четвертый этап – контроль.

Модель оценки риска описывается с помощью нечетких правил вывода:

$$\bigcup_{p=1}^{k_j} \left(\bigcap_{i=1}^n x_i = a_{i,jp} - c \text{ весом } w_{jp} \right) \rightarrow r = f(x_1, x_2, \dots, x_n). \quad (1)$$

Здесь $a_{i,jp}$ - лингвистический терм, которым оценивается переменная x_i в строчке с номером jp ;

w_{jp} - весовой коэффициент правила с порядковым номером jp ;

$r = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ - выход нечеткого правила.

Нечеткие логические уравнения (типа если <вход>, то <выход>) вместе с функциями принадлежности нечетких термов позволяют принимать решение по оценке рисков с использованием следующего алгоритма:

1. Фиксируются значения параметров состояния объекта:

$$X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*).$$

2. Определяются значения функций принадлежности $\mu^j(x_i^*)$, при фиксированных значениях параметров x_i^* , $i = \overline{1, n}$.

3. Используя логические уравнения, вычисляются значения функций принадлежности $\mu^{r_j}(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$ при векторе состояния $X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$.

4. Определяется решение r_j^* , для которого:

$$\mu^{r_j^*}(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*) = \max_{j=1, n} [\mu^{r_j}(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)].$$

Суть обучения состоит в подборе таких параметров функций принадлежности, которые минимизируют различие между результатами нейронечеткой аппроксимации и реальным поведением объекта. Для обучения используется система рекуррентных соотношений:

$$b_k^j(t+1) = b_k^j(t) - \eta(r_t - \hat{r}_t) \frac{r_j \sum_{i=1}^m \mu^{r_i}(r_i) - \sum_{i=1}^m r_i \mu^{r_i}(r_i)}{\left(\sum_{i=1}^m \mu^{r_i}(r_i)\right)^2} \frac{1}{\mu^k(x_i^j)} \prod_{i=1}^n \mu^j(x_i^j) \frac{2c_k^j(x_i^j - b_k^j)^2}{((c_k^j)^2 + (x_i^j - b_k^j)^2)^2}, \quad (2)$$

$$c_k^j(t+1) = c_k^j(t) - \eta(r_t - \hat{r}_t) \frac{r_j \sum_{i=1}^m \mu^{r_i}(r_i) - \sum_{i=1}^m r_i \mu^{r_i}(r_i)}{\left(\sum_{i=1}^m \mu^{r_i}(r_i)\right)^2} \frac{1}{\mu^k(x_i^j)} \prod_{i=1}^n \mu^j(x_i^j) \frac{2(c_k^j)^2 (x_i^j - b_k^j)}{((c_k^j)^2 + (x_i^j - b_k^j)^2)^2}.$$

Алгоритм обучения нейронечеткой сети состоит из двух фаз. На первой фазе вычисляется модельное значение выхода объекта (r), соответствующее

заданной архитектуре сети. На второй фазе вычисляется значение невязки (E_t) и пересчитываются параметры функций принадлежности.

По итогам проведенного исследования получен прогноз оценки рисков, основанный на построении аппроксимирующих моделей с использованием обучающих и тестирующих данных о риске (рис.1). Графики этих зависимостей приведены на рис.2.

- Здесь
- ФАКТ - фактическое значение риска;
 - Model1 – риск, определенный по нечеткой модели 1;
 - Model2 – риск, определенный по нечеткой модели 2;
 - Model3 – риск, определенный по нечеткой модели 3;
 - Neuronoravshan1 – риск, определенный по нейронечеткой модели.

