

УДК 004.78

В.И. Саенко, А.С. Голубев

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ В СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНЦЕПЦИИ ПОЛИТИК

В статье описана информационная технология и метод управления ресурсами информационной системы в сети, основанный на использовании концепции политик при принятии решения об изменении состояния объекта. Сеть рассматривается как динамическая система, основными функциональными объектами которой являются ресурсы. Предложено использование специальных логических конструкций, совместимых с единой технологией менеджмента в компьютерных сетях. Правильность полученных решений подтверждается на примерах.

компьютерная сеть, информационная технология, информационная система, QoS, качество обслуживания, управление с помощью политик, показатель качества

Введение

Описание проблемы и анализ известных результатов исследований. Компьютерные сети и информационные системы становятся сегодня неотъемлемой частью инфраструктуры любого предприятия. Возрастают уровень сложности сети, при этом актуальными становятся вопросы повышения эффективности использования имеющихся ресурсов. Большинство сетей функционируют в режиме дефицита ресурсов, поэтому особую актуальность приобретают вопросы поддержания качества обслуживания (QoS).

Для поддержания QoS необходимо управлять ресурсами информационной системы в компьютерной сети. Наиболее распространенной на данный момент является концепция управления на основе команд [1]. Однако данная концепция не учитывает динамики сети, изменения условий, в которых работает ресурс. Концепция управления на основе политик направлена на преодоление этих ограничений.

Обобщенные определения политик и правил управления, а также методы их создания рассматриваются во многих работах, например в [2, 3]. Управ-

ление качеством обслуживания предполагает наличие численных показателей, характеризующих предоставляемое QoS. Показатели позволяют оценивать качество обслуживания для некоторого момента времени [4], а также оценить QoS с учетом истории изменения показателя качества [5]. Однако все еще нерешенными остаются задачи управления ресурсом для поддержания качества обслуживания.

Цель работы сводится к поиску путей управления ресурсами информационной системы в сети для поддержания качества обслуживания, предоставляемого пользователю.

Структура статьи. Постановка задачи описывает ресурс, как объект исследования. Затем описана концепция управления ресурсом общего доступа при помощи правил. Дано описание управления ресурсом на основе политик. Приведены примеры, описана технология управления с использованием политик. В конце статьи дан анализ метода, а также формализованы основные научные и практические результаты.

Постановка задачи и описание объекта исследования. Дана сеть Net. Сеть является динамической системой и управляется администрато-

ром. В сети присутствуют множество серверов информационной системы различного назначения: сервер БД, сервер электронной почты, сервер доступа в Internet и т.д. Каждый сервер является ресурсом общего доступа Res_i . Множество пользователей U обращаются к ресурсам сети Res и получают обслуживание с некоторым качеством QoS (рис. 1).

Существуют требования к качеству обслуживания в виде пороговых значений переменных, ха-

рактеризующих качество.

Для поддержания QoS, избежания перегрузок необходимо управлять множеством ресурсов. Под управлением ресурсом понимаем изменение состояния ресурса с целью поддержания достигнутых показателей работы пользователей и сети в пределах заданных (пороговых) значений.

Следовательно, постановка задачи сводится к определению информационной технологии и развитию метода управления ресурсами сети.

