



Е.А. Борисова, М. Сапаев

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ НЕЧЕТКОСТИ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ

(Ташкентский университет информационных технологий)

Современные телекоммуникационные сети и системы являются сложными техническими системами. Их сложность обусловлена иерархичностью структуры и наличием большого количества различных элементов и оборудования, а также функционированием при нечеткости исходной информации.

В связи с стремительным развитием телекоммуникационных сетей (ТС) и резким увеличением количества потребителей на сегодняшний день остро стоит вопрос эффективного использования телекоммуникационной инфраструктуры. Это в первую очередь также требует создания новых и модернизации эксплуатируемых телекоммуникационных сетей. В процессе проектирования требуется решение большого объема логико-вычислительных задач, связанных с моделированием сети, выбором аппаратно-программных средств, оценкой эффективности её функционирования, обеспечением надежности и защищенности пропускной способности и других. В настоящее время важное значение придается новой постановке задач по моделированию телекоммуникационных сетей на основе применения современных математических методов. Это обусловлено тем, что широко применяемые методы моделирования с учетом хорошо формализуемых количественных и качественных характеристик сетей не охватывают всю совокупность требований и множеств факторов, не поддающихся строгой количественной оценке и инженерной интуиции лица, принимающего решения [1].

При создании ТС возникает ряд проблем, связанных со сложностью их структуры, разнообразием технического оборудования, неопределенностью требований, нечеткостью информации и т.д., что требует применения современных методов моделирования систем, в частности методов теории искусственного интеллекта и нечеткого моделирования.

Анализ принципов построения ТС и особенностей их функционирования показывает, что они могут быть отнесены к классу сложных систем в связи с наличием ряда особенностей: распределенность структуры; составной характер системы; разнородность подсистем и элементов, составляющих систему; случайность и неопределенность факторов, действующих на систему; многокритериальность оценок процессов, протекающих в системе; большая размерность системы.

В общем случае сложные условия эксплуатации ТС приводят к необходимости учета в процессе их моделирования различных видов неопределенностей: недостаточность и нечеткость исходных данных, получаемых на этапе предварительного обследования объекта внедрения ТС, вызванных отсутствием возможности проведения натурного эксперимента и оценки погрешности замера параметров функционирования ТС; неточность моделей, возникающая из-за сложно-



сти декомпозиции системы; неопределенность и нечеткость в задании переменных величин в моделях, начальных и граничных условий, связанных с существенными нелинейностями характеристик, трудностей формализации, наличием различных субъективных критериев и ограничений; неопределенность и нечеткость, вызванные неэквивалентностью решений системных многоуровневых иерархических моделей; нечеткость исходной информации, получаемой от экспертов и системных инженеров, связанной с неопределенностью понятий и терминов; нечеткость в процессе построения моделей отдельных устройств, обусловленная трудностями формализации и представления знаний; неопределенность, возникающая при агрегации правил и моделей принятия решений.

Особенности функционирования сложных ТС в условиях нечеткой информации могут быть учтены обобщенной моделью, представляющую собой упорядоченный набор компонент [2]:

$$M_{net} = \langle \Omega, F, C, K, \Theta \rangle,$$

где Ω - цель системы; F - функции системы; C - структура реализации функций; K - компоновка элементов Ω, F, C в соответствующем пространстве; Θ - организация функционирования системы.

Обобщенная модель ТС позволяет определить общие подходы к решению задач системного моделирования сетей и является основой разработки конкретных методов и алгоритмов решения задач выбора стандарта телекоммуникационной сети, структурного синтеза системы и выбора оборудования в условиях неопределенности и нечеткости исходной информации.

Задача выбора проектных решений представляет собой неструктурированную задачу, и может быть решена на основе модели, позволяющей моделировать нечеткие ситуации и произвести интегрированную оценку приемлемости проектных решений.

В общем виде задача формулируется следующим образом: исходя из условий технического задания и группы нечетких критериев, предъявляемых к проектируемой сети, выделить наиболее приемлемый стандарт сети. В качестве основных параметров сети могут быть применены нижеприведенные слабоформализуемые критерии: стоимость (совокупность материальных затрат на оборудование, монтаж и настройка сети); скорость (скорость передачи данных с учетом технологии передачи данных); помехоустойчивость (устойчивость к помехам разной природы как внутри сети, так и извне); устойчивость к изменениям нагрузки сети (возможность бесперебойной работы сети при критическом увеличении интенсивности потока данных, количества абонентов и оборудования); простота монтажа и эксплуатации (совокупность трудозатрат по монтажу аппаратных средств, технической поддержке и др.).

Принятие рационального решения, по существу, заключается в выборе допустимого решения (альтернатив из множества всех допустимых решений), которое лучше или не хуже других, в некотором конкретном смысле, отражает интересы лица, принимающего решения. Выбор одного стандарта (альтернативы) в условиях нечетко описанной ситуации может быть успешно решен на основе нечеткого системного моделирования.



Основным этапом проектирования является моделирование процесса оценки приемлемости нечеткой ситуации на основе экспертных знаний в форме лингвистических суждений, что обеспечивается построением нечеткой модели на базе правил нечеткого логического вывода. Для осуществления этого необходимо формирование лингвистических переменных с определением их нечетких значений в виде нечетких переменных, которые полностью характеризуются своими функциями принадлежности (ФП). Исходной информацией для построения функций принадлежности являются экспертные оценки (в разной степени) или статистические данные, что характеризует степень влияния субъективизма, которую обычно стремятся минимизировать.

В практике обработки лингвистических экспертных суждений на основе теории нечетких множеств используются различные методы. В настоящее время наиболее часто используются нечеткие системы двух типов - Мамдани и Сугэно. Преимущество моделей типа Мамдани, заключается в том, что правила базы знаний являются прозрачными и интуитивно понятными и более приемлемы для решения задач моделирования сложных технических систем в условиях нечеткой информации.

Для реализации описанного подхода на основе FIS-файла среды Matlab построена нечеткая логическая модель типа Мамдани [3]. Возможности пакета Fuzzy Logic Toolbox позволили смоделировать нечеткие ситуации. В частности построены поверхности зависимости приемлемости проектного решения от масштабируемости и помехоустойчивости при фиксированных значениях других критериев, а также поверхности приемлемости в зависимости от скорости, передачи данных и помехоустойчивости. Аналогичным образом были построены поверхности зависимости приемлемости от других слабоформализуемых критериев.

Полученные результаты моделирования телекоммуникационных сетей в условиях нечеткой исходной информации применены для предварительной количественной оценки проектных решений при создании ТС и позволяют сделать вывод об эффективности применения нечетких моделей с использованием аппарата теории нечетких множеств и нечеткой логики.

Литература

1. Комашинский В.И., Смирнов Д.А. Нейронные сети и их применение в системах управления и связи. – М.: Горячая линия-Телеком, 2003.-94С.
2. Марахимов А.Р., Сапаев М. Синтез систем управления динамическими объектами на основе нечеткой логики.// Химическая технология. Контроль и управление.- Ташкент, 2009. №6. С.53-59.
3. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ – Петербург, 2003 – 736С.