

## ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНОГО СИНТЕЗА РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СЕТЕЙ ГОРНООБОГАТИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*Академик В.М. Назаренко, канд. техн. наук Назаренко М.В.,  
инженер А.И. Купин*

Рассмотрены общие проблемы синтеза структуры распределенных корпоративных информационно-вычислительных сетей ГОКов, приведены примеры построения типовых схем для различных уровней интеграции сети, обоснованы возможности автоматизированного проектирования подобных систем.

Рассматривается вопрос, связанный с проблемой построения корпоративных распределенных информационно-вычислительных сетей (РИВС) применительно к условиям горно-обогатительных комбинатов (ГОКов).

В работах [1, 2] была показана высокая актуальность и экономическая эффективность создания подобных сетей на предприятиях горнорудной промышленности. По прогнозам специалистов, комплексное внедрение современных информационных технологий, основанных на компьютерной технике, системах первичной сборки и обработки информации (датчики), а также РИВС, при условии перехода ГОКов на селективный способ добычи и обогащения руды, позволит повысить качество конечной продукции на 1%. При этом ее себестоимость должна снизиться на 1-3%. Фактически это означает, что рентабельность обогатительного производства возрастет в среднем на 1-2%, а качество продукции приблизится к мировому уровню.

В работе [2] также была выдвинута общенаучная концепция формирования РИВС в условиях ГОКов, обоснованы критерии создания сетей подобного типа, обозначены некоторые направления и методология решения возникших задач. В частности, на основе ряда предложенных локальных критериев был получен обобщенный критерий формирования корпоративной ИС (1) применительно к условиям ГОКа.

$$W = Q_{ис} + S_{нв} + S_y \Rightarrow \min, (1)$$

где  $Q_{ис}$  - приведенные затраты на создание РИВС;  $S_{нв}$  - величина невостребованной стоимости оборудования сети;  $S_y$  - сумма

возможных убытков ГОКа в результате возможного отказа отдельного сегмента (сегментов) ИС или всей корпоративной сети ГОКа в целом.

Важным этапом при создании больших РИВС – является построение общей структуры сети. В нашей концепции построения корпоративной РИВС ГОКа, в соответствии с общепринятой в мире классификацией сетей [3], выделить три уровня интеграции (рис.1).

