

Выбор рациональных проектных стратегий при построении локальных вычислительных сетей на основе методов поддержки принятия решений

А.В. Вишнеков, Е.М. Иванова, В.А. Филиппов

Аннотация. В статье рассматриваются основные этапы разработки проекта локальной вычислительной сети и подходы к выбору базового варианта проекта. Рассмотрен пример решения задачи выбора канальной среды по критериям пользователя на основе метода аналитических иерархий и метода ELECTRE.

Ключевые слова: проект, локальные вычислительные сети, принятие решений.

Введение

Задача разработки проекта локальной вычислительной сети (ЛВС) является сложной многоэтапной многовариантной задачей, включающей формирование логической и физической структуры ЛВС. Качество решения этой задачи оценивается по нескольким критериям: полнота функциональности, соответствие требованиям вероятностно-временных характеристик ЛВС, предельно возможная стоимость принятых решений и др. Кроме того, каждый этап проектирования может быть представлен как отдельная многокритериальная задача. В качестве примера авторами рассмотрена подзадача выбора канальной среды.

Авторы предлагают в основу подхода к выбору рационального проектного решения ЛВС положить методы теории принятия решений. Критерии оценки качества проекта ЛВС могут носить как численный, так и лингвистический характер. Если применяются как численные, так и лингвистические критерии, то для решения задачи может быть применен метод аналитических

иерархий, пример использования которого приведен разделе 3.1. Если критерии носят только численный характер, то для решения задачи может быть применен метод ELECTRE, пример которого приведен разделе 3.2.

1. Постановка задачи

Выбор рациональных решений при построении локальных вычислительных сетей представляет собой сложную системотехническую многокритериальную задачу. Эта задача решается в двух основных направлениях:

1. формирование логической структуры ЛВС, определяющей ее функциональность и способы передачи, обработки, хранения и защиты данных для обеспечения требуемых динамических характеристик (время и вероятность доведения информации до получателя);

2. формирование физической структуры ЛВС, выполняемое чаще методами комплексирования из типовых элементов (частей), каждый из которых может быть выбран по определенным правилам из большого многообразия,

предлагаемого сегодня на рынке, в соответствии с определенными требованиями, предъявляемыми к ЛВС в целом и ее элементам.

Настоящая практика формирует широкий спектр запросов на ЛВС по уровню функциональности в зависимости от назначения и потребностей организаций, желающих иметь ЛВС. Отсюда важнейший, наиболее общий критерий выбора рациональных решений при построении ЛВС - полнота функциональности. Еще одним немаловажным критерием следует считать соответствие требованиям вероятностно-временных характеристик (ВВХ) ЛВС. Не всегда, но достаточно часто в качестве критерия может рассматриваться и предельно возможная стоимость принятых решений.

Формирование рациональной логической структуры ЛВС в части способов выполнения динамических характеристик ЛВС опирается на достаточно широко известный и разработанный аппарат графоаналитических, вероятностных и имитационно-статистических методов. При этом говорить о полноте функциональности ЛВС можно только в том случае, если обеспечен хотя бы следующий минимальный набор возможностей, предоставляемых ЛВС:

- совместный доступ, передача и защита данных;
- совместное использование приложений;
- взаимодействие пользователей сети друг с другом;
- совместное использование периферийных устройств.

Далее этот список может расширяться в соответствии с требованиями заказчиков сетей и тенденциями развития ЛВС по предоставлению новых сервисных услуг для пользователей.

Что касается формирования рациональной физической структуры ЛВС, то здесь пока не просматривается относительно четких проработанных подходов, дающих достаточно строгую количественную оценку принятых решений. Основная причина видимо кроется в том, что применяемые методы комплексирования носят качественный, часто интуитивный характер, не позволяют учесть противоречивый компромиссный характер показателей элементов, образующих ЛВС.

Физическая структура ЛВС – это совокупность взаимосвязанных физических элементов ЛВС. Основными типовыми элементами физической структуры ЛВС являются: абонентское оборудование (рабочие станции), сетевое оборудование (серверы), коммутационное оборудование (мосты, коммутаторы, маршрутизаторы), каналы (линии) связи (структурированные канальные системы), периферийное оборудование (принтеры, внешняя память, средства ввода-вывода и отображения информации), средства электропитания и различная оснастка (шкафы, корпуса и т.д.). При этом необходимо подчеркнуть, что приведенные критерии и, прежде всего, полнота функциональности однозначно должны учитываться как при построении физической структуры ЛВС в целом, так и при выборе элементов ЛВС и составных частей каждого элемента ЛВС.

2. Задача выбора канальной среды

Каждый элемент ЛВС вносит свой вес в качество функционирования ЛВС, но наибольшее влияние на качество работы ЛВС из приведенной совокупности элементов оказывают каналы (линии) связи (кабельные системы). Анализ показывает, что до 70% всех сбоев и отказов в работе приходится именно на канальную среду ЛВС. Поэтому далее целесообразно остановиться на выборе рациональных решений по построению канальной среды для ЛВС.

