

МЕТОД ФОРМАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССА АДМИНИСТРИРОВАНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

к.т.н., проф. С.А. Соколов, А.Л. Стокипный
(представил д.т.н., проф. Ю.В. Стасев)

В статье представлена модель и целевая функция, которые могут быть применены для описания и оценки процесса администрирования телекоммуникационной сети.

На сегодняшний день информационное обеспечение разнообразных процессов деятельности человека является наиболее важной задачей в контексте эффективности реализации и экономической целесообразности. Телекоммуникационные сети (ТС) объединили информационные ресурсы с целью наиболее эффективного использования.

Задача управления ресурсами ТС в виду своей важности имеет ряд стандартизированных подходов к решению [5]. Отличительной особенностью современных ТС является их гетерогенный характер, что делает задачу построения унифицированной системы управления ресурсами ТС достаточно сложной. Однако существует ряд промышленных реализаций систем сетевого управления (Network Management System, NMS), наиболее известными из которых являются OpenView (Hewlett-Packard), VitaSuite (Lucent Technologies), Tivoli (IBM) [4]. Указанные системы NMS существенно повышают эффективность работы персонала ответственного за обслуживание ТС, однако не исключают деятельность администраторов вообще.

Вопросы администрирования разного рода операционных систем, коммуникационного оборудования всех уровней широко обсуждались в печатных и электронных изданиях [1 – 3]. Для оценки различных подходов управления ресурсами ТС целесообразно представить задачи администрирования в формализованном виде и определить критерии оценки качества администрирования. Данная тема прямо не отображена в существующих публикациях, существуют лишь стандарты, которые содержат общие рекомендации по организации процесса управления ресурсами ТС [5].

Целью статьи является описание подхода к формализации процес-

са администрирования ТС с последующим выводом целевой функцией, значения которой могут быть использованы при оценке качества процесса администрирования ТС.

В качестве модели будем использовать модель представленную на рис. 1.

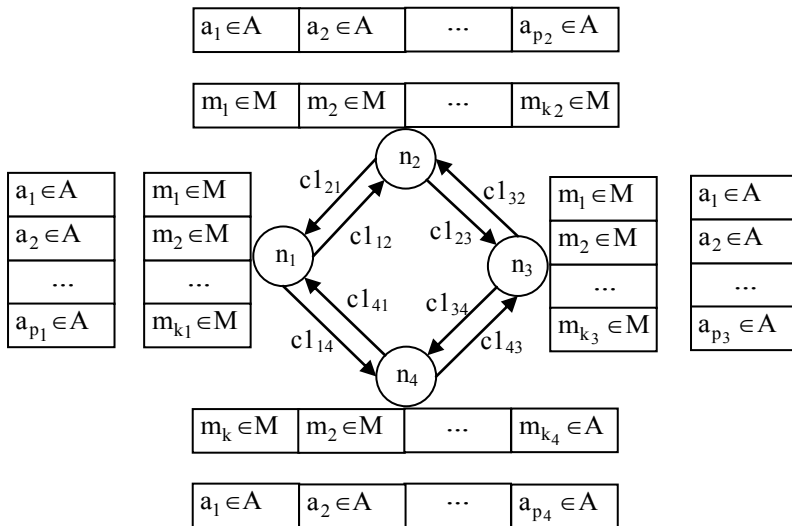


Рис. 1. ТС с узлами $n \in \{n_1, n_2, n_3, n_4\}$

Структурные множества процесса администрирования телекоммуникационной сети. Формализуем описание основных сущностей, которые принимают участие в процессе администрирования ТС путем введения соответствующих множеств. На рис. 1 представлены следующие структурные множества:

- 1) множество узлов ТС $N := \{n_1, n_2, \dots, n_w\}$;
- 2) множество администраторов $A := \{a_1, a_2, \dots, a_k\}$, которые обслуживают заданную ТС;
- 3) множество задач администрирования $M := \{m_1, m_2, \dots, m_l\}$, которые необходимо выполнить администраторам $a \in A$ на узлах.

Введем для представленных выше элементов множеств следующие характеристики.

Время выполнения задач администратором. Администратор $a_i \in A$ может выполнить работу $m_j \in M$ за определенное время t_{ij} . Количественно время будем выражать в секундах или в заранее определен-

ных относительных единицах, при этом необходимо привести все используемые в формальном описании временные характеристики к выбранному типу.

$$T = \begin{vmatrix} t_{11} & t_{12} & \vdots & t_{1l} \\ t_{21} & t_{21} & \vdots & t_{2l} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ t_{kl} & t_{k2} & \vdots & t_{kl} \end{vmatrix}.$$

Матрица T размерности $k \times m$, где $k = |A|, l = |M|$. Элемент матрицы t_{ij} отображает максимальное время, которое необходимо администратору a_i для выполнения задачи m_j .