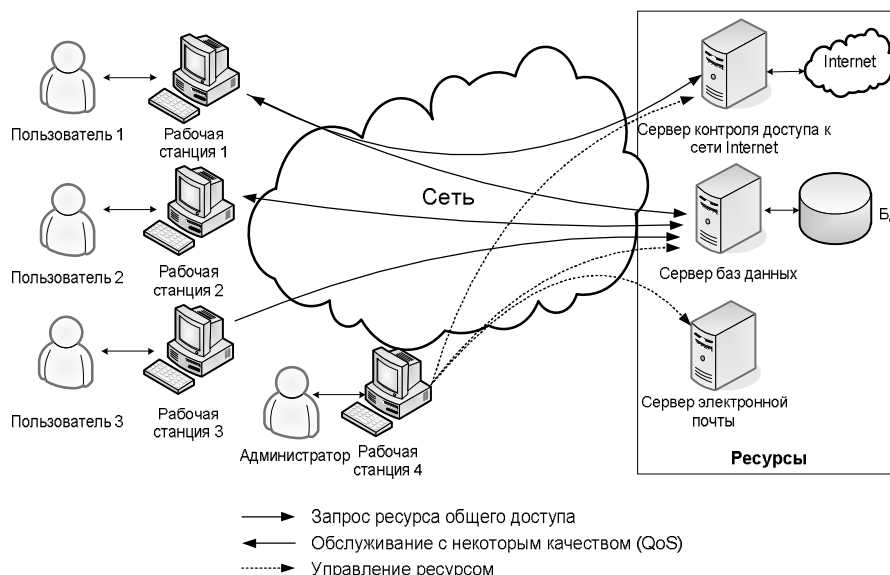


Рис. 1. Использование ресурсов информационной системы в сети

Управление ресурсами на основе команд

Представим модель ресурса информационной системы (рис. 2).

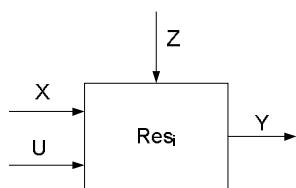


Рис. 2. Модель ресурса

1. Входными неуправляемыми переменными X являются переменные, характеризующие запросы к ресурсу: $X = \{x_i\}$, $i=1..n$, где n – количество запросов; $x_i = \{x_{i,j}\}$ – множество переменных i -го запроса; $x_{i,j}$ – j -я переменная i -го запроса. Запрос характеризуется временем обработки запроса t_k , пользователем, пославшим запрос u_i , типом запроса $type_i = \{http, ftp, \dots\}$, занятой запросом полосой пропускания th_i (Mbps), объемом переданных в запросе данных – $size_i$ (Kb) и т.д.; $x_i = \{x_{i,j}\} = \{t_k, u_i, type_i, th_i, size_i, \dots\}$.

Запрос представляет собой набор пакетов, сформированных пользователем как требование к ресурсу о предоставлении некоторой информации. Запрос считается принятым ресурсом, когда все пакеты успешно получены и обработаны.

2. $Z = \{z_i\}$ – множество переменных, характеризующих возмущающие воздействия. Например, ресурс исчез из сети, обрыв кабеля связи, исчезновение электропитания – это проявление некоторого воздействия z_i .

3. $U = \{u_i\}$ – управляющие воздействия: команды управления, посылаемые администратором (аналогично с протоколом SNMP [1]). Команду управления можно представить в виде вектора $u_i = command_i^k = (prop^k, [value_i^k])$, где $prop^k$ – имя управляемой переменной; $[value_i^k]$ – множество значений переменной. Команды управления могут изменять такие переменные $prop^k$, как приоритет пользователя (целые положительные числа), количество одновременно обрабатываемых запросов, максимальное время обработки запроса и т.д.

В качестве примера приведем несколько команд:

– $\text{command}_1^1 = (< \text{доступ пользователя} >, [u_1, < \text{разрешен} >])$ – формирует доступ к ресурсу (табл. 1).

Таблица 1

Переменные, формирующие доступ к ресурсу

u_1	u_2	...	group_1	...
разрешен	запрещен		разрешен	

– $\text{command}_1^2 = (< \text{полоса пропускания пользователя} >, [u_1, < 3\text{Mbps} >])$ – определяет полосу пропускания для пользователя либо группы (табл. 2).

Таблица 2

Переменные, определяющие полосу пропускания для пользователя либо группы

u_1	u_2	...	group_1	...
5 Кб/с	2 Кб/с		1 Кб/с	

– $\text{command}_1^3 = (< \text{длина очереди запросов} >, [50])$ определяет длину очереди запросов, ожидающих обработки.

4. Выходными переменными Y является показатели качества предоставляемых услуг $Y = f(X) = \{y_i\}$, $i=1..m$, где y_i – показатель качества обслуживания, предоставляемого по некоторому запросу.

По [3, 4] y_i может быть представлен как $y_i = QoS_i = f(X) = f'(q_{i,j})$ и $Y = \{QoS_i\}$.

Каждый ответ ресурса представляет собой набор пакетов. Ответы описываются множеством переменных, характеризующих качество обслуживания $\{q_{i,j}\}$ (занятая полоса пропускания th_i (Mbps), задержки доставки пакетов d_i (ms), количество информации $size_i$ (Kb) и т.д.). $\{q_{i,j}\} = \{th_i, d_i, size_i, \dots\}$. Далее будем опускать индекс ответа i , так как считаем, что любой показатель качества QoS и q характеризуют определенный ответ y_i ресурса. Показатель качества QoS является главной числовой характеристикой предоставляемого качества обслуживания.

