

УДК 681.324

ИРАДЖ ЭЛЬЯСИ КОМАРИ, А.В. ГОРБЕНКО

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина***АНАЛИЗ ЗАДАЧ РАЗРАБОТКИ И РЕИНЖИНИРИНГА
КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ КРИТИЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ**

Выполнен анализ задач разработки и реинжиниринга компьютерных сетей (КС) информационно-управляющих систем (ИУС) критического применения (КП) с использованием открытых сетевых технологий и коммерческого сетевого оборудования. Сформулированы формальные задачи разработки и реинжиниринга компьютерных сетей ИУС КП и проанализированы исходные данные, необходимые для их решения.

компьютерные сети критического применения, разработка, реинжиниринг**Введение**

Решение традиционных задач, связанных с анализом временных характеристик и расчетом вероятности безотказной работы современных компьютерных сетей (КС), их оптимизации, распределения информационных потоков и структурного синтеза на практике сопряжено с рядом проблем. Во-первых, это проблема размерности компьютерной сети, которая особенно остро стоит в настоящее время, когда компьютерная сеть даже относительно небольшого предприятия или учреждения может объединять от нескольких десятков, до сотен ЭВМ. Другая проблема – это проблема неопределенности, которая заключается в отсутствии некоторых достоверных данных для расчетов и сложности их предсказания, например интенсивности информационных потоков между ЭВМ в сети. Более того, информационный трафик современных компьютерных сетей является динамическим и характеризуется высокой «взрывообразностью», т.е. высоким значением коэффициента пульсаций, определяемого как отношение максимального трафика в сети к его среднему значению.

Как следствие, некоторые из традиционных задач анализа и синтеза компьютерных сетей в настоящее время не находят практического применения, поскольку не отражают современный уровень развития сетевых технологий и существующего сетевого оборудования.

Например, задачи выбора маршрута передачи информации достаточно эффективно решаются при помощи стандартизованных протоколов маршрутизации, которые обеспечивают оптимальность выбранного маршрута (по различным критериям), динамическую реакцию на состояние и доступность каналов связи, характеризуются высокой скоростью сходимости и обеспечивают балансировку нагрузки по нескольким маршрутам.

Другим наглядным примером служит то, что при использовании современных высокоскоростных технологий (скорость передачи до 10 Гбит/с и выше) для построения территориально распределенных компьютерных сетей задержка передачи информации определяется главным образом скоростью распространения электромагнитного сигнала в канале связи, а не битовой скоростью передачи.

В то же время, на сегодня наблюдается тенденция применения современных сетевых технологий, основанных на открытых стандартах, при проектировании и модернизации ИУС критического применения (КП), например, в атомной энергетике [1, 2]. Этот факт обуславливает актуальность новых задач, связанных с разработкой и реинжинирингом компьютерных сетей для критических применений при использовании открытых стандартизованных сетевых технологий и коммерческого сетевого оборудования, анализом и

обеспечением их соответствия регулирующим и нормативным требованиям [3].

Целью статьи является анализ проблем разработки и реинжиниринга компьютерных сетей критического применения и постановка формализованных задач их синтеза при использовании открытых сетевых технологий.

Анализ исходных данных для решения задач разработки и реинжиниринга компьютерных сетей

Процесс разработки КС, основанных на открытых стандартах, является достаточно сложным и требует учета различных факторов, среди которых информация о количестве и расположении компьютеров (абонентов сети), требования заказчика и нормативных документов, положения сетевых стандартов, а также ряд ограничивающих факторов, включая стоимость проектирования и эксплуатации сети, обеспечиваемый уровень надежности и качества обслуживания. Результаты анализа исходных данных, необходимых для решения задач разработки и реинжиниринга компьютерных сетей показаны на рис. 1.

отражающую функциональные связи и характер взаимодействия между отдельными компьютерами информационной системы и их группами. Географические координаты каждого компьютера определяют его местоположение на схеме физического размещения, PhS, и задаются множеством $\{x_i, y_i, z_i\} \sim h_i$. Функциональная схема, FS, задается, как правило, в произвольном виде с помощью рисунков и текстового описания, однако формально может быть представлена в виде пересекающихся функциональных подмножеств множества HOST:

$$FS = \{F_i\}, F_i \subseteq HOST; F_i \cap F_j \neq \emptyset, i \neq j.$$

В ряде случаев в качестве начальных условий могут быть определены ранее установленные сетевые компоненты.

