

## **МЕТОДИКА СИСТЕМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ ОВД УКРАИНЫ**

### **Введение**

Программа информатизации органов внутренних дел (ОВД) Украины на 2000-2005 годы [1] среди многих важных задач, которые необходимо решить, предусматривает подготовку технического задания и проект создания информационно-аналитической системы ОВД Украины на 2000-2005 годы, разработку концепции комплексной защиты информационной системы ОВД. А Концепция дальнейшего реформирования системы МВД Украины на 2004-2010 годы [2] предполагает создание единой технологической платформы для интеграции всех видов информационных учетов всех уровней (от районного звена до центрального аппарата МВД Украины) путем развития инфраструктуры информационной службы.

В связи с этим, в настоящее время в органах внутренних дел создается принципиально новая Интегрированная информационно-поисковая система и внедряется в ОВД Украины ее однотипная программно-техническая платформа [3]. Основным назначением этой системы является информационно-аналитическое обеспечение структурных подразделений центрального и областных аппаратов МВД Украины, а также информационное взаимодействие МВД Украины с органами государственной власти Украины и с правоохранительными органами других государств. Формирование центрального и областных интегрированных банков данных рассматриваемой системы будет осуществляться на основе качественно нового уровня обработки и представления информации криминального характера путем сведения (интеграции) информационных учетов к единой системе с отображением причинно-следственных связей между объектами учетов. При этом функционирование Интегрированной информационно-поисковой системы, а также системы оперативного информирования МВД Украины [4], предполагает создание двух уровней корпоративной информационно-коммуникационной сети органов внутренних дел. Первый уровень сети включает в себя центральный (Министерство внутренних дел Украины) и областной (ГУМВД, УМВД, УМВДТ Украины в областях) уровни ОВД; второй уровень включает в себя областной и территориальный (горрайлиноорганы) уровни ОВД.

Таким образом, в настоящее время исследование проблемы построения корпоративной сети ОВД Украины, отвечающей заданным требованиям, является актуальным. Кроме того, данная проблема предусмотрена тематикой приоритетных направлений научных и диссертационных исследований, которые требуют первоочередной разработки и внедрения в практическую деятельность ОВД Украины, на период 2004-2009 годы [5]. Например, ее пункт 119 предусматривает “взаимодействие подразделений ОВД в процессе раскрытия и расследования преступлений”, а пункт 235 предусматривает “разработку и внедрение в практическую деятельность ОВД типов собственных ведомственных сетей связи, которые бы соответствовали специфическим требованиям по сравнению с сетями общего пользования”.

Вопросам анализа общей структуры корпоративной сети ОВД Украины, а также моделей объекта защиты информации и возможного нарушителя безопасности сети, посвящена работа [6]. В статье [7] рассмотрены вопросы построения структуры информационной сети ОВД на примере Ровенской области. Вопросам использования в ОВД Украины высокоскоростной технологии передачи информации на основе каналов Frame Relay ВАТ “Укртелеком”, которая становится все более популярной в мире и является относительно недорогой альтернативой технологии выделенных цифровых каналов связи, посвящена работа [8]. Методический подход по формализации задачи оценивания эффективности системы защиты информационной системы ОВД Украины, а также анализ множества векторов-показателей проявления угроз объектам защиты этой информационной системы, приведены в статье [9]. Работа [10] посвящена методике оптимизации структуры

сети по критерию суммарной длины каналов связи, что является предварительным этапом при разработке трафиков передачи информации между объектами. Особенно это важно при оптимизации трафиков передачи информации в корпоративных сетях, в частности, ОВД Украины.

Целью данной статьи является разработка методики системного проектирования корпоративной сети ОВД Украины.

**Постановка задачи системного проектирования корпоративной сети**

Корпоративные сети относятся к классу больших систем, что предопределяет сложность их создания и эксплуатации. Такие системы не могут быть созданы за короткий интервал времени, поэтому одни фрагменты сети уже могут эксплуатироваться, другие – проектироваться, а третьи – только исследоваться.