«Локальное» и «удаленное» администрирование. Выполнение задач администрирования множества M управляется и контролируется администратором удаленно или непосредственно на самом аппаратном обеспечении узла. В первом случае имеет место понятие «удаленного» администрирования, во втором – «локального». Вектор $V1$ отображает возможность «локального» или «удаленного» администрирования путем выполнения задач множества M

$$V1 = [v1_1, v1_2, v1_3, \dots, v1_l],$$

где $v1_j = 1$ – возможно только «удаленное» администрирование путем выполнения задачи администрирования m_j ; $v1_j = 0$ – возможно только «локальное» администрирование путем выполнения задачи администрирования m_j .

Вектор заявленных пропускных способностей. При удаленном выполнении некоторой задачи m_j пропускная способность канала передачи данных между рабочим местом администратора и узлом, на котором выполняется задача администрирования, является критичной величиной. Когда пропускная способность ниже порогового значения, администратор не сможет получать информацию без соответствующих задержек, соответственно время выполнения задачи m_j увеличится. Пороговые значения пропускных способностей каналов передачи данных для задач множества M представим в виде вектора

$$V2 = [v2_1, v2_2, v2_3, \dots, v2_l].$$

Для вектора $V2$ $v2_j$ – минимальная пропускная способность, которая требуется для выполнения задачи администрирования m_j . В случае,

если некоторая задача множества M не может быть выполнена удаленно, соответствующее значение вектора $V2$ будет равно 0.

Рабочее место администратора. При выполнении «удаленного» администрирования администратору необходим вычислительный ресурс, который располагает средствами для проведения такого вида администрирования. Соответствующий узел, назначенный определенному администратору, будем называть рабочим местом администратора. Определим узлы, которые используются как рабочие места администраторов в векторе $V3$

$$V3 = [v3_1, v3_2, v3_3, \dots, v3_k],$$

где $v3_i$ – индекс узла множества N , который используется администратором a_i в качестве рабочего места.

Для корректности дальнейших расчетов введем для рассматриваемых множеств ограничение $|A| \leq |N|$.

Производительность узлов телекоммуникационной сети. Производительность комплекса аппаратно-программных средств является главной характеристикой узла ТС в контексте описания задач администрирования.

Производительность узла множества N влияет на время выполнения задачи множества M , на саму возможность выполнения задачи, на оперативность работы администратора. Производительность вычислительного комплекса принято выражать в количестве выполняемых операций за единицу времени. Для удобства дальнейшей формализации влияния производительности узла ТС на процесс администрирования построим матрицу относительных производительностей узлов ТС. Значениями элементов матрицы будут отношения производительности узлов к наиболее производительному узлу ТС при выполнении задач M . Очевидно, что ранее упомянутые значения будут представлены на интервале $[0...1]$. Строка единиц в матрице указывает на узел ТС, по отношению к которому вычисляются другие коэффициенты

$$P = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & \vdots & p_{1l} \\ p_{21} & p_{21} & \vdots & p_{2l} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{w1} & p_{w2} & \vdots & p_{wl} \end{pmatrix}$$

Матрица P имеет размерность $w \times l$, где $w = |N|$. Элемент матрицы p_{zj} содержит эмпирически определяемую производительность узла

$n_z \in N$ при выполнении задачи m_j .

Пропускная способность каналов. Одной из основных характеристик канала передачи данных является пропускная способность. При рассмотрении процесса администрирования распределенной ТС пропускная способность каналов передачи данных является фактором, который прямо влияет на оперативность и скорость выполнения задач администрирования. Представим описание пропускных способностей рассматриваемой ТС в виде матрицы

$$C1 = \begin{pmatrix} c1_{11} & c1_{12} & \dots & c1_{1w} \\ c1_{21} & c1_{22} & \dots & c1_{2w} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c1_{w1} & c1_{w2} & \dots & c1_{ww} \end{pmatrix}_{w \times w},$$

где $c1_{ij}$ – значение максимальной пропускной способности при передаче данных с узла n_i к узлу n_j .

Матрица не обязательно имеет симметрический вид. Несимметричные матрицы могут появляться в ТС с устройствами, которые имеют различные скорости приема и передачи или маршруты приема и передачи информации между узлами ТС различны.