Управление ресурсом осуществляет администратор. Он изменяет управляемые переменные при помощи команд. Однако количество ресурсов, число управляемых переменных таково, что администратор не в состоянии изменять необходимые переменные для поддержания качества обслуживания. Управление на основе политик позволяет определить поведение ресурса и осуществлять управляющие воздействия без вмешательства администратора.

Метод управления ресурсами на основе политик

Сведем управление ресурсами на основе политик к управлению некоторым ресурсом общего доступа информационной системы в сети.

1. Задаются требования к качеству обслуживания в виде пороговых значений $Q_{\min}$, $Q_{\max}$, Q_{opt} , Δq . Данные пороговые значения определяют показатели качества: $QoS_{\min}$, $QoS_{\max}$, QoS_{opt} , ΔQoS [5].

2. Определяется политика поддержания качества обслуживания в виде набора правил $\text{Policy}_{\text{net}} = \{\text{Rule}_i\}$. Политику формирует администратор.

Rule_1 : if $QoS[t_k] < QoS_{\min}$ then command_1^k , где $QoS[t_k]$ – значение показателя качества для момента времени t_k , $QoS_{\min}$ – минимальное пороговое значение показателя качества.

Rule_2 : if $QoS[t_k] > QoS_{\max}$ then command_2^k , где $QoS_{\max}$ – максимальное пороговое значение показателя качества.

Rule_3 : if $|QoS[t_k] - QoS_{\text{opt}}| > |QoS[t_{k-1}] - QoS_{\text{opt}}|$ then command_3^k .

3. На каждом шаге t_k дискретного времени необходимо:

3.1. Определить значения переменных качества обслуживания $q_i[t_k]$, входных переменных, которые присутствуют в условиях правил. Вычислить значения $QoS[t_k]$ по $q_i[t_k]$ [5].

3.2. Выбрать правила для исполнения команд: выбор правила осуществляется путем подстановки значений переменных, определенных на шаге 3.1, в условия правил; если условие принимает значение <истина>, то правило выбирается для исполнения команды.

3.3. В качестве управляющих воздействий на ресурс выполняются команды выбранных правил.

На рис. 3 изображена схема управления ресурсом на основе политик. Основными структурными элементами здесь является: ресурс, как объект управления, и модуль управления ресурсом, как субъект управления. На шаге 1 администратор вводит в модуль управления требования в виде пороговых значений переменных качества. На шаге 2 администратор определяет множество правил политики, при этом политики сохраняются в хранилище политик. На шаге 3 осуществляется управление качеством $Y = \{QoS_i\}$. Для момента времени t_k определяются значения входных переменных $x_i[t_k]$, а также значения переменных $q_i[t_k]$, которые ис-

пользуются в условиях правил. Данные значения применяются для вычисления условий правил и выбора правила для исполнения команд. Управляющие воздействия осуществляются путем выполнения команд выбранных по условию правил.

Предлагается рассмотреть три возможных правила поддержания качества сервиса: $Rule_1$, $Rule_2$ и $Rule_3$. $Rule_1$ и $Rule_2$ – позволяют выполнять команды $command_1^k$ и $command_2^k$ при выходе показателя качества за пределы допустимых значений. Данные команды меняют управляемые переменные, возвращая показатель качества в область допустимых значений.

На рис. 4 показано изменение показателя качества и моменты t_k применения команд правил.