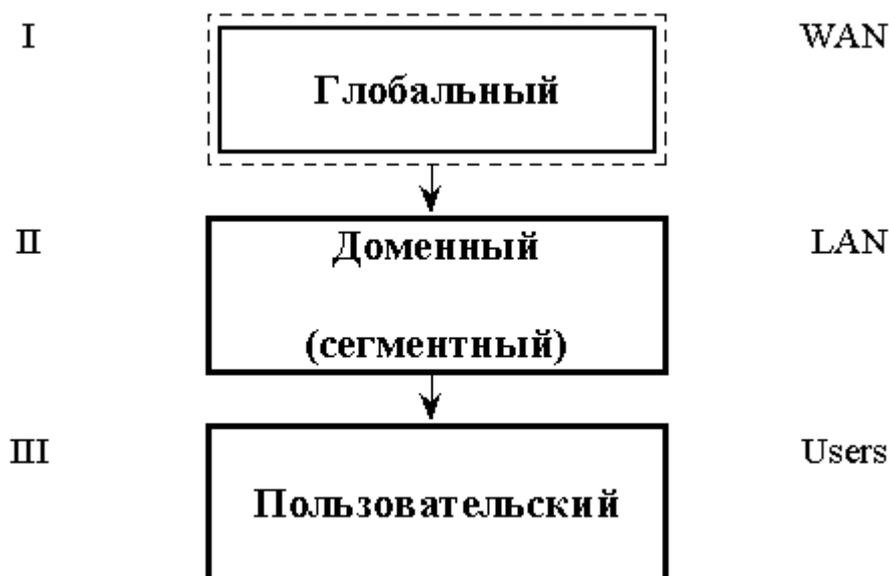


Рис.1  
Уровни интеграции ИС ГОКа

1. **Глобальный уровень** (WAN – Wide Area Network *(глобальная территориальная сеть)*). В перспективе – это будущая сеть между всеми ГОКа (по крайней мере расположенными в Кривбассе). Нами пока не ставилась задача разработки сети этого уровня, однако, на более низких уровнях, планируется установка аппаратных и программных средств (шлюзы, маршрутизаторы), которые, при необходимости, смогут обеспечить возможность выхода на данный уровень. Сюда же можно отнести возможность установки шлюзов в другие глобальные сети, например в InterNet. В последнем случае, ГОК сам сможет выступать в роли провайдера услуг InterNet (т.е. возможность к InterNet подключения других пользователей на коммерческой основе).
2. **Доменный (сегментный) уровень** (LAN – Local Area Network *(локальная вычислительная сеть)*). Это

локальные вычислительные сети (ЛВС), либо их выделенные сегменты (домены, группы пользователей), обслуживающие укрупненные структурные подразделения комбината (например, рудник, дробильная фабрика, рудообогатительная фабрика и т.д.). Отдельные сегменты, в свою очередь, связываются между собой посредством сетей передачи данных (СПД). Таким образом обеспечивается свободная передача информации как внутри доменов, так между ними.

3. **Пользовательский уровень (Users)**. На этом уровне рассматривается разбивка (декомпозиция) доменов на конкретных пользователей.

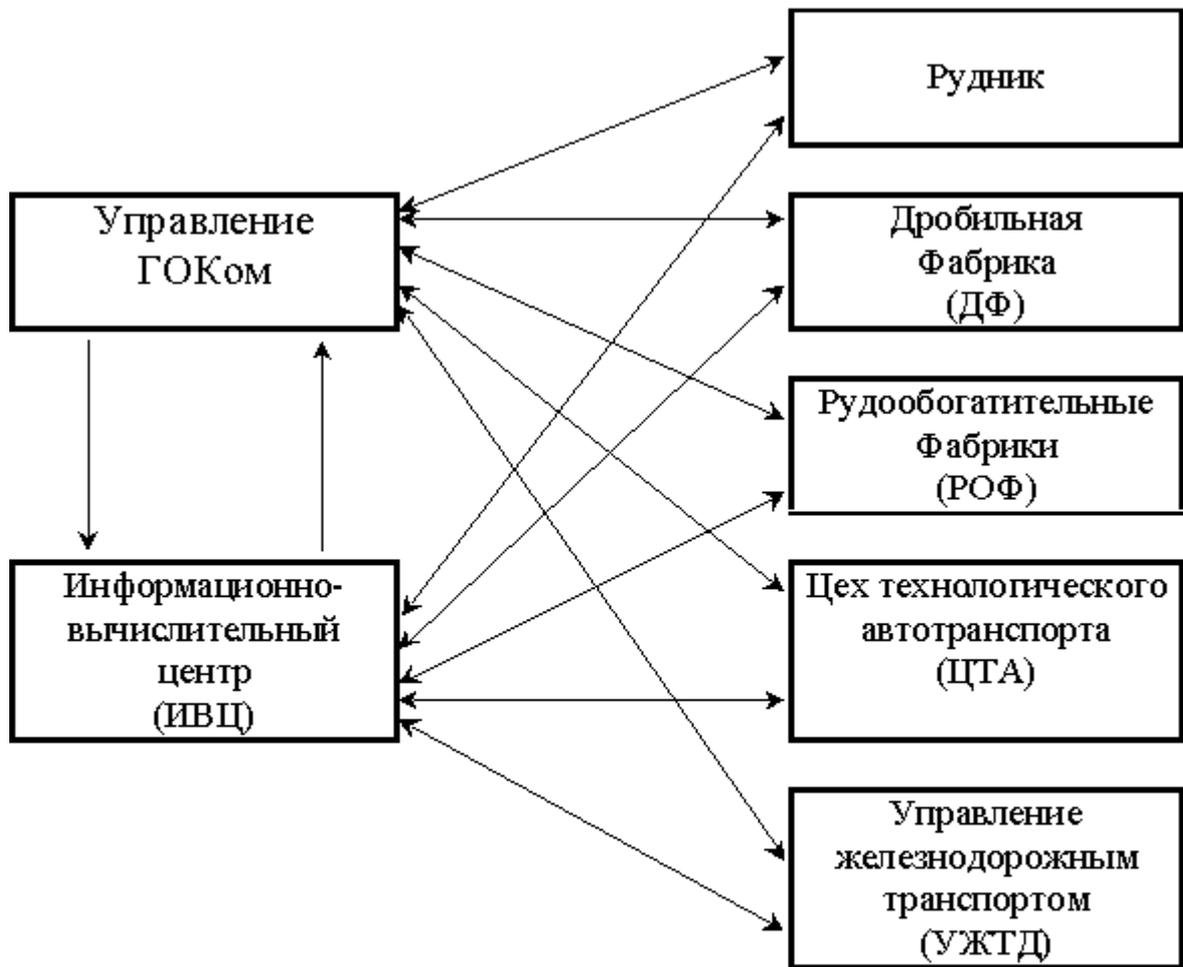
Как уже отмечалось выше, основное внимание в данной работе было уделено разработки концепции формирования РИВС ГОКа, прежде всего, на втором и третьем уровнях, а возможности выхода на более высокий - глобальный уровень интеграции, только закладывались в проект.