При рациональном выборе канальной среды (проводной, беспроводной) важен учет следующих факторов:

- уровень организации канальной среды (структурированная или произвольная);
- виды и уровень воздействий внешней среды (помехи, влажность, загазованность, НСД, механические повреждения и т.д.);
- физико-технические, эксплуатационные, стоимостные характеристики каналов.

При этом выбор представляет собой двухэтапный процесс. На первом этапе решается вопрос об уровне организации канальной среды. На втором этапе определяется конкретный тип (типы) используемых каналов с учетом внешних факторов, физико-технических, эксплуатационных и экономических (стоимостных) характери-

Табл. 1. Сравнительная оценка канальных систем по выбранным критериям

Критерии выбора канальной системы	Относительная важность критериев (приоритет)	
	ПКС	СКС
Стоимость установки и развертывания	1	2
Универсальность	2	1
Срок службы	2	1
Стоимость модернизации и развития	2	1
Возможность легкого расширения сети	2	1
Обеспечение более эффективного обслуживания	2	1
Надежность	2	1

Табл. 2. Относительная важность альтернатив (типов каналов) по критериям

Критерии выбора типа каналов	Приоритет					
	Тип линии связи					
	Проводные				Беспроводные	
	Витая пара		Оптово-локно	Коаксиал	Радио	Инфракрасная
	УТР	СТР				
A1	A2	A3	A4	A5	A6	
K1. Пропускная способность (скорость передачи)	3	2	1	4	5	6
K2. Электромагнитная помехозащищенность	3	2	1	4	6	5
K3. Уровень затухания сигналов на единицу длины линии	3	2	1	4	5	6
K4. Протяженность линии (дальность связи)	4	3	2	5	1	6
K5. Физическая защищенность (разрыв, коррозия, несанкционированный доступ)	4	3	1	2	5	6
K6. Перспективность применения	2	3	1	6	4	5
K7. Предпочтения Заказчиков	да	да	да	нет	да	да
K8. Стоимость	1	2	3	4	5	6
K9. Тип подсистемы СКС						
Горизонтальная	1	2	4	3	5	6
Вертикальная	-	-	1	2	3	-
Кампус	-	-	1	3	2	-

стик выбранных каналов. Рассмотрим указанные этапы подробнее с точки зрения соотношения показатель (критерий)-приоритет.

На первом этапе решается вопрос выбора между произвольной (ПКС) и структурированной (СКС) канальными системами. При этом рассматриваются следующие основные показатели и приоритеты (Табл. 1).

На втором этапе осуществляется выбор конкретных типов каналов (линий) связи. При этом целесообразно учитывать следующие основные показатели и относительную важность альтернатив (приоритеты) (Табл. 2).

3. Пример решения задачи выбора типа каналов с применением методов принятия решений

Как мы видим, при разработке сетевого проекта ставится многокритериальная задача выбора оптимального решения из нескольких

возможных. В этой связи представляется интересным рассмотреть возможность применения для решаемой задачи методов поддержки принятия решений, давших позитивный результат в ряде смежных областей, таких как разработка программного и аппаратного обеспечения вычислительной системы [1].

Задача построения ЛВС может служить примером иерархической задачи проектирования, для которой возможно применение технологии нисходящего принятия решений [2]. Согласно данной технологии (Рис.1) выбирается общая базовая концепция решения, которая может быть произведена с помощью групповых методов принятия решений и методов принятия решений в условиях неопределенности исходной информации [3]. Затем общее решение последовательно детализируется и принятие частных решений экспертами производится с помощью индивидуальных методов поддержки принятия решений.

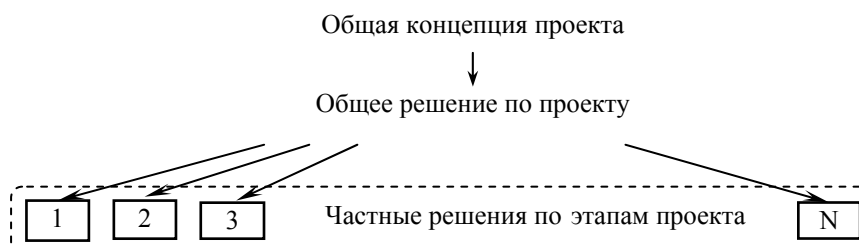


Рис. 1. Технология нисходящего принятия решений.