Существует большое число вариантов построения корпоративной сети, связывающей заданных пользователей сети и позволяющей коллективно использовать ее информационно-вычислительные ресурсы. Эти варианты могут отличаться топологической структурой, режимами коммутации, алгоритмами управления, производительностью каналов связи (КСв) и узлов коммутации (УК), надежностью, живучестью, затратами на создание и эксплуатацию и т.п. Множество возможных вариантов может быть представлено в виде объединения двух подмножеств: первое подмножество включает варианты, обеспечивающие выполнение требований пользователей к качеству доставки информации в корпоративной сети, второе – варианты, не обеспечивающие выполнение соответствующих требований. Основной задачей построения корпоративной сети является выбор одного из вариантов, относящегося к первому подмножеству и требующего минимальных затрат на построение сети.

Процесс проектирования корпоративной сети (как любой большой системы) включает два основных этапа: предварительное (системное) проектирование и инженерное (техническое) проектирование. Системное проектирование заключается в выборе топологической структуры корпоративной сети, производительности и алгоритмов функционирования ее элементов (КСв и УК). Инженерное проектирование состоит в реализации технических решений аппаратно-программных средств в соответствии с результатами системного проектирования. В большинстве случаев системное и инженерное проектирование оказываются взаимосвязанными, так как иногда невозможность технической реализации заставляет вносить коррективы в результаты системного проектирования.

На основании проведенного исследования проблемы построения сети можно сделать следующие выводы. К настоящему времени вышло в свет большое число работ, посвященных проблеме построения информационно-вычислительных сетей и достаточно полно освещающих различные стороны этой проблемы: методы маршрутизации, методы ограничения интенсивности потоков, особенности реализации методов управления процессом обмена информацией в конкретных сетях. Вышедшие работы в подавляющем большинстве не учитывают особенностей, присущих корпоративной сети (широкого разнообразия видов информационных потоков пользователей, большой размерности, иерархической топологической структуры сети, использования высокоскоростных цифровых КСв), и поэтому полученные результаты не могут быть непосредственно использованы для исследования и разработки структур и методов управления процессами коммутации и обмена информацией в корпоративных сетях.

В таких условиях особенно актуально стоит задача исследования методов синтеза топологической структуры сети и методов управления процессами коммутации и обмена информацией в корпоративной сети, а также разработки алгоритмов управления этими процессами. Решение этих задач в соответствии с принципами системного подхода должно быть органически связано с решением всех остальных задач проектирования корпоративной сети.

*Исходные данные для задачи системного проектирования корпоративной сети:*

1. *Расположение конечных пунктов корпоративной сети.* На основе расположения конечных пунктов при проектировании терминальной сети определяется расположение концентраторов и УК. Взаиморасположение УК задается матрицей расстояний  $\|L\| = [l_{ij}]$ , причем элементы  $l_{ij}$  в общем случае не являются геометрическими расстояниями между узлами и задают “близость” между УК в некоторой метрике. Поэтому матрицу  $\|L\|$  правильнее называть матрицей модифицированных расстояний.

2. *Режимы коммутации в корпоративной сети.* Считаем, что в сети могут быть реализованы режимы коммутации каналов (КК), коммутации пакетов (КП) или сообщений (КС), а также на их основе – методы гибридной (ГК) и адаптивной коммутации (АК).

3. *Модели источников информации корпоративной сети.*

В случае выбора в качестве моделей источников сообщений пользователей (информационных) (СПИИ) пуассоновских входных потоков интенсивности потоков, входящих в корпоративной сети, задаются матрицами  $\|L^{kij}\| = [\lambda_{sd}^{kij}]$  и  $\|L^{nij}\| = [\lambda_{sd}^{nij}]$ , где