Структурную схему 2-го (доменного) уровня интеграции корпоративной ИС ГОКа возможно получить на основе существующей на сегодня схемы информационных потоков между основных структурными подразделениями ГОКа (рис.2).

Из приведенной схемы видно, что основной поток информации внутри ГОКа можно представить тремя цепочками:

- 1) [Подразделение] - [Управление комбинатом] - [Подразделение];
- 2) [Подразделение] - [ИВЦ] - [Подразделение];
- 3) [ИВЦ] – [Управление комбинатом] - [ИВЦ].

Отсюда можно заключить, что самыми нагруженными узлами (с точки зрения трафика, т.е. - объема информации проходящей через узел в единицу времени) являются Управление ГОКом и ИВЦ. Данное обстоятельство диктует соответствующие технические требования к проектируемой ИС ГОКа, а именно - наиболее нагруженные узлы (управление, ИВЦ) должны иметь более производительные средства приема-передачи и обработки информации, чем остальные подразделения комбината. Это влечет за собой необходимость создания на ГОКе, по сути дела, двух центров обработки информации, что крайне не выгодно с экономической точки зрения.



**Условные обозначения:**

→ - направление потоков информации

*Рис.2*

*Схема существующих информационных потоков между основными структурными подразделениями ГОКа.*

Учитывая все эти обстоятельства, нами предлагается структурная схема построения доменного уровня интеграции РИВС ГОКа (рис.3). Эта схема построена по топологии звезда, и предполагает наличие одного главного центра для коммутации и обработки информации (ИВЦ), расположенного в вершине звезды. Такое решение обеспечивает свободный обмен информационными сообщениями между основными структурными подразделениями комбината как по основным (радиорелейным: R1-R6) так и резервным(модемным: M1, M2, M3) каналам.