После анализа функциональной структуры, исходя из назначения, области применения и требований нормативных документов, формируются требования к проектируемой сети – R, включая требования к базовым (функциональным) характеристикам сети, требования к надежности и качеству обслуживания:

$$R = (R_{FUNC.}, R_{REL.}, R_{QUAL.}).$$



Рис. 1. Исходные данные, используемые в процессе разработки и реинжиниринга компьютерных сетей

Исходные данные включают множество компьютеров, $HOST = \{h_i\}$ – конечных узлов будущей КС, схему их физического размещения и функциональную схему (архитектуру ИУС),

На основании анализа исходных данных из всего множества стандартов КС, образующих профилеобразующую базу, выполняется выбор конкретных сетевых протоколов и технологий (т.е.

формируется профиль сети – PR_{NET} [4], разрабатывается логическая структура сети, LS, определяется номенклатура соответствующего сетевого оборудования – HW, программного обеспечения (ПО) – SW и формируется принципиальная схема сети, PhS, которая устанавливает взаимосвязь между сетевым оборудованием с привязкой к географическим координатам его размещения.

ПО КС в общем случае можно разделить на ранее разработанное системное – SYS и прикладное коммерческое – APP, а также прикладное специализированное – SPEC. Аппаратное обеспечение представляет собой набор типового сетевого оборудования, включая элементы кабельной системы – SCS, концентраторы – HUB, коммутаторы – SWITCH, маршрутизаторы – ROUTER, сетевые адаптеры, размещаемые в компьютерах – NET CARD и др.

$$SW = (SYS, APP, SPEC);$$

$$HW = (SCS, HUB, SWITCH, ROUTER, NET CARD).$$

Каждая единица сетевого оборудования, входящая в состав одного из указанных подмножеств, кроме набора характеристик, общих для данного типа устройств, может обладать набором частных (фирменных) свойств, например, конкретная модель маршрутизатора характеризуется определенным количеством и типом портов связи, используемыми протоколами маршрутизации, алгоритмами приоритетной обработки пакетов, алгоритмами обработки перегрузок и др.

Критерии оптимизации в задачах разработки и реинжиниринга компьютерных сетей

При разработке и модернизации КС необходимо учитывать тот факт, что все многообразие стандартов сетевых технологий, входящих в состав профилообразующей базы, образует связную многоуровневую иерархию (в классическом случае – семиуровневую, в соответствии с уровнями концептуальной модели взаимодействия открытых систем OSI). Каждый из уровней выполняет определенные функции по организации взаимодействия между конечными компьютерами и

обладает набором соответствующих характеристик, которые следует учитывать при выборе той или иной сетевой технологии или протокола.

Финансовые затраты при проектировании компьютерной сети – С включают в себя стоимость покупного оборудования и программного обеспечения, а также затраты на выполнение пусконаладочных работ (монтаж сетевого оборудования, настройку аппаратного и программного обеспечения и др.). Кроме того, компьютерная сеть требует постоянных финансовых затрат в процессе эксплуатации на администрирование, ремонт или замену отказавшего оборудования и модернизацию КС.

В качестве основных критериев оптимизации при проектировании современных КС можно выделить следующие: 1) качество обслуживания; 2) надежность функционирования; 3) стоимость разработки и эксплуатации. Для КС ИУС КП характерна задача оптимизации по критерию стоимости при заданном уровне надежности и определенных требованиях к обеспечению качества обслуживания. При этом требования к надежности и качеству целесообразно конкретизировать по уровням сетевой модели взаимодействия OSI исходя из особенностей уровня.

В табл. 1 представлены основные методы обеспечения надежности и качества обслуживания, которые необходимо учитывать и использовать при проектировании компьютерных сетей.

Реинжиниринг компьютерных сетей ИУС КП может выполняться с целью: 1) повышения надежности и качества обслуживания; 2) расширение функциональных характеристик; 3) расширение КС (поддержка большего числа абонентов); 4) увеличение масштаба (протяженности) КС.

Результатом разработки или реинжиниринга является уникальная КС, отвечающая предъявляемым требованиям и построенная в соответствии со стандартами существующих сетевых технологий с использованием типовых коммуникационных устройств и ранее

разработанного сетевого ПО.