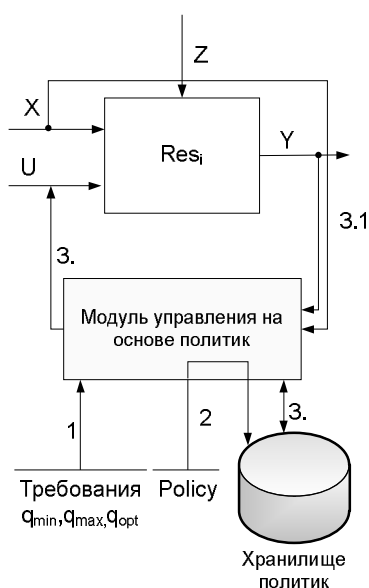


Рис. 3. Модель управления ресурсом на основе политик

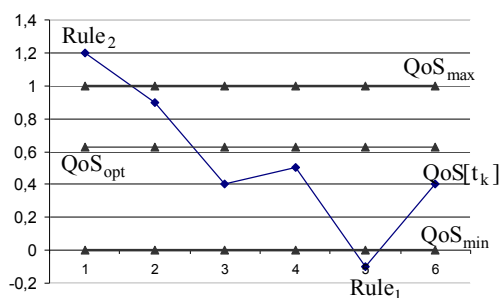


Рис. 4. Пример изменения показателя качества при управлении с помощью $Rule_1$, $Rule_2$

$Rule_3$ позволяет выполнить команду при удалении значения показателя качества от оптимального значения QoS_{opt} . На рис. 5 показаны изменение показателя качества и моменты t_k применения команды правила $Rule_3$.

Управление на основе политик расширяет концепцию управления на основе команд путем определения условия выполнения команды. Политика, создаваемая администратором сети, позволяет использовать различные правила для поддержания качества обслуживания.

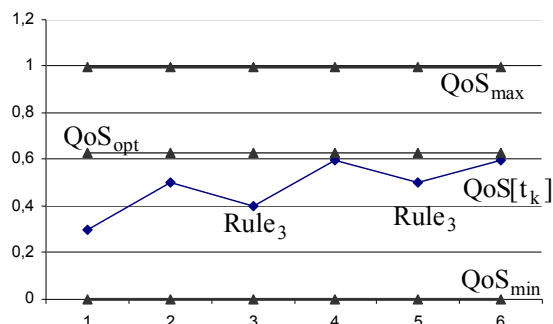


Рис. 5. Пример изменения показателя качества при управлении с помощью $Rule_3$

Примеры автоматизированного управления ресурсом на основе политик для поддержания QoS

1. Заданы требования к качеству обслуживания для сервиса типа HTTP и всех обслуживаемых пользователей в виде пороговых значений задержки ответа d и полосы пропускания b :

$$d_{\min} = 2c, \quad d_{\max} = 0,2c, \quad d_{\text{opt}} = 0,9c,$$

$$b_{\min} = 3\text{Кб/с}, \quad b_{\max} = 200\text{Кб/с}, \quad b_{\text{opt}} = 130\text{Кб/с}.$$

Данные пороговые значения переменных определяют значение показателей качества [5]:

$$QoS_{\min} = 0, \quad QoS_{\max} = 1, \quad QoS_{\text{opt}} = 0,6.$$

Пример управления на основе политик №1.

Приведем пример управления при помощи правил $Rule_1$ и $Rule_2$:

$Rule_1$: if $QoS[t_k] < QoS_{\min}$ then $command_1^k$,

$Rule_2$: if $QoS[t_k] > QoS_{\max}$ then $command_2^k$.

В табл. 3 приведены этапы работы алгоритма управления на основе правил.

В момент времени t_1 определяется истинность условий правил на основе значения показателя качества $QoS[t_1] = -0,2$.

Условие первого правила истинно, поэтому выполняется команда выбранного правила $Rule_1$ – $command_1^k$. Для t_2 , t_3 и t_4 условия правил остаются ложными и команды не выполняются.

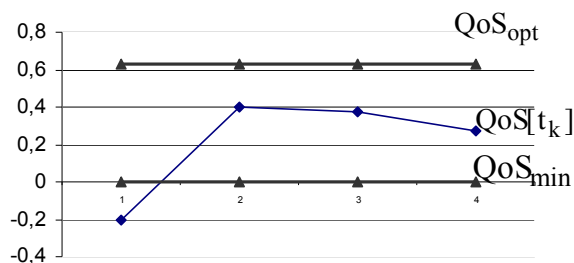
На рис. 6 показано изменение $QoS[t_k]$ при управлении с помощью правил.