$\lambda_{sd}^{kij}$  – интенсивность потока вызовов в режиме КК для информации  $i$ -го вида и  $j$ -го приоритета между  $s$ -м и  $d$ -м УК;  $\lambda_{sd}^{nij}$  – интенсивность потока СПИИ для передачи в режиме КП для информации  $i$ -го вида и  $j$ -го приоритета между  $s$ -м и  $d$ -м УК. Назовем матрицу  $\|L^{kij}\|$  матрицей тяготения между УК режима КК для информации  $i$ -го вида и  $j$ -го приоритета, а матрицу  $\|L^{nij}\|$  – матрицей тяготений между УК режима КП для информации  $i$ -го вида и  $j$ -го приоритета. В целях упрощения задачи проектирования с учетом пуассоновского характера входных потоков, принимая во внимание подобие в обработке СПИИ конкретных видов и приоритетов в каждом реализованном в сети режиме коммутации, интенсивности входящих в сеть потоков СПИИ можно задать матрицами:

$\|L^k\| = [\lambda_{sd}^k]$  и  $\|L^n\| = [\lambda_{sd}^n]$ . Здесь:

$$\lambda_{sd}^k = \sum_{\substack{i \in I \\ j \in J_k}} \lambda_{sd}^{kij} \quad \text{и} \quad \lambda_{sd}^n = \sum_{\substack{i \in I \\ j \in J_n}} \lambda_{sd}^{nij},$$

где  $I_k$  – множество видов информации, передаваемых в режиме КК;  $J_k$  – множество приоритетов, предусмотренных для передачи информации в режиме КК;  $I_n$  – множество видов информации, передаваемых в режиме КП;  $J_n$  – множество приоритетов, предусмотренных для передачи информации в режиме КП.

С потоками информации связана еще одна, в общем случае случайная, величина – длина СПИИ для передачи в режиме КП или длительность вызова в режиме КК. Под длиной СПИИ будем понимать число содержащихся в нем двоичных единиц информации пользователя, которое может быть выражено в количестве коммутируемых информационных единиц (КИЕд). При аналитических расчетах будем считать, что длительность вызова в режиме КК для СПИИ каждого вида и приоритета распределена экспоненциально со средним  $1/\mu^{kij}$  и одинаково для всех пар источник-адресат, длина СПИИ для режима КП для информации каждого вида и приоритета распределена экспоненциально со средним  $1/\mu^{nij}$  и одинаково для всех пар источник-адресат. В упрощенном случае можно рассматривать усредненную по всем видам и приоритетам длительность вызова в режиме КК:

$$\frac{1}{\mu^k} = \sum_{\substack{i \in I \\ j \in J_k}} \frac{\lambda^{kij}}{\lambda^k} \frac{1}{\mu^{kij}}$$

$$\text{зде } \lambda^{kij} = \sum_{sd} \lambda_{sd}^{kij}, \quad \lambda^k = \sum_{\substack{i \in I \\ j \in J_k}} \lambda^{kij}$$

Аналогично усредненная длина СПИи в режиме КП:

$$\frac{1}{\mu^n} = \sum_{\substack{i \in I \\ j \in J_n}} \frac{\lambda^{nij}}{\lambda^n} \frac{1}{\mu^{nij}}$$

4. Требования пользователей к качеству доставки информации в корпоративной сети.

Эти требования могут быть заданы в виде матрицы показателей качества  $\|Q^k\| = [q_{ij}^k]$ , элемент которой  $q_{ij}^k$  представляет собой вектор граничных значений показателей качества при передаче информации  $i$ -го вида в  $j$ -м приоритетом  $(q_{ij}^{k1}, \dots, q_{ij}^{km})$ .

5. Ограничения на параметры элементов корпоративной сети (КСв и УК). А именно: вектор допустимых скоростей передачи по КСв  $C^\partial = \{C_i^\partial\}$ ; вектор допустимых максимальных емкостей памяти УК  $L_n^\partial = \{l_{ni}^\partial\}$ ; вектор производительности УК в режиме КП  $U^n = \{u_k^n\}$  и др. Эти ограничения определяются особенностями существующих аппаратно-программных средств, которые могут быть применены для реализации элементов корпоративной сети.

6. Функции стоимости элементов корпоративной сети в зависимости от их параметров.