Таблица 1

Основные методы обеспечения надежности и качества обслуживания в компьютерных сетях

Методы обеспечения надежности	Методы обеспечения качества
1. Протоколы с установлением соединения и подтверждением для защиты от искажения, потери и дублирования кадров (пакетов). 2. Аппаратные средства и протоколы диагностики и реконфигурации сети при отказах и сбоях; 3. Алгоритмы помехоустойчивого кодирования. 4. Резервирование каналов связи, сетевых адаптеров и портов коммуникационного оборудования; 5. Применение экранированного и оптоволоконного кабеля для защиты от электромагнитных помех.	1. Обеспечение перекрывающей пропускной способности и неблокирующей коммутации (маршрутизации); 2. Детерминированные методы множественного доступа; 3. Приоритетная обработка кадров (пакетов) в коммутаторах и маршрутизаторах; 4. Резервирование ресурсов коммутаторов (маршрутизаторов) и гарантия характеристик качества.

Формализация задач разработки и реинжиниринга компьютерных сетей

На основе проведенных исследований могут быть сформулированы следующие оптимизационные задачи разработки КС для ИУС:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Функциональность}(\text{PhS}, \text{SW}, \text{HW}) = R_{\text{FUNC}}; \\ \text{Надежность}(\text{PhS}, \text{SW}, \text{HW}) = R_{\text{REL}}; \\ \text{Качество обслуживания}(\text{PhS}, \text{SW}, \text{HW}) = R_{\text{QUAL}}; \\ \text{Стоимость}(\text{PhS}, \text{SW}, \text{HW}) \rightarrow \min. \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Функциональность}(\text{PhS}, \text{SW}, \text{HW}) = R_{\text{FUNC}}; \\ \text{Надежность}(\text{PhS}, \text{SW}, \text{HW}) \rightarrow \max; \\ \text{Качество обслуживания}(\text{PhS}, \text{SW}, \text{HW}) \rightarrow \max; \\ \text{Стоимость}(\text{PhS}, \text{SW}, \text{HW}) = C. \end{array} \right.$$

В свою очередь, общая задача реинжиниринга компьютерных сетей может быть записана в виде:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Функциональность}(\text{PhS}, \text{SW}, \text{HW}) = R_{\text{FUNC-NEW}}; \\ \text{Надежность}(\text{PhS}, \text{SW}, \text{HW}) = R_{\text{REL-NEW}}; \\ \text{Качество обслуживания}(\text{PhS}, \text{SW}, \text{HW}) = R_{\text{QUAL-NEW}}; \\ \text{Масштаб сети}(\text{PhS}, \text{SW}, \text{HW}) = L_{\text{NEW}}; \\ \text{Количество компьютеров}(\text{PhS}, \text{SW}, \text{HW}) = N_{\text{NEW}}; \\ \text{Стоимость}(\text{PhS}, \text{SW}, \text{HW}) \rightarrow \min. \end{array} \right.$$

Выводы

В статье выполнен анализ задач разработки и реинжиниринга КС ИУС КП с использованием открытых сетевых технологий и коммерческого сетевого оборудования.

Сформулированы формальные задачи разработки и реинжиниринга компьютерных сетей ИУС КП и проанализированы исходные данные, необходимые для их решения.

Дальнейшие исследования могут быть

направлены по пути детализации сформулированных задач с учетом конкретной прикладной области и разработке методов для их решения.

Литература

1. ИВС энергоблока № 2 Хмельницкой АЭС ИВС «Комплекс-ХАЭС2»: ТЗ 14072049.51500.052.ТЗ: ГП ХИКА. – Х.: ХИКА, 2000. – 151 с.
2. Харченко В.С., Ястребенецкий М.А., Скляр В.В. Новые информационные технологии и проблема безопасности информационно-управляющих систем АЭС // Ядерная и радиационная безопасность. – 2003. – № 2. – С. 19–27.
3. Харченко В.С., Горбенко А.В., Скляр В.В. Компьютерные сети информационных и управляющих систем АЭС, построенные на основе открытых стандартов // Ядерная и радиационная безопасность. – 2004. – № 4. – С. 80–87.
4. Горбенко А.В. Метод выбора профилей компьютерных сетей для критических приложений // Вісник Технологічного університету Поділля. – 2004. – № 2, Ч. 1, Т. 2. – С. 46-49.

Поступила в редакцию 6.03.2006

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.С. Кулик, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.