В качестве примера предлагается рассмотреть принятие одного из частных решений, а именно - выбора типа каналов. При этом критериями выбора решения не всегда являются числовые оценки, они могут быть и лингвистическими (как видно из Табл.2). Одним из наиболее широко применяемых методов поддержки принятия решений при проектировании в технических областях является метод аналитических иерархий [4]. Для применения этого метода требуется заполнить ряд таблиц и рассчитать ряд показателей. Подробно применение данного метода для выбора аппаратного обеспечения рассмотрено авторами в [1]. Сейчас приведем лишь окончательные данные по расчетам.

3.1. Метод аналитических иерархий

Рассмотрим пример использования метода для выбора типов каналов (линий) связи. Здесь наличествует 6 альтернативных решений: A1, A2, A3, A4, A5, A6 (Табл.2). Из той же таблицы выберем для рассмотрения в примере критерии K1 - K7 и шкалу относительной важности критериев сравнительной оценки 1, 3, 5, 7, 9. Будем считать, что критерии в Табл.2 расположены по приоритетности (K1 – наиболее приоритетный). Тогда, согласно методу аналитических иерархий [1], рассчитываются

- цена каждого критерия
 $C_{K1}=4,42; C_{K2}=2,76; C_{K3}=1,66; C_{K4}=1,00;$
 $C_{K5}=0,60; C_{K6}=0,36; C_{K7}=0,23;$
- сумма цен критериев $K=11,03;$
- вес каждого критерия:
 $W_{K1}=0,40; W_{K2}=0,25; W_{K3}=0,15; W_{K4}=0,09;$
 $W_{K5}=0,05; W_{K6}=0,03; W_{K7}=0,02.$

Составляются 7 матриц взаимного предпочтения альтернатив по каждому из семи критериев (в соответствии с приоритетом каждой альтернативы из Табл.2) и по ним определяются:

- цена альтернатив по каждому критерию:
 $C_{A1,K1}=1,46; C_{A2,K1}=2,61; C_{A3,K1}=4,52; C_{A4,K1}=0,72;$
 $C_{A5,K1}=0,36; C_{A6,K1}=0,22;$
 $C_{A1,K2}=1,38; C_{A2,K2}=2,61; C_{A3,K2}=4,52; C_{A4,K2}=0,72;$
 $C_{A5,K2}=0,22; C_{A6,K2}=0,38;$
 $C_{A1,K3}=1,46; C_{A2,K3}=2,61; C_{A3,K3}=4,52; C_{A4,K3}=0,72;$
 $C_{A5,K3}=0,36; C_{A6,K3}=0,22;$
 $C_{A1,K4}=0,87; C_{A2,K4}=1,38; C_{A3,K4}=2,61; C_{A4,K4}=0,38;$
 $C_{A5,K4}=2,61; C_{A6,K4}=0,38;$
 $C_{A1,K5}=0,72; C_{A2,K5}=1,38; C_{A3,K5}=4,52; C_{A4,K5}=2,61;$
 $C_{A5,K5}=0,38; C_{A6,K5}=0,22;$
 $C_{A1,K6}=4,52; C_{A2,K6}=2,61; C_{A3,K6}=1,38; C_{A4,K6}=0,72;$
 $C_{A5,K6}=0,38; C_{A6,K6}=0,22;$
 $C_{A1,K7}=1,44; C_{A2,K7}=1,44; C_{A3,K7}=1,44; C_{A4,K7}=0,16;$
 $C_{A5,K7}=1,44; C_{A6,K7}=1,44;$
- сумма цен альтернатив:
 $A_{K1}=9,89; A_{K2}=9,83; A_{K3}=9,89; A_{K4}=8,23;$
 $A_{K5}=9,83; A_{K6}=9,83; A_{K7}=7,36;$
- ценность каждой альтернативы по каждому критерию:
 $V_{A1,K1}=0,15; V_{A2,K1}=0,26; V_{A3,K1}=0,46; V_{A4,K1}=0,07;$
 $V_{A5,K1}=0,04; V_{A6,K1}=0,02;$
 $V_{A1,K2}=0,14; V_{A2,K2}=0,27; V_{A3,K2}=0,46; V_{A4,K2}=0,07;$
 $V_{A5,K2}=0,02; V_{A6,K2}=0,04;$
 $V_{A1,K3}=0,15; V_{A2,K3}=0,26; V_{A3,K3}=0,46; V_{A4,K3}=0,07;$
 $V_{A5,K3}=0,02; V_{A6,K3}=0,87;$
 $V_{A1,K4}=0,11; V_{A2,K4}=0,17; V_{A3,K4}=0,32; V_{A4,K4}=0,04;$
 $V_{A5,K4}=0,32; V_{A6,K4}=0,04;$
 $V_{A1,K5}=0,07; V_{A2,K5}=0,14; V_{A3,K5}=0,46; V_{A4,K5}=0,27;$
 $V_{A5,K5}=0,04; V_{A6,K5}=0,02;$
 $V_{A1,K6}=0,14; V_{A2,K6}=0,27; V_{A3,K6}=0,14; V_{A4,K6}=0,07;$
 $V_{A5,K6}=0,04; V_{A6,K6}=0,02;$
 $V_{A1,K7}=0,196; V_{A2,K7}=0,196; V_{A3,K7}=0,196;$
 $V_{A4,K7}=0,02; V_{A5,K7}=0,196; V_{A6,K7}=0,196;$
- итоговая ценность каждой альтернативы:
 $U_{A1}=0,14; U_{A2}=0,24; U_{A3}=0,59; U_{A4}=0,07;$
 $U_{A5}=0,06; U_{A6}=0,16.$

