

ЛИТЕРАТУРА:

1. Dianov E.M., Prokhorov A.M. Medium-Power CW Raman Fiber Lasers // IEEE J. Sel. Top. Quant. Electr. – 2000. – Vol. 6. – N. 6. – P. 1022-1028.
2. Коротков П.А., Фелінський Г.С. Волоконні ВКР лазери неперервної дії // УФЖ. Огляди. – 2006. – Т. 3. – № 2. – С. 126-150.
3. Islam M.N. Raman Amplifiers for Telecommunications // IEEE J. Sel. Top. Quant. Electr. – 2002. – Vol. 8. – N 3. – P. 548-559.
4. Felinskyi G.S., Korotkov P.A. Actual band model for design of optical fiber Raman amplifier with multiwave pumping // Proc. SPIE/Ukraine. – 2006. – Vol. 6. – N 1-6. – P. 409-417.
5. Коротков П.А., Фелінський Г.С. Особливості виникнення ВКР підсилення монохроматичного світла в кварцових одномодових волокнах // УФЖ. – 2007. – Т. 52. – № 4. – С. 335-345.
6. Mermelstein M.D., Horn C., Radic S., Headley C. Six-wavelength Raman fibre laser for C- and L band Raman amplification and dynamic gain flattening // Electron. Lett. – 2002. – Vol. 38. – N 13. – P. 636-638.
7. Коротков П.А., Фелінський Г.С. Режим абсолютної прозорості одномодових кварцових волокон при ВКР підсиленні світла // Вісник Київського університету. Серія: фіз.-мат. науки. – 2007. – № 3. – С. 237-244.

Отримано редакцією 20.03.2008 р.

© Коротков П.А., 2008.

© Фелінський Г.С., 2008.

Коротков Павло Андрійович, доктор фізико-математичних наук, проф., тел. 380-44-526-0570, факс +380-44-526-0531, e-mail: pak@mail.univ.kiev.ua

Фелінський Георгій Станіславович, кандидат фізико-математичних наук, докторант, тел. 380-44-526-0570, моб. 8-067-503-3864, факс +380-44-526-0531, e-mail: felinskyi@yahoo.com

Київський національний університет ім. Т. Шевченка. Україна, 03127, м. Київ, пр. Глушкова, 2. Радіофізичний факультет.

УДК 681.324.01

КОМПЛЕКСНАЯ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ СЕТЕВЫМИ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ

В.М. Левыкин, Г.И. Стопченко, И.А. Макрушан.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники.

Предлагается системный подход к применению методов принятия многокритериальных решений в управлении сетевыми информационными технологиями. Сформулирована общая постановка задачи и ее частные случаи. Разработана комплексная многокритериальная модель решения задач управления сетевыми информационными технологиями. Для реализации частных задач используется концепция оптимизации и типичные методы их решения.

Ключевые слова: информационные технологии, многокритериальная модель, концепция оптимизации, система поддержки принятия решений.

Постановка проблемы управления сетевыми информационными технологиями

Компьютерная сеть представляет собой сложную динамичную систему взаимосвязанных сетевых ресурсов, которая может изменяться вместе с расширением и изменением струк-

туры предприятия. После настройки конфигурации сетевых ресурсов необходимо осуществлять управление ими в соответствии с потребностями предприятия в части эффективного использования. Для администратора основным вопросом является высокое качество функционирования сетевой информационной технологии, обеспечивающей эффективное управления бизнес-процессами предприятия.

На эффективность функционирования сетевой информационной технологии значительное влияние оказывает состояние активного оборудования компьютерной сети (сетевых плат, концентраторов, коммутаторов, маршрутизаторов), оборудования серверов, рабочих станций и настройки сетевых операционных систем.

Кроме того, эффективность функционирования сетевой технологии существенно зависит от эксплуатируемого в ней прикладного программного обеспечения (ПО), его настройки, а также методов организации обработки и транспортировки данных. С точки зрения пользователей, именно качество работы прикладного программного обеспечения в сети оказывается определяющим.

Поэтому выдвигаются требования к повышению качества работы прикладного программного обеспечения, которое может быть достигнуто посредством управления. *Управление качеством прикладного ПО* подразумевает контроль параметров, характеризующих степень удовлетворения пользователей качеством прикладного ПО, и, при отклонении их от «нормы», выполнение корректирующих (управляющих) воздействий. Объектом воздействия может быть как само прикладное ПО, так и инфраструктура, в которой оно функционирует.