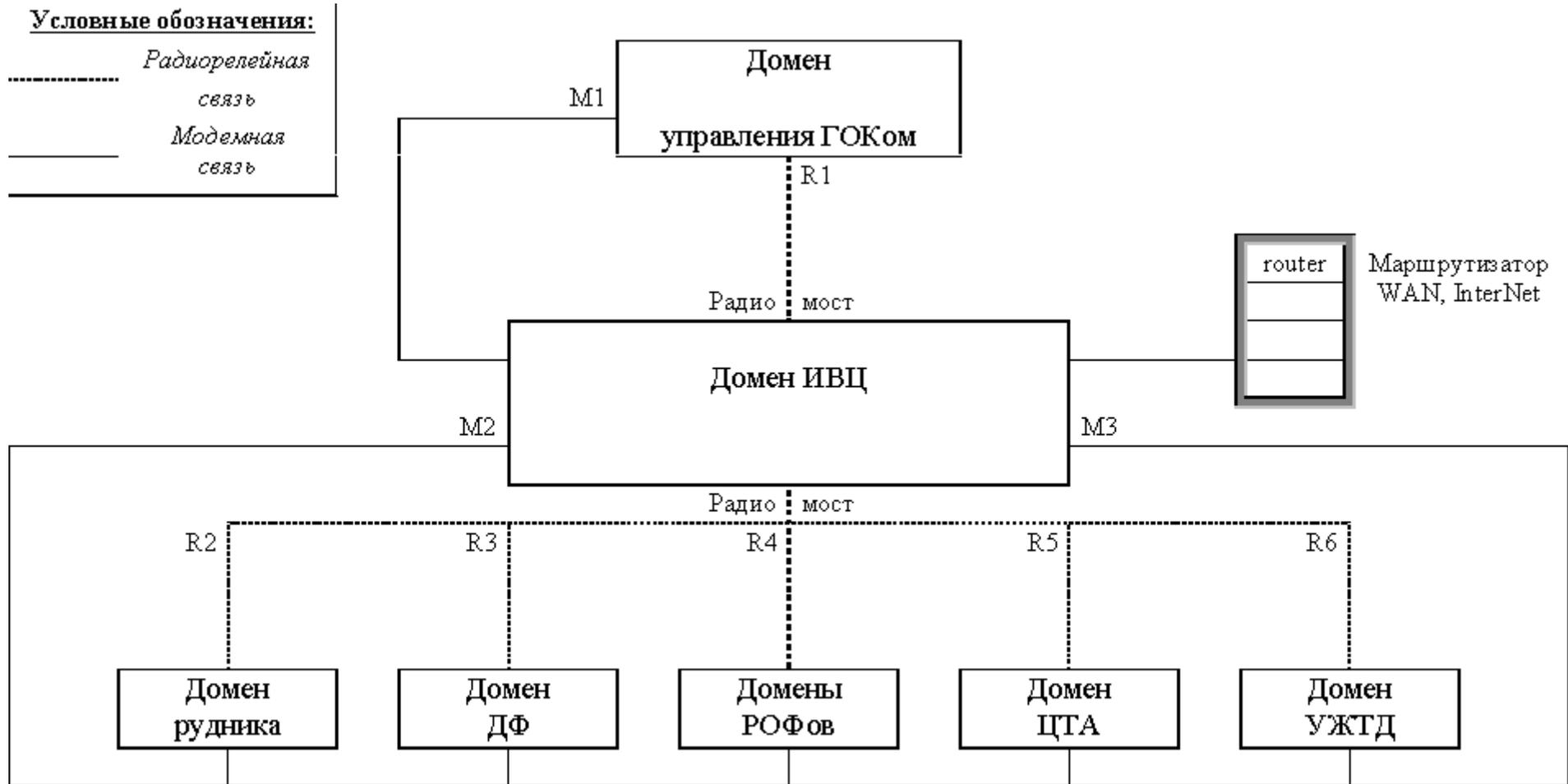


Рис.3  
Доменный уровень интеграции ИС ГОКа(проект)

В качестве основных каналов передачи информации предлагается использовать радиорелейные мосты типа AIRBrige или AIRLan, обеспечивающих скорость передачи данных до 2-10 Mb/сек.