Стоимость  $i$ -го КСв можно представить как:

$$d_i^c = d_i(l_i, C_i),$$

где  $l_i$  – длина  $i$ -го КСв;  $C_i$  – его производительность.

Стоимость УК можно представить как:

$$d_j^c = d_j^c(l_{nj}, u_j^{nk}, u_j^{nn}, x_j),$$

где  $l_{nj}$  – емкость памяти  $j$ -го УК;  $u_j^{nk}$  – производительность  $j$ -го УК в режиме КК;

$u_j^{nn}$  – производительность  $j$ -го УК в режиме КП;  $x_j$  – дополнительные возможности  $j$ -го УК, к которым можно отнести возможность выполнять тот или иной набор сервисных функций, возможность реализовать в  $j$ -м УК те или иные адаптивные алгоритмы управления, обеспечить повышенную надежность и живучесть  $j$ -го УК. Под живучестью понимается возможность объекта (в данном случае УК) выполнять свои функции при внешних воздействиях, направленных на нарушение функционирования объекта.

Полная стоимость корпоративной сети может быть оценена как:

$$D^c = \sum_{i=1}^{M_k} d_i^c(l_i, c_i) + \sum_{j=1}^{N_y} d_j^c(l_{nj}, u_j^{nk}, u_j^{nn}, x_j),$$

где  $M_k$  – число КСв в сети;  $N_y$  – число УК в сети.

По своему характеру задача системного проектирования корпоративной сети является оптимизационной и состоит в выборе такого набора значений внутренних первичных параметров (структурных и алгоритмических), при которых обеспечивается экстремум некоторого функционала полезности. На практике для многих больших систем построить достаточно обоснованный функционал полезности весьма трудно. Ввиду этого получил распространение маргинальный подход, суть которого состоит в оптимизации одного из внешних параметров системы при ограничениях на остальные. Учитывая специфику корпоративных сетей, которые характеризуются высокой стоимостью и наличием ряда жестких требований к значениям внешних параметров, в качестве критерия оптимальности на этапе предварительного проектирования целесообразно использовать затраты на создание и эксплуатацию сети.

Таким образом, **задача системного проектирования корпоративной сети формулируется так:** найти внутренние параметры сети (топологическую структуру, алгоритмы управления, параметры КСв и УК), при которых для заданного множества пользователей выполняются требования по качеству доставки информации пользователям, минимизируются затраты по множеству возможных вариантов.

Описанная задача проектирования относится к комбинаторным и может быть сформулирована в терминах дискретного математического программирования. Однако отсутствие аналитических моделей и методов решения, необходимость учета влияния множества факторов, значительная часть которых отражает воздействие случайных процессов, ведет к чрезмерно высокой размерности задачи и делает практически невозможным ее прямое решение на базе существующих методов и средств. В связи с этим используются различные упрощения, суть которых состоит в декомпозиции общей задачи на совокупность частных. Рассмотрим методику построения корпоративной сети на основе декомпозиции и дадим краткую характеристику частных задач, решаемых на отдельных этапах.

#### **Основные задачи, которые необходимо решить при построении корпоративной сети**

Общая задача системного проектирования подразделяется на следующие основные задачи, решаемые последовательно:

Синтез топологической структуры сети.

Выбор методов и разработка алгоритмов коммутации.

Выбор методов и разработка алгоритмов управления обменом информацией в сети.

Выбор параметров, разработка структуры и алгоритмов функционирования УК.

Каждая из этих задач может решаться неоднократно, если результаты решения остальных свидетельствуют о необходимости повторных решений. Рассмотрим этапы построения корпоративной сети.

1. *Синтез топологической структуры сети.* Основной целью этого этапа является выбор числа и координат расположения УК, а также производительности КСв из дискретного набора. Общий подход к проектированию топологической структуры корпоративной сети основан на следующих предположениях.

Задано число и местоположение УК и матрица, расстояний между ними: местоположение УК определяется обычно в задаче топологического синтеза для терминальной части корпоративной сети.

Заданы матрицы тяготений между УК (в предположении пуассоновских входных потоков СПИи), известны распределения длительностей вызовов в режиме КК и распределения длин СПИи в режиме КП.