Очевидно, что предпочтительней альтернатива A3 – оптоволокно. Ранжирование по степени предпочтительности дает следующий результат

Табл. 3. Индексы согласия

c_{A_i, A_j}	A1	A3	A4	A6
A1	*	0	0,8	1
A3	1	*	1	1
A4	0,2	0	*	1
A6	0	0	0	*

Табл. 4. Индексы несогласия

d_{A_i, A_j}	A1	A3	A4	A6
A1	*	0,6	0,4	0
A3	0	*	0	0
A4	0,2	0,6	*	0
A6	0,6	0,6	0,6	*

(в порядке убывания): A3 (ценность=0,59), A2 (ценность=0,24), A6 (ценность=0,16), A1 (ценность=0,14), A4 (ценность=0,07), A5 (ценность=0,06).

3.2. Метод ELECTRE

Если бы все критерии можно было выразить численно, то оптимальным методом принятия решений в данном случае был бы метод ELECTRE [4], позволяющий исключить неэффективные альтернативы при их попарном сравнении. Допустим, согласно рассмотренным в Табл.2 числовым показателям, требуется выбрать наилучшую из четырех альтернатив A1, A3, A4, A6 по критериям K1, K3, K5. Допустим, что десять экспертов отдали свои голоса за критерии следующим образом: K1 – 5 голосов, K3 – 3 голоса, K5 – 2 голоса, т.е. веса критериев таковы K1 = 5, K3 = 3, K5 = 2, а общий вес критериев равен 10. Тогда проведя попарное сравнение альтернатив, составим таблицы индексов согласия (Табл.3) и несогласия (Табл.4).

При попарном сравнении выясняем, что альтернатива A3 – оптоволокно – лучше остальных альтернатив по предложенным критериям.

Заключение

Предложенный подход позволяет произвести обоснованный выбор одного из альтернативных проектов ЛВС с учетом заданных критериев. Как было показано выше, задача проектирования ЛВС многоэтапна и многовариантна. Число таких альтернатив и критериев оценки качества проектных решений достаточно велико. Критерии могут носить как численный, так и лингвистический характер, что делает оправданным применения методов теории принятия решений, которые просты в применении и экономят вычислительные ресурсы.

Литература

1. Вишнеков А.В., Иванова Е.М. Сравнительная оценка вычислительных систем по критериям пользователя, Качество. Инновации. Образование, 2013г., №4, С. 63-68.
2. Вишнеков А.В., Иванова Е.М. Интеграция методов поддержки принятия решений в автоматизированных СППР при разработке сложных проектов, Проблемы информатики. 2013г., № 2. С. 56-64.
3. Трахтенгерц Э. А. Компьютерная поддержка принятия решений, СИНТЕК, Москва, 1998. – 376 стр.
4. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных странах: Учебник. Изд.2-е, перераб. и доп. - М.: Логос, 2002, - 392 с.

Вишнеков Андрей Владленович. Заведующий кафедрой Московского института электроники и математики Национального исследовательского университета "Высшая школа экономики". Окончил Московский институт электронного машиностроения в 1982 году. Доктор технических наук, профессор. Автор более 90 печатных работ. Область научных интересов: классификация СППР, средства САПР. E-mail: avishnekov@hse.ru

Иванова Елена Михайловна. Доцент кафедры «Вычислительные системы и сети» Московского института электроники и математики Национального исследовательского университета "Высшая школа экономики". Окончила Московский институт электронного машиностроения в 1992 году. Кандидат технических наук. Автор более 40 печатных работ. Область научных интересов: параллелизм вычислений, классификация СППР. E-mail: vfilippov@hse.ru

Филиппов Владимир Александрович. Профессор кафедры «Вычислительные системы и сети» Московского института электроники и математики Национального исследовательского университета "Высшая школа экономики". Окончил Ростовское высшее военное командно-инженерное училище ракетных войск им. Главного маршала артиллерии М.И. Неделина в 1966 году. Кандидат технических наук. Автор более 160 печатных работ. Область научных интересов: защита информации, информационная безопасность, информационно-коммуникационные технологии, информационные технологии, оборонно-промышленный комплекс, образование. E-mail: vfilippov@hse.ru