На случай отказа, по каким либо причинам, одного или нескольких основных каналов связи, бесперебойная работа РИВС ГОКа будет обеспечиваться посредством связи по резервному каналу. В качестве последнего рекомендуется использовать модемную связь по коммутируемому либо выделенному каналу.

Реализацию самого нижнего 3-го (пользовательского) уровня предполагается осуществлять на основе стандартных технологий EtherNet (10Mb/сек.) либо Fast EtherNet (100 Mb/сек.). Возможно также применение сетевой технологии Token Ring фирмы IBM (до 16 Mb/сек.), однако она, по крайней мере в нашей стране, не получила должного распространения. В силу этого могут возникнуть определенные трудности с и постгарантийным сопровождением и т.п.

Наиболее перспективной топологией для реализации пользовательского уровня является – “звезда” на основе экранированного кабеля типа “витая пара” 5-й категории. Этим заранее закладываемая возможность для дальнейшего наращивания пропускной способности сети. Например, в именно этом случае при необходимости, будет осуществлен наиболее быстрый и экономичный переход с технологии EtherNet на Fast EtherNet, путем замены части сетевых адаптеров и концентраторов. В качестве наиболее дешевого альтернативного варианта сети, можно использовать топологию “общая шина” на основе тонкого (thin) коаксиального кабеля типа RG-58. К недостаткам такого способа подключения нужно отнести - невозможность перехода на более перспективную технологию Fast EtherNet без полной замены кабельного хозяйства и сетевого оборудования.

На рис.4 приводится типовой пример реализации ЛВС на пользовательском уровне применительно к одному из выделенных технологических подразделений ГОКа (рудник). Отметим, что подобная схема построения локальной сети подразделения была взята за основу и рекомендована для внедрения в управлении АБК рудника на Ингулецком ГОКе. Аналогично могут быть построены сегменты LAN и для других подразделений ГОКа. Исключение здесь могут составить лишь домены ИВЦ и управления комбинатом, где специфика задач может коренным образом отличаться от остальных.