Таблица 3

Этапы работы алгоритма управления на основе правил

Rule₁, Rule₂

t	$q_i[t_k]$, $QoS[t_k]$	Определение значений условий правил
t	$d[t_1] = 3c$ $b[t_1] = 32K6/c$ $QoS[t_1] = -0,2$	Условие Rule ₁ истинно, т.к. $QoS[t_k] < QoS_{min}$ условие Rule ₂ ложно, т.к. $QoS[t_k] < QoS_{max}$ – выпол- няется $command_1^k$
t	$d[t_2] = 1c$ $b[t_2] = 50K6/c$ $QoS[t_2] = 0,39$	Условия Rule ₁ и Rule ₂ ложны, т.к. $QoS_{min} < QoS[t_k]$, $QoS[t_k] < QoS_{max}$
t	$d[t_3] = 1c$ $b[t_3] = 40K6/c$ $QoS[t_3] = 0,37$	Условия Rule ₁ и Rule ₂ ложны, т.к. $QoS_{min} < QoS[t_k]$, $QoS[t_k] < QoS_{max}$
t	$d[t_4] = 1,5c$ $b[t_4] = 54K6/c$ $QoS[t_4] = 0,26$	Условия Rule ₁ и Rule ₂ ложны, т.к. $QoS_{min} < QoS[t_k]$, $QoS[t_k] < QoS_{max}$

Рис. 6. Изменение показателя качества при управлении с использованием правил Rule₁ и Rule₂**Пример управления на основе политик №2.**

Приведем пример управления при помощи правила Rule₃ : if $|QoS[t_k] - QoS_{opt}| > |QoS[t_{k-1}] - QoS_{opt}|$

then $command_3^k$.

В табл. 4 приведены этапы работы алгоритма управления на основе правил.

Для моментов времени t_1 и t_3 – условие правила ложно и команда не выполняется.

Для t_2 и t_4 имеем удаление показателя качества от оптимального значения, условие правила истинно, выполняется команда $command_3^k$.

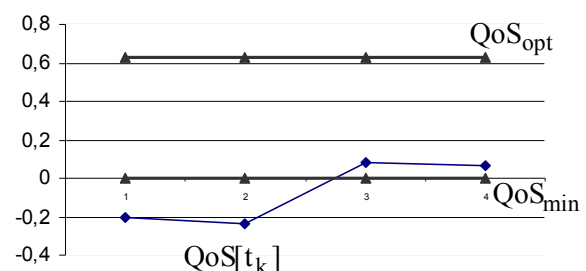
Таблица 4

Этапы работы алгоритма управления на основе правила

Rule₃

t	$q_i[t_k]$, $QoS[t_k]$	Определение значений условий правил
t	$d[t_1] = 3c$ $b[t_1] = 32K6/c$ $QoS[t_1] = -0,2$	Условие Rule ₃ ложно, т.к. $QoS[t_{k-1}]$ не известно
t	$d[t_2] = 3,1c$ $b[t_2] = 30K6/c$ $QoS[t_2] = 0,23$	Условие Rule ₃ истинно, т.к. значение показателя удали- лось от QoS_{opt} – выполняет- ся $command_3^k$
t	$d[t_3] = 2c$ $b[t_3] = 35K6/c$ $QoS[t_3] = 0,08$	Условие Rule ₃ ложно, т.к. значение показателя прибли- зилось к QoS_{opt}
t	$d[t_4] = 2c$ $b[t_4] = 30$ $QoS[t_4] = 0,06$	Условие Rule ₃ истинно, т.к. значение показателя удали- лось от QoS_{opt} – выполняет- ся $command_3^k$

На рис. 7 показано изменение качества обслуживания $QoS[t_k]$ при управлении с помощью правила Rule₃ .

Рис. 7. Изменение показателя качества при управлении с использованием правила Rule₃**Пример управления на основе политик №3.**

Объединим правила политики из двух предыдущих примеров Rule₁, Rule₂ и Rule₃ .

В табл. 5 приведены этапы работы алгоритма управления на основе правил.

На рис. 8 показано изменение качества обслуживания $QoS[t_k]$ при управлении с помощью правил Rule₁, Rule₂ и Rule₃ .