Под инфраструктурой, в данном случае, понимается программно-технический комплекс, состоящий из серверов, каналов передачи данных сети, рабочих станций сети, активного сетевого оборудования, системного программного обеспечения и т.п.

Анализ факторов, влияющих на эффективность работы прикладного ПО

Характеристики качества работы программных пакетов обычно формулируют в специальном документе, который называется: «Соглашение об Уровне Обслуживания (SLA, Service Level Agreement)».

Согласно SLA можно выделить три базовых критерия эффективности работы прикладного ПО: время реакции, производительность, доступность.

Время реакции - время выполнения наиболее важных транзакций. Под *транзакцией* понимают логически неделимую операцию, выполняемую программным пакетом. *Бизнес-транзакции* – транзакции, которые обычно выполняет пользователь при работе с программным пакетом, например, открытие справочника, поиск нужной записи в базе данных и т.п. *Время выполнения бизнес-транзакций* критично для пользователя прикладного ПО и является базовой характеристикой, поскольку именно от него зависит производительность и комфортность работы пользователей. Производительность - количество транзакций, выполняемых в единицу времени. Доступность - отношение числа успешных транзакций к общему числу выполненных транзакций.

Опыт диагностики сетей показывает, что не менее чем в 50% случаев одной из причин медленной или неустойчивой работы прикладного ПО в сети оказываются недостатки его самого, но наиболее типичным случаем является совокупное влияние дефектов прикладного ПО и дефектов сети [5].

На основании анализа проблемы можно сделать вывод о том, что на время реакции прикладного ПО влияют, по меньшей мере, четыре фактора [4, 5]: производительность сервера; производительность канала связи сети; производительность рабочей станции; эффективность алгоритмов работы самого программного пакета.

Пользователи прикладного ПО могут воздействовать только на первые три фактора. Поэтому *цель исследования* заключается в том, чтобы определить, какими должны быть эксплуатационные характеристики сети, чтобы прикладное ПО работало быстро и без сбоев.

Под *эксплуатационными характеристиками* компьютерной сети будем понимать такие характеристики, которые оказывают существенное влияние на время реакции, производительность и доступность прикладного ПО при выполнении различных бизнес-операций.

Ефективність роботи самого програмного пакета можна оцінити з допомогою таких характеристик: час пошуку інформації на файловому сервері; час, в течение которого рабочая станция блокирует (захватывает) общие данные.

Производительность и доступность прикладного ПО определяются производительностью оборудования.

В качестве интегральной оценки качества работы сети принимается скорость выполнения файловых операций. Эта оценка называется интегральной (обобщенной), т.к. наличие в сети любого дефекта или высокая утилизация сети обязательно отразится на скорости выполнения файловых операций.

Значимыми характеристиками являются следующие измеряемые величины: скорость выполнения операций чтения, скорость выполнения операций записи, фатальные ошибки и тайм-ауты при выполнении файловых операций.

Постановка задачи принятия решения в управлении сетевыми информационными технологиями

Проблема принятия решения в управлении сетевыми информационными технологиями сводится к выбору такого режима функционирования корпоративной компьютерной сети, который обеспечивал бы заданное качество (время реакции, производительность, доступность) работы прикладного ПО. Данная задача является слабоформализованной в виду следующих ее специфических свойств:

- 1) многокритериальность принимаемых решений (используются критерии: время реакции, производительность, доступность);
- 2) наличие количественных и качественных оценок (шкал) по критериям;
- 3) методы используют различные концепции оптимизации (пути поиска решения);
- 4) объектом управления является распределенная сетевая информационная технология.

Процесс формирования и выбора решений требует комплексного использования современных математических моделей и методов, системы поддержки принятия решений и структуры предпочтений ЛПР. Разработка и использование моделей принятия решений требует понимания сущности и условий решаемых задач; методологии и технологии создания моделей; математических средств и учета системы предпочтений ЛПР; знаний и опыта разработчиков [1-3, 6-8].