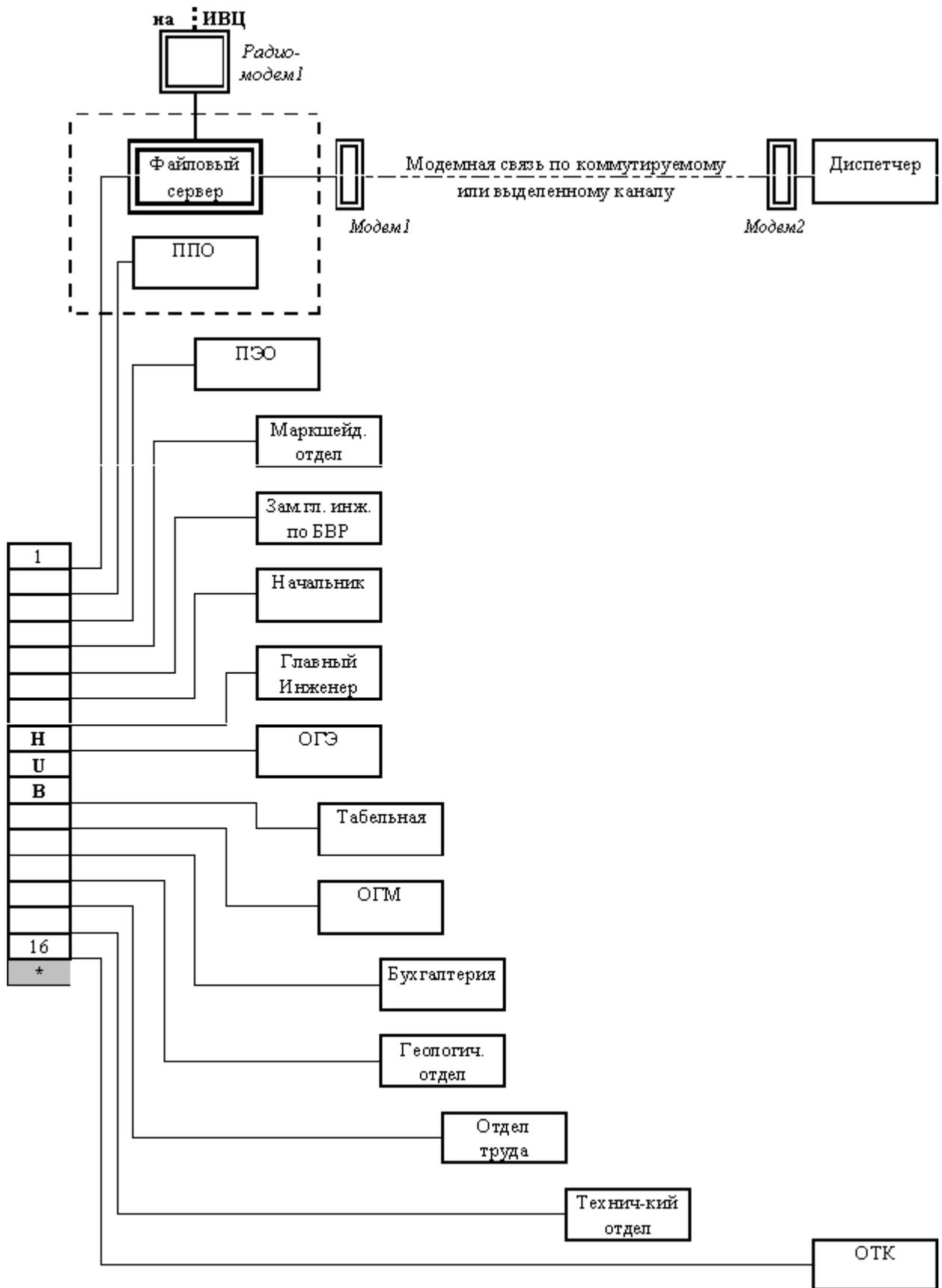


Рис. 4 Схема ЛВС "Рудник"

Таким образом, имея обобщенный критерий формирования ИС (1) и комплекс типовых проектных решений для построения структуры РИВС ГОКа (рис.1-4), можно переходить непосредственно к этапу синтеза оптимальной структуры и топологии будущей сети.

Очевидно, что проблема построения оптимальной структуры РИВС в условиях ГОКа теперь сводится к оптимизационной задаче минимизации функции цели (1). Т.е. задачу проектирования РИВС можно сформулировать следующим образом: подобрать такие варианты топологии сети, а также аппаратного и программного обеспечения, при которых обеспечивается минимальное значения функционала (1).

Задача такого рода относится к классу задач нелинейного программирования, что сразу же ставит общеизвестные трудности и ограничения для ее точного решения [4, 5, 6]. Кроме этого многие характеристики, оказывающие непосредственное влияние на величину обобщенного критерия являются многофакторными и плохоформализуемыми, либо вообще неформализуемыми. Все это позволяет сделать вывод, о невозможности, в ближайшем будущем, точного решения данной задачи.

Поэтому, сейчас очень актуальной становится проблема автоматизации процесса синтеза РИВС, путем последовательного приближенного решения описанной задачи оптимизации.

Анализ зарубежных и отечественных разработок в данной области (ACCESS (г.Санкт-Петербург, Россия), MAPC-Техника (г.Калинин, Россия), ДИАТОС(Украина), ВАРИАНТ(Украина), NetSuite Professional Design (фирма NetSuite), NETWORK 11.5, COMNET 11, MIND (фирма NAC)) показывает, что указанные системы имеют ряд недостатков, основными из которых является их сложность, громоздкость, повышенные требования к вычислительной технике. Кроме того некоторые из них предлагают автоматическое проектирование сетей в пакетном режиме, когда для разработчика затруднительно или вовсе невозможно влияние на процесс вычислений в ходе проектирования РИВС[7].