Предполагается, что в корпоративной сети могут быть реализованы различные режимы коммутации (КК, КС, КП, ГК, АК).

Известны стоимостные показатели элементов сети (КСв и УК), требования к качеству обслуживания запросов пользователей, характеристики КСв и УК, которые могут выбираться из заданного набора.

Предполагается, что в корпоративной сети реализованы различные процедуры выбора маршрутов и ограничения интенсивностей потоков, которые предполагаются независимыми.

Заданы требования к надежности корпоративной сети при условии, что повреждения и отказы элементов не зависят друг от друга. На этапе топологического синтеза требования к надежности обычно выражаются через величину связности сети  $v$ . Сеть называется  $v$ -связанной, если для каждой пары УК существует по меньшей мере  $v$  связанных и непересекающихся путей.

При таких предположениях может быть поставлена задача синтеза сети минимальной стоимости:

$$D^c = \left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^{M_k} d_i^c(l_i, c_i) + \sum_{j=1}^{N_y} d_j^c(l_{nj}, u_j^{nk}, u_j^{nn}, x_j) \quad \min; \rightarrow \\ q_i \leq q_i^\delta \text{ (либо } q_i \geq q_i^\delta), i = \overline{1, n}; \\ v \geq v^\delta \end{array} \right.$$

где  $q_i^\delta$  – заданные допустимые значения показателей качества обслуживания запросов пользователей;  $v^\delta$  – заданная допустимая связность сети;  $q_i$  и  $v$  – значения показателей качества и связность, соответственно, для конкретного варианта топологической структуры сети;  $n$  – число показателей качества обслуживания, по которым заданы допустимые значения.

2. *Выбор методов и разработка алгоритмов коммутации.* Наиболее полное использование возможностей корпоративной сети достигается при реализации в ней принципов гибридной и адаптивной коммутации. При выборе конкретной гибридной схемы необходимо провести исследование влияния параметров сети, переменных трафика и ресурсных ограничений на эффективность различных режимов коммутации применительно к различным видам передаваемых СПИи, а также сравнить различные алгоритмы коммутации по таким показателям, которые определяют качество обслуживания пользователей, эффективность работы оборудования и живучесть корпоративной сети.

3. *Выбор методов и разработка алгоритмов управления обменом информацией в корпоративной сети.* В корпоративной сети все основные особенности обработки и

передачи информации могут рассматриваться на базе двух типов повторяющихся процессов, а именно процессов взаимодействия между парой пунктов сети и процессов, происходящих непосредственно в УК. Это возможно вследствие того, что процесс обработки и передачи пакетов в режиме КП и процесс установления и разъединения соединений в режиме КК состоит из повторяющихся циклов. Пакет (запрос на соединение) поступает в УК, к которому подключен отправитель, обрабатывается в нем и передается дальше через промежуточные УК к узлу, к которому подключен получатель. Цикл обработки подобен в каждом УК.

Таким образом, управление процессом обмена информацией должно содержать в себе управление потоками по входу УК, внутри УК и по выходу из него. Управление по входу УК включает в себя процедуры управления интенсивностью передаваемых по сети потоков. Управление в УК представляет собой маршрутизацию потоков, а управление по выходу из УК -- совокупность процедур управления структурой сети. Последняя разновидность управления является средством увеличения производительности корпоративной сети и улучшения качества обслуживания запросов пользователей. Однако реализация его в корпоративной сети потребовала бы дорогостоящих технических средств и поэтому не будет в дальнейшем рассматриваться. Таким образом, под управлением процессом обмена информацией в корпоративной сети будем понимать комплекс методов управления выбором маршрутов (маршрутизации) и интенсивностью передаваемых по сети потоков.