Для поиска оптимальных решений предлагается использовать комплексную многокритериальную модель, в состав которой входят следующие компоненты:

$$M_0 = \langle Q, t, X, D, F, H, Z, P, \varphi \rangle, \quad (1)$$

где Q – ситуация, сложившаяся к моменту принятия решения;

t – тип задачи, характеризующий вид требуемого для ЛПР упорядочения вариантов решений (найти наиболее предпочтительное решение, выделить подмножество предпочтительных и т. д.);

X – вектор переменных решений, $X = (x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_m)$;

D – область допустимых решений (способы описания множества альтернатив);

F – вектор критериев, $F = (f_1, f_2, \dots, f_i, \dots, f_n)$;

H – способы измерения предпочтений (количественные, качественные шкалы);

Z – обобщенное множество достижимости (ОМД) (желаемый уровень значений критериев);

P – система предпочтений ЛПР (совокупность неформальных представлений эффективности альтернатив);

φ – принцип оптимальности (решающее правило), является формализованным выражением предпочтений ЛПР и представляет собой принцип сравнения векторных оценок.

Вербальная постановка задачи принятия решения в управлении сетевыми информационными технологиями формулируется следующим образом: подобрать параметры компьютерной сети таким образом, чтобы настроить корпоративную компьютерную сеть на опреде-

ленный режим функционирования, обеспечивающий эффективное выполнение конкретного приложения.

Формальное выражение вербальной задачи в общем виде формулируется следующим образом: найти вектор переменных решений X , принадлежащих области допустимых решений (ОДР) D , на основе и оптимизируемых критериев $F(x) = (f_1(x), \dots, f_i(x), \dots, f_n(x))$

$$\text{opt}F(x) = Z \quad (2)$$

при $x \in D$,

где $Z = (z_1, z_2, \dots, z_i, \dots, z_n)$ – вектор значений критериев.

Применительно к решаемой задаче, в качестве глобального критерия $F(x)$ принимается эффективность функционирования прикладного ПО. В качестве локальных критериев $f_i(x)$ выступают следующие характеристики работы прикладного ПО: $f_1(x)$ – время реакции программного пакета, $f_2(x)$ – производительность программного пакета, $f_3(x)$ – доступность программного пакета. Множеству решений X соответствуют значения параметров работы корпоративной компьютерной сети.

Наиболее значимыми являются группы параметров сети, характеризующие производительность сервера, производительность канала связи, производительность рабочей станции, эффективность алгоритмов работы самого прикладного ПО.

Исходя из этого, постановку задачи можно сформулировать следующим образом: найти наиболее рациональный режим эксплуатации корпоративной компьютерной сети, при котором бы обеспечивались желательные для ЛПР значения характеристик работы прикладного ПО, а именно: максимальная производительность, время реакции приложения не более Z_1 сек., доступность не менее $Z_2\%$.

Таким образом, задача сводится к оптимизации критериев $f_1(x)$, $f_2(x)$, $f_3(x)$ при выполнении заданных критериальных и функциональных ограничений. В качестве примера можно привести следующие элементы модели:

1) критериальные ограничения:

- $f_1(x) \leq k_3$ – время реакции программного пакета (допустимое значение $k = 2-3$ сек),
- $f_3(x) \geq k_4$ – доступность программного пакета (допустимое значение $k = 99\%$);

2) функциональные ограничения:

- $g_1(x) \leq b_1$ – утилизация процессора сервера (допустимое значение $b = 85\%$),
- $g_2(x) > b_2$ – объём доступной оперативной памяти сервера (допустимое значение $b = 4$ Мб),
- $g_3(x) \leq b_3$ – среднее число страниц в 1 сек, прочитанных с диска сервера и/или записанных на него (допустимое значение $b = 120$ стр/сек),
- $g_4(x) \leq b_4$ – процент использования ОС файла подкачки в текущий момент времени (допустимое значение $b = 90\%$),
- $g_5(x) > b_5$ – процент запроса на получение данных, которые находятся в оперативной кэш-памяти сервера (допустимое значение $b = 20\%$),
- $g_6(x) \leq b_6$ – активность диска сервера при чтении (допустимое значение $b = 25\%$),
- $g_7(x) \leq b_7$ – активность диска сервера при записи (допустимое значение $b = 50\%$),
- $g_8(x) \geq b_8$ – время работы системы (допустимое значение $b = 600$ сек),
- $g_9(x) < b_9$ – утилизация канала связи (допустимое значение $b = 35\%$ (для сети Ethernet)),
- $g_{10}(x) \leq b_{10}$ – общее число ошибок передачи данных (допустимое значение $b = 0,01\%$).

Функциональные ограничения $g_i(x)$ принадлежат области $G(x)$, т.е. $g_i(x) \in G(x)$.