На наш взгляд, в данный момент времени, одними из наиболее перспективных здесь являются методы интерактивного визуального проектирования (ИВП) корпоративных ИС, где на ЭВМ возлагаются задачи по выполнению трудоемких (в плане количества вычислений) алгоритмов синтеза и анализа сети, а на разработчика - задача принятия решений (принять или не принять данный вариант сети, какие ограничения использовать и т.п.). Такой подход

подразумевает создание и активное использование экспертных систем (ЭС) и систем поддержки принятия решений (СППР). При этом надо иметь в виду, эффективность ЭС зависит от накопленного опыта и объема базы знаний [8, 9], а таковых пока мало. Поэтому, более высокий уровень вклада в разработку внесет СППР. Весь процесс разбивается на две основные фазы:

- 1) расчет на ЭВМ значения частных и обобщенного критериев, других функциональных показателей для данного варианта ИС;
- 2) принятие решения разработчиком, на основе советов ЭС и СППР.

Большую роль при этом играет наглядность процесса проектирования, визуализация промежуточных результатов и окончательных решений.

На основе некоторых элементов метода ИВП построен программно-инструментальный комплекс NET-PRO (г. Таганрог, Россия)[7].

Конечно и метод ИВП не лишен недостатков, главным из которых является то, что конечный результат синтеза в значительной степени зависит от опыта и квалификации лица принимающего решения (ЛПР).

Нами также рассматривается возможность применения методов ИВП на этапе синтеза структуры корпоративной РИВС ГОКа, прежде для анализа и имитационного моделирования наиболее вероятных вариантов топологии построения РИВС ГОКа, оценки вероятности отказов оборудования проектируемой ИС, коэффициента готовности, коэффициента загрузки оборудования РИВС, а также ряда других важных показателей. В дальнейшем планируется построение собственных имитационных моделей для исследования указанных факторов на основе ЭС и СППР с непосредственным участием специалистов, подготовленного в области экстрасенсорики, в качестве ЛПР.

Успешное решение проблемы построения оптимальной структуры корпоративной информационной сети в ГОКа позволит вывести на качественно новый уровень информативность горно-обогатительного производства и будет способствовать повышению рентабельности работы комбинатов в современных условиях.

### *Литературные источники:*

1. Тарасов В.А., Назаренко В.М. Основные вопросы компьютеризации предприятий горно-металлургического региона // Академический вестник 1998.- №1.- с.5-10.
2. Назаренко В.М., Елисеев А.К., Назаренко М.В., Купин А.И. Некоторые аспекты формирования корпоративных информационных сетей в условиях горно-обогатительного производства // Академический вестник 1998.- №1.- с.18-23.
3. Стен Шатт. Мир компьютерных сетей: Пер. С английского.- К.: ВНУ, 1996 - 288с
4. Зайченко Ю.П. Исследование операций.- К.Выща шк. Головное изд-во, 1988г.-552с.
5. Карманов В.Г. Математическое программирование.- М.: Наука, 1986.- 288с.
6. Pressini A.L., Sullivan F.E., Uhl J.J. The Mathematics of Nonlinear Programming.- New York: Sprenger, 1988.- 273p.
7. Сидоренко В.Г. Исследование и разработка программно-инструментальных средств интерактивного синтеза распределенных информационно-вычислительных сетей: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.13.13 / Таганрогский гос. радиотехн. ун-т.- Таганрог, 1996.- 16с.
8. Нейлор К. Как построить свою экспертную систему: Пер. с англ.- М.: Энергоатомиздат, 1991.- 286с.
9. Левин Р., Дранг Д., Эделсон Б. Практическое введение в технологию искусственного интеллекта и экспертных систем с иллюстрациями на Бейсике: Пер. с англ.- М.: Финансы и статистика, 1991.- 239с.