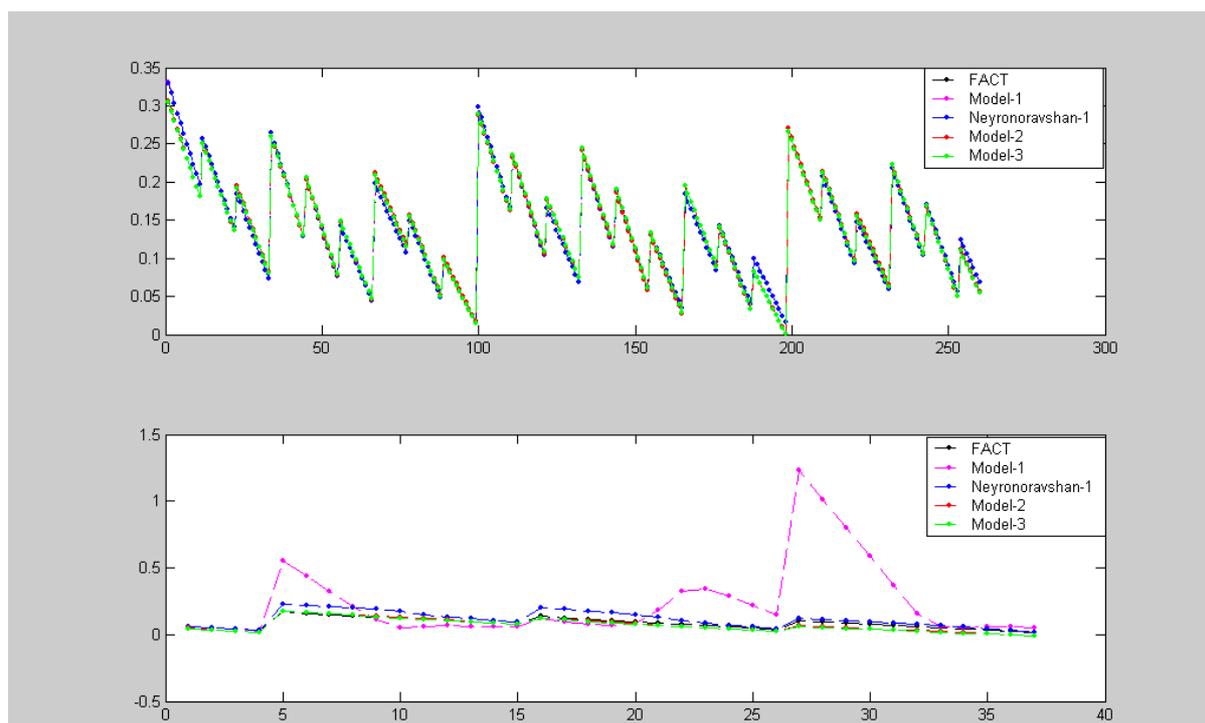


Рис.1. График оценки риска для обучающих и тестирующих данных

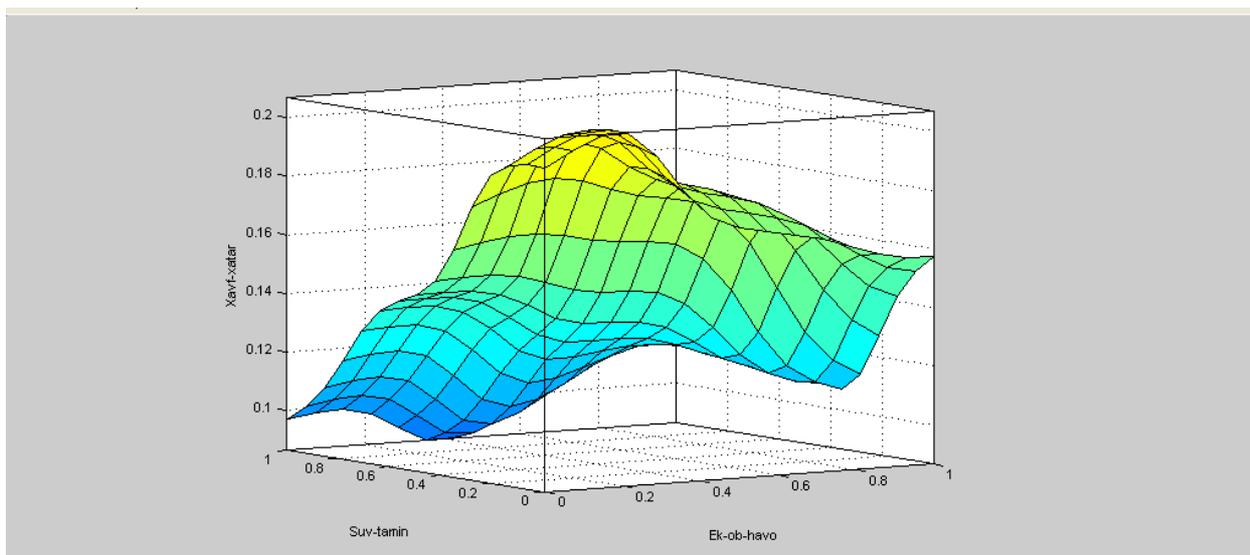


Рис.2. Поверхность “входы-выход” для оценки риска

4. Заключение. Разработаны алгоритмы принятия решений по оценке рисков на основе моделей нечеткой параметрической оптимизации с дополнением системы ограничений стандартной задачи набором ограничений по потерям, которые описываются при помощи нечетких множеств.

Разработаны программные средства интеллектуальной обработки информации для решения задач оценки, прогнозирования и принятия решений по риску в слабо формализуемых системах.

Получены оценка и прогноз рисков, основанный на построении аппроксимирующих моделей с использованием экспертных данных о риске.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шевцова Ю.В. Актуальность внедрения системы управления рисками в телекоммуникационных компаниях // Российская научно-техническая конференция «Информатика и проблемы телекоммуникаций», Новосибирск, 2008. с. 309–310.

2. Шевцова Ю.В. Методические подходы и практические приемы операционного риск-менеджмента в компаниях телекоммуникационного сектора // Вестник СибГУТИ 2009. №1. С. 53 – 68.

3. Канев В.С. Управление операционными рисками на байесовских сетях // Третья азиатская международная школа-семинар «Проблемы оптимизации сложных систем», Киргизия, Иссык-Куль, 2007.
4. Бунцев И. А., Канев В. С. Интегрированный риск-менеджмент в телекоммуникационных компаниях // Российская научно-техническая конференция «Информатика и проблемы телекоммуникаций», Новосибирск, 2007.
5. T.F.Bekmuratov, D.T. Mukhamedieva. Fuzzy approach to the problem of prediction of risk reduction fertile soil // Proceedings of WCIS-2012, b –Quadrat Verlag. 2012. P. 39-43.
6. D.T. Mukhamedieva, R.X. Shodimetov. Application of artificial immune systems to solve optimization problems // Proceedings of WCIS-2012, b –Quadrat Verlag. 2012. P. 50-53.
7. D.T. Mukhamedieva. Approach to problem solving multicriterial optimization with fuzzy aim // Proceedings of WCIS-2012, b –Quadrat Verlag. 2012.P.59-64.
8. X.A.Primova. Issues decision on the assessment of risk in a turbulent // Proceedings of WCIS-2012, b –Quadrat Verlag. 2012. P. 78-81.
9. Бекмуратов Т.Ф., Мухамедиева Д.Т., Примова Х.А. Принятие слабоструктурированных решений на основе нечеткого интеграла // Научный журнал «Проблемы информатики». -Новосибирск. 2015. Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН. Вып.1. -С. 33-39.
10. Бекмуратов Т.Ф., Дадабаева Р.А., Мухамедиева Д.Т. Принятие слабоструктурированных решений в задачах селекции в нечеткой среде // Научный журнал «Проблемы информатики». -Новосибирск. 2015. Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН. Вып.1. -С. 40-46.