Классы моделей многокритериальных задач принятия решений в управлении сетевыми информационными технологиями

В соответствии с комплексной многокритериальной моделью (1), одними из ее основных элементов являются ситуация, сложившаяся к моменту принятия решения, и тип реализуемых задач.

В статье рассматриваются следующие сложившиеся ситуации к моменту принятия решения, которые реализуются в виде частных задач:

1. ЛПР может определить вес локальных критериев задачи.
2. ЛПР может упорядочить по важности локальные критерии задачи и, в процессе решения, определяет возможные ухудшения достигнутых значений одних локальных критериев для улучшения значений других.
3. ЛПР может точно определить желаемые значения локальных критериев задачи.
4. ЛПР имеет желаемые (директивные) значения локальных критериев, а также возможность изменять функциональные ограничения ОДР.

Для постановки частных задач целесообразно использовать подход на основе концепций оптимизации [6-8].

Общую задачу (2) можно конкретизировать в виде четырех частных задач, каждая из которых отличается характером решаемых задач и предпочтениями ЛПР.

Сформулируем частную задачу 1 применительно к сетевым информационным технологиям на основании существования функции полезности [8, 9].

Найти вектор переменных решений $X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_{10})$, принадлежащий ОДР D и оптимизирующий критерии $f_1(x)$ (минимизирующий), $f_2(x)$ (максимизирующий) и $f_3(x)$ (максимизирующий) с учетом коэффициентов важности критериев λ_i :

$$\max F(x) = \sum_{i=1}^3 f_i(x) \lambda_i,$$

$$G(x) \leq B, \quad i = 1, \dots, 3,$$

где $f_1(x)$ - время реакции программного пакета,

$f_2(x)$ - производительность программного пакета,

$f_3(x)$ - доступность программного пакета,

$\Lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n)$ - вектор весовых коэффициентов важности критериев, $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$,

$G(x)$ - область функциональных ограничений,

B - вектор правых частей ограничений.

Применительно к сетевым информационным технологиям сформулируем частную задачу 2 на основании принципа удовлетворения [7, 8].

Найти вектор переменных решений $X = (x_1, x_2, \dots, x_{10})$, принадлежащий ОДР D и удовлетворяющий следующим (заданным) значениям критериев:

$$f_1(x) \leq k_1,$$

$$f_2(x) \geq k_2,$$

$$f_3(x) \geq k_3,$$

$$G(x) \leq B,$$

где $G(x)$ - область функциональных ограничений,

B - вектор правых частей ограничений,

$f_1(x)$ - время реакции программного пакета,

$f_2(x)$ - производительность программного пакета,

$f_3(x)$ - доступность программного пакета,

k_1, k_2, k_3 - пороговые значения критериев.

Применительно к сетевым информационным технологиям сформулируем частную задачу 3 на основании концепции оптимизации по желаемой точке [8, 9].

Найти вектор переменных решений $X = (x_1, x_2, \dots, x_{10})$, принадлежащий ОДР D и обеспечивающий для целевых функций возможно более близкое приближение к множеству одновременно недостижимых целевых точек $\{\bar{z}_i\}$:

$$X = \arg \min_{i=1}^3 (f_i(x) - \bar{z}_i),$$

где $f_1(x)$ - время реакции программного пакета;

$f_2(x)$ - производительность программного пакета;

$f_3(x)$ - доступность программного пакета;

$\bar{z}_1$ - желаемый (задаваемый) уровень значений по первому критерию;

$\bar{z}_2$ - желаемый (задаваемый) уровень значений по второму критерию;

$\bar{z}_3$ - желаемый (задаваемый) уровень значений по третьему критерию.

Применительно к сетевым информационным технологиям сформулируем частную задачу 4 на основании принципа достижения [7, 8].

Найти вектор переменных решений $X = (x_1, x_2, \dots, x_{10})$, достигающий директивной области (жестко заданных критериальных значений) путем изменения ОДР D (правых частей ограничений):

$$\sum_{i=1}^3 f_i(x) \text{ equal } \sum_{i=1}^3 \bar{z}_i,$$

где $f_1(x)$ - время реакции программного пакета;

$f_2(x)$ - производительность программного пакета;

$f_3(x)$ - доступность программного пакета;

$\bar{z}_1$ - жестко заданный уровень значений по первому критерию;

$\bar{z}_2$ - жестко заданный уровень значений по второму критерию;

$\bar{z}_3$ - жестко заданный уровень значений по третьему критерию.