Алгоритмы управления процессом обмена информацией совместно с протоколами транспортной сети и алгоритмами коммутации составляют основу функционального программного обеспечения УК. С точки зрения системного проектирования, при построении корпоративной сети важно оценить эффективность введения конкретной версии каждого из алгоритмов. Предварительное решение об использовании того или иного алгоритма, как правило, принимается на основе достаточно приближенных аналитических моделей. При выборе конкретной версии должны учитываться затраты ресурсов на реализацию алгоритма в процессе функционирования корпоративной сети. Затраты ресурсов связаны с необходимостью задействования вычислительных мощностей УК и передачи служебной информации по КСв.

4. *Выбор параметров, разработка структуры и алгоритмов функционирования УК.* В качестве исходных данных на этом этапе используются топологическая структура корпоративной сети, параметры потоков СПИи и КИЕд, поступающих на входы корпоративной сети и УК, алгоритмы управления процессом обмена информацией, алгоритмы коммутации, функции затрат на оборудование УК. Задача состоит в выборе таких параметров, структуры и алгоритмов функционирования УК, при которых узел имел бы минимальную стоимость при выполнении требований к качеству обслуживания пользователей.

Сформулированные задачи органически связаны с другими частными задачами, возникающими при построении корпоративной сети. Принимая во внимание иерархичность топологической структуры сети, предлагается методика построения корпоративной сети (рис. 1), основанная на принципе декомпозиции. В случае успешного выполнения этапов 1-6 производится переход к этапу инженерного проектирования.