Таблица 5
Этапы работы алгоритма управления на основе Rule₁, Rule₂ и Rule₃

t_k	$q_i[t_k]$, $QoS[t_k]$	Определение значений условий правил
t_1	$d[t_1] = 3с$ $b[t_1] = 32Кб/с$ $QoS[t_1] = -0,2$	Условие Rule ₁ истинно т.к. $QoS[t_k] < QoS_{min}$; условие Rule ₂ ложно, т.к. $QoS[t_k] < QoS_{max}$; условие Rule ₃ ложно, т.к. $QoS[t_{k-1}]$ не известно – выполняется $command_1^k$
t_2	$d[t_2] = 0,8с$ $b[t_2] = 50Кб/с$ $QoS[t_2] = 0,45$	Условия Rule ₁ и Rule ₂ ложны, т.к. $QoS_{min} < QoS[t_k]$, $QoS[t_k] < QoS_{max}$; условие Rule ₃ ложно, т.к. значение показателя приблизилось к QoS_{opt}
t_3	$d[t_3] = 1с$ $b[t_3] = 60Кб/с$ $QoS[t_3] = 0,42$	Условия Rule ₁ и Rule ₂ ложны, т.к. $QoS_{min} < QoS[t_k]$, $QoS[t_k] < QoS_{max}$; условие Rule ₃ истинно, т.к. значение показателя удалилось от QoS_{opt} – выполняется $command_3^k$
t_4	$d[t_4] = 0,8с$ $b[t_4] = 120Кб/с$ $QoS[t_4] = 0,63$	Условия Rule ₁ и Rule ₂ ложны, т.к. $QoS_{min} < QoS[t_k]$, $QoS[t_k] < QoS_{max}$; условие Rule ₃ ложно, т.к. значение показателя приблизилось к QoS_{opt}

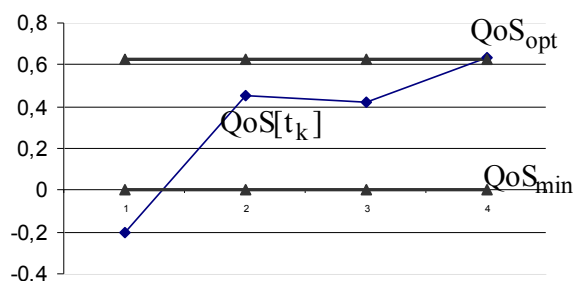


Рис. 8. Изменение показателя качества при управлении с использованием Rule₁, Rule₂ и Rule₃

Показаны примеры работы метода управления ресурсами информационной системы в сети, осно-

ванного на концепции использования политик при принятии решения об изменении состояния объекта. Из примеров видно, что наиболее близкое значение показателя качества к значению оптимального показателя было получено при совместном использовании правил управления Rule₁, Rule₂ и Rule₃, которые позволяют применять команды изменения состояния ресурса при выходе показателя качества за пределы пороговых значений, а также при удалении значения показателя качества от QoS_{opt} .

Информационная технология управления ресурсами информационной системы в сети с использованием концепции политик

Информационная технология управления ресурсами информационной системы в сети с использованием концепции политик включает в себя метод управления ресурсами информационной системы в сети с использованием концепции политик, архитектуру агент-менеджер, систему хранения – LDAP.

Администратор при помощи консоли управления определяет правила политики и сохраняет их в хранилище LDAP (рис. 9).

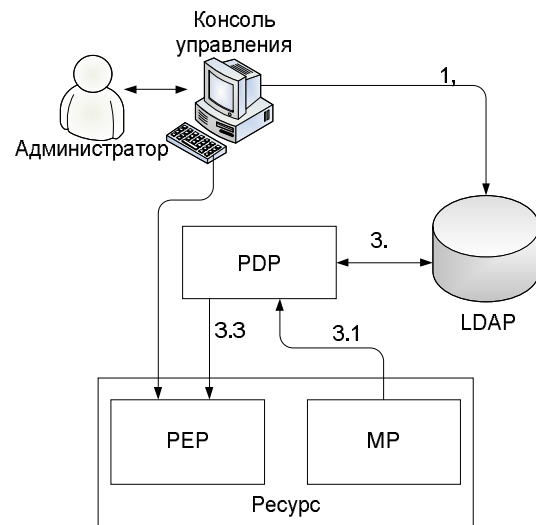


Рис. 9. Информационная технология управления ресурсом с использованием концепции политик

Хранилище политик LDAP представляет собой базу данных, хранящую политики и информацию об объектах сети. Точка принятия решения (Policy Decision Point - PDP) использует политики из хранилища для принятия решения об изменении состояния ресурса. Точка параметризации (Policy Enforcement Point - PEP) – модуль, способный изменять управляемые переменные ресурса. Точка мониторинга (MP – Monitoring Point) производит мониторинг с целью сбора информации. Данная архитектура может быть обобщена до архитектуры агент – менеджер, где PDP – менеджер, а PEP, MP – агенты.