Для каждого рассмотренного класса задач предлагаются следующие типичные методы их решения, а именно: метод взвешенной свертки и метод идеальной точки гарантируют достижение Паретто-оптимального решения в задачах на основании существования функции полезности и задачах на основании концепции оптимизации по желаемой точке соответственно; метод уступок и метод системной оптимизации гарантируют решения, наиболее приближенные к удовлетворительным, в задачах выбора удовлетворительного решения и задачах целенаправленного формирования допустимых решений при варьированной структуре ограничений соответственно.

Метод решения многокритериальной задачи по управлению сетевыми информационными технологиями с использованием комплексной многокритериальной модели определяется типом задач t ; информацией, получаемой от ЛПР априорно или в процессе решения задачи; принципом оптимальности φ ; системой предпочтений P и способом измерения предпочтений ЛПР H , а также процедурой поиска приемлемого для ЛПР решения.

В зависимости от ситуации (условий задачи) лицо, принимающее решение, выбирает один из предлагаемых методов нахождения наиболее предпочтительного решения.

Выводы

Новизна: предлагается системный подход к применению методов принятия многокритериальных решений в управлении сетевыми информационными технологиями.

Задачу принятия решений в управлении режимами корпоративной компьютерной сети предлагается рассматривать как комплексную многокритериальную модель математического программирования. В связи с этим приведены вербальная и формализованная постановка задачи принятия решений. Также дана общая постановка задачи и ее частные случаи. Для постановки частных задач был использован подход на основе концепций оптимизации. Каждая частная задача отличается характером решаемых задач и предпочтениями ЛПР.

Для каждого класса рассмотренных задач предлагаются типичные методы решения, а именно: метод взвешенной свертки, метод идеальной точки, метод уступок и метод системной оптимизации.

Метод решения многокритериальной задачи по управлению сетевыми информационными технологиями с использованием комплексной многокритериальной модели определяется: типом задач; информацией, получаемой от ЛПР априорно или в процессе решения задачи; принципом оптимальности; системой предпочтений и способом измерения предпочтений ЛПР, а также процедурой поиска приемлемого для ЛПР решения. В зависимости от ситуации (условий задачи) лицо, принимающее решение, выбирает один из предлагаемых методов нахождения наиболее предпочтительного решения.

Практическая значимость: данный подход может быть использован при решении задач принятия решений в управлении режимами корпоративной компьютерной сети с целью обеспечения быстрой и бесперебойной работы бизнес-приложений.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Стопченко Г.И., Айдаров А.В., Стопченко Е.Г. База знаний СППР для выбора метода решения многокритериальных задач // АСУ и приборы автоматики, 2003. – Вып. 125. – С. 91-97.
2. Левыкин В.М., Стопченко Г.И., Айдаров А.В. Формирование моделей слабоструктурированных задач в системах принятия решений // АСУ и приборы автоматики, 1998. – № 108. – С. 155-159.
3. Стопченко Г.И. Технология процесса поиска решений на основе концептуальных моделей // АСУ и приборы автоматики, 1998. – № 10. – С. 50-55.
4. Левыкин В.М., Скляр А.Я., Макрушан И.А. Системы управления сетевыми информационными технологиями // Нові технології. - 2004. - № 3. – С. 107-117.
5. Гуржий А.Н., Коряк С.Ф., Самсонов В.В., Скляр А.Я. Контроль и управление корпоративными компьютерными сетями: инструментальные средства и технологии. - Харьков: Компания СМІТ, 2003. – 664 с.
6. Штойер Р. Многокритериальная оптимизация. Теория, вычисления и приложения. - М.: Радио и связь, 1992. - 504 с.
7. Ларичев О.И. Наука и искусство принятия решений. - М.: Наука, 1990. – 107 с.
8. Поспелов Г.С., Ириков В.А., Курлов А.Е. Процедуры и алгоритмы формирования комплексных программ / Под ред. Г.С. Поспелова. - М.: Наука, 1985. - 424 с.

Получено редакцией 20.03.2008 г.

© Левыкин В.М., 2008.

© Стопченко Г.И., 2008.

© Макрушан И.А., 2008.

Левыкин Виктор Макарович, доктор технических наук, профессор, зав. каф. ИУС.

Стопченко Геннадий Иванович, кандидат технических наук, доцент.

Макрушан Ирина Анатольевна, ассистент каф. ИУС ХНУРЭ.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники: 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, каф. ИУС, тел. (0572) 702-14-51, e-mail: iyc@kture.kharkov.ua