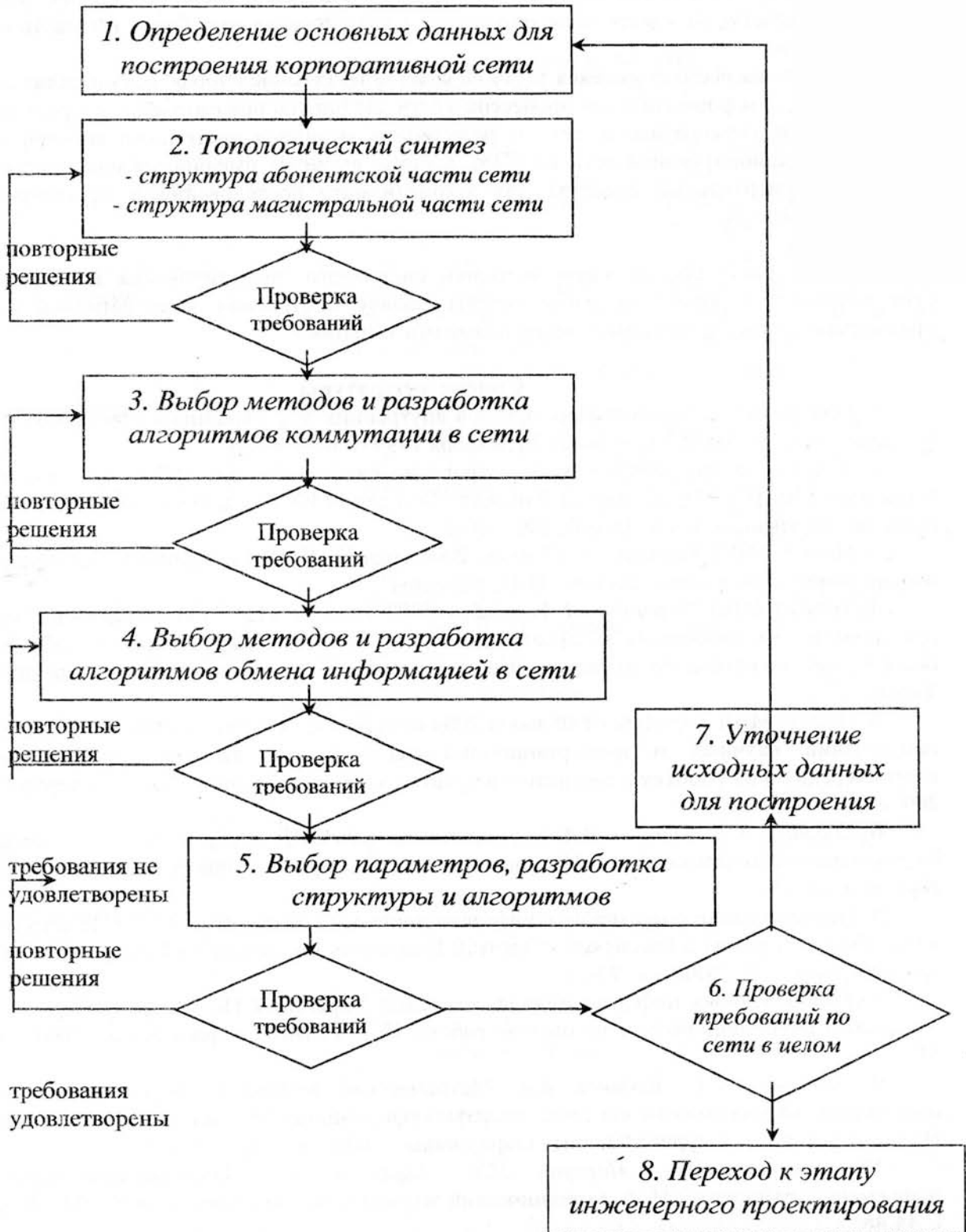


Рис. 1. Методика системного проектирования корпоративной сети



Предлагаемая методика позволяет производить неоднократное повторение решения каждой из подзадач на этапах, если результаты решения остальных будут вызывать в этом необходимость.

Для решения всего комплекса задач на каждом из перечисленных этапов должны быть решены проблемы формализации процессов в сети для оценки показателей критериев оценки эффективности корпоративной сети и разработана методика системного моделирования процесса функционирования сети на ЭВМ, а также выбраны имеющиеся или предложены новые инструментальные средства для автоматизации исследования и проектирования корпоративной сети.

#### **Выводы**

Использование предлагаемой методики системного проектирования корпоративной сети позволяет в конечном итоге решить задачу построения корпоративной сети в приемлемые сроки и с заданными материальными затратами.

#### **Список литературы**

1. Програма інформатизації органів внутрішніх дел України на 2000-2005 роки // Рішення колегії МВД України від 28 грудня 1999 року № 8км/1.
2. Концепція подальшого реформування системи Міністерства внутрішніх дел України на 2004-2010 роки: науковий проєкт / Під ред. Я.Ю. Кондратьєва.-К.: Національна академія внутрішніх дел України, 2003.-40 с.
3. Приказ МВД України від 17 липня 2003 року № 786 “О создании Интегрированной информационно-поисковой системы ОВД Украины”.
4. Приказ МВД України від 4 жовтня 2003 року № 1155 “Об усовершенствовании реагирования на сообщения о преступлениях, других правонарушениях и событиях, и обеспечение оперативного информирования в органах и подразделениях внутренних дел Украины”.
5. Приказ МВД України від 05 липня 2004 року № 755 “Об утверждении Приоритетных направлений научных и диссертационных исследований, которые предусматривают первоочередную разработку и внедрение в практическую деятельность ОВД, на период 2004-2009 годы”.
6. *Хорошко В.А., Кудинов В.А.* Корпоративная сеть ОВД Украины и модели ее защиты от нарушителей безопасности // Научно-технический журнал “Защита информации”-2004.-№1(18).-С.26-35.
7. Использование современных информационных технологий в ОВД / По материалам УОИ УМВД Украины в Ровенской области // Бюллетень по обмену опытом работы № 140 / МВД Украины. - К., 2002. - с. 73-77.
8. Корпоративная информационная сеть ОВД Украины / По материалам ДИТ МВД Украины // Бюллетень по обмену опытом работы № 154 / МВД Украины. - К., 2004. - с. 50-51.
9. *Хорошко В.А., Кудинов В.А.* Методический подход к формализации задачи оценивания эффективности системы защиты информационной системы ОВД Украины // Научно-технический журнал “Защита информации”-2004.-№4(21).-С.11-18.
10. *Кудинов В.А., Пархунь Л.Т., Хорошко В.А.* Оптимизация структуры информационной сети // Научно-технический журнал “Защита информации”-2004.-№3(20).-С.44-48.

*Поступила 26.11.2004г.*