На рис. 9 также отображены шаги метода управления ресурсами информационной системы в сети с использованием концепции политик.

Анализ предложенного метода

Предлагается исследование метода проводить в соответствии со следующими свойствами:

- Универсальность – степень покрытия методом всех возможных вариантов области решаемой задачи.
- Однозначность – входные переменные метода однозначно определяют выходные переменные.
- Гибкость – возможность менять результат работы метода в зависимости от требований.
- Переносимость – наличие у метода специфических требований, которые сужают область его применения.
- Модульность – возможность реализовать метод в рамках отдельного программного модуля.
- Расширяемость – возможность расширить рамки метода и решаемой им задачи.

Универсальность. Данный метод является обобщенным методом и позволяет управлять множеством любых ресурсов общего доступа информационной системы в сети.

Однозначность. Метод управления на основе политик является однозначным: при определенных правилах и одинаковых временных рядах показателя качества исполняемые команды в каждый момент времени будут одинаковыми.

Гибкость. Гибкость метода заключается в использовании комбинации правил политики для поддержания качества обслуживания.

Переносимость. Метод является плохо переносимым, так как требует наличия модуля управления на основе политик.

Модульность. Данный метод может быть реализован в виде алгоритма модуля управления на основе политик. Данный модуль реализует управление переменными, влияющими на качество обслуживания.

Расширяемость. В методе управления на основе политик предложено использование трех видов правил: Rule₁, Rule₂, Rule₃. Однако метод может быть расширен путем добавления множества правил политики поддержания качества обслуживания.

Выводы

В данной работе были показаны особенности управления ресурсом информационной системы в сети на основе команд и на основе политик. Показаны преимущества управления на основе политик за счет определения условий выполнения команд. Описан метод и технология управления ресурсами сети на основе политик.

Научная новизна: получил дальнейшее развитие метод управления ресурсами информационной системы в сети, основанный на концепции использования политик при принятии решения об изменении состояния объекта. Отличие от существующих методов состоит в использовании специальных логических конструкций, совместимых с единой технологией менеджмента в компьютерных сетях.

Усовершенствована технология менеджмента информационных ресурсов в сети с использованием концепции политик. Отличие от существующих технологий состоит в использовании специальных наборов правил и условий в соответствии с результатами ситуационного анализа.

Практическая значимость. Использование метода позволит улучшить степень использования имеющейся системы и, как следствие, повысить её доходность.

Пути дальнейшего развития. Необходимо разработать множество правил, управляющих качеством обслуживания, а также выработать рекомендации по применению каждого из них.

Сравнение с лучшими аналогами. Данная статья является продолжением работ [4, 5], где рассматривались методы оценки качества информационных сервисов.

Предложенные в данной работе технология и метод, в отличие от описанных в [2, 3], являются узкоспециализированными и направлены на управление качеством обслуживания пользователя.

Список литературы

1. Clapman R.M., Garret S. An SNMP-based Approach For Home Bus Network Management // IEEE 1993 International Conference, Vol. 6, 8-10 June 1993. – P. 354-355.
2. Cox M.D.J., Davison R.G. Concepts Activities and Issues of Policy-based Communications Management // BT Technology Journal, Vol. 17, Issue 3, July 1999. – P. 155-169.
3. Agrawal D., Giles J., Lee K.W., Lobo J. Policy-based management of networked computing systems // IEEE Communications Magazine, Vol. 43, No. 10, 2005. – P. 69-75.
4. Саенко В.И., Голубев А.С. Метод оценивания качества информационных сервисов в корпоративной сети // Вестник НТУ «ХПИ» «Системный анализ, управление и информационные технологии». – Х.: НТУ «ХПИ», 2007. – №18. – С. 124-132.
5. Саенко В.И., Голубев А.С. Метод оценивания состояния сервиса в компьютерной сети для систем непрерывного мониторинга // Збірник наукових праць ХУ ПС. – Х.: ХУПС, 2007. – Вип. 3(15). – С. 106-111.

Поступила в редколлегию 26.12.2007

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Н.И. Самойленко, Харьковская национальная академия городского хозяйства, Харьков.