Каналы с временной арендной платой. Каналы передачи данных могут быть арендованы у подрядчиков с оплатой за необходимую пропускную способность, но без оплаты за время использования или с оплатой как за пропускную способность так и за время использования. Во втором случае появляется экономический аспект, который накладывает определенные ограничения на временной интервал использования канала, что прямо влияет на возможность выполнения некоторой задачи администрирования m_j . Представим максимальное время использования каналов передачи данных между узлами множества N в виде матрицы

$$C2 = \begin{pmatrix} c2_{11} & c2_{12} & \dots & c2_{1w} \\ c2_{21} & c2_{22} & \dots & c2_{2w} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c2_{w1} & c2_{w2} & \dots & c2_{ww} \end{pmatrix}_{w \times w},$$

где $c2_{ij}$ – определяет максимальное время использования канала передачи данных между узлом n_i и узлом n_j .

В большинстве случаев матрица будет симметричной.

Целевая функция процесса администрирования. Процесс администрирования ТС исходя из вышеописанных множеств структурных элементов и их характеристик можно представить в виде отношения

$$R \subset N \times M \times A = \{(n, m, a) | n \in N \& m \in M \& a \in A\}.$$

Кортеж $(n_z \in N, a_i \in A, m_j \in M) \in R$ представляет собой задачу администрирования $m_j \in M$, которая выполняется на узле $n_z \in N$ администратором $a_i \in A$.

Примем следующее:

- все администраторы выполняют назначенные задачи качественно;
- время выполнения администратором задачи является комплексным показателем, который отображает профессионализм, квалификацию, опыт администратора по отношению к данной задаче;
- задачи администрирования не могут быть исполнены параллельно.

Можно предположить, что время выполнения администраторами A задач множества M на узлах N является показателем, по которому можно оценить процесс администрирования телекоммуникационной сети в целом. Также можно положить, что указанный показатель отражает и оперативность административного обслуживания ТС. Тогда целевая функция, по которой можно оценить процесс администрирования имеет вид:

$$\Phi(R) = \sum_{s=1}^{|R|} F(r_s), \quad (1)$$

где r_s – кортеж $(n_z \in N, a_i \in A, m_j \in M) \in R$; $F(r_s)$ – функция, которая возвращает время выполнения администратором $a_i \in r_s$ задачи администрирования $m_j \in r_s$ на узле $n_z \in r_s$:

- $F(r_s) = t_{a_i m_j} \cdot p_{n_z m_j}$, при условии $V1[m_j] = 0$;
- $F(r_s) = t_{a_i m_j} \cdot p_{n_z m_j}$, при условии

$$V1[m_j] = 1 \wedge V2[m_j] \leq \leq \min\{c1_{V3[a_i]n_z}, c1_{n_z V3[a_i]}\} \wedge t_{a_i m_j} \cdot p_{n_z m_j} \leq \min\{c2_{V3[a_i]n_z}, c2_{n_z V3[a_i]}\};$$
- $F(r_s) = t_{a_i m_j} \cdot p_{n_z m_j} + \left(t_{a_i m_j} \cdot p_{n_z m_j} \right) \times \left(1 - \frac{\min\{c1_{V3[a_i]n_z}, c1_{n_z V3[a_i]}\}}{V2[m_j]} \right),$

при условии

$$V1[m_j] = 1 \wedge V2[m_j] > \min\{c1_{V3[a_i]n_z}, c1_{n_z V3[a_i]}\} \wedge \\ \wedge \left(t_{a_i m_j} \cdot P_{n_z m_j} + \left(t_{a_i m_j} \cdot P_{n_z m_j} \right) \times \right. \\ \left. \times \left(1 - \frac{\min\{c1_{V3[a_i]n_z}, c1_{n_z V3[a_i]}\}}{V2[m_j]} \right) \right) \leq \min\{c2_{V3[a_i]n_z}, c2_{n_z V3[a_i]}\}$$

– $F(r_s) = \infty$, при условии

$$V1[m_j] = 1 \wedge V2[m_j] \leq \min\{c1_{V3[a_i]n_z}, c1_{n_z V3[a_i]}\} \wedge \\ \wedge t_{a_i m_j} \cdot P_{n_z m_j} > \min\{c2_{V3[a_i]n_z}, c2_{n_z V3[a_i]}\};$$

– $F(r_s) = \infty$, при условии

$$V1[m_j] = 1 \wedge V2[m_j] > \min\{c1_{V3[a_i]n_z}, c1_{n_z V3[a_i]}\} \wedge \\ \wedge \left(t_{a_i m_j} \cdot P_{n_z m_j} + \left(t_{a_i m_j} \cdot P_{n_z m_j} \right) \times \left(1 - \frac{\min\{c1_{V3[a_i]n_z}, c1_{n_z V3[a_i]}\}}{V2[m_j]} \right) \right) > \\ > \min\{c2_{V3[a_i]n_z}, c2_{n_z V3[a_i]}\},$$

где $t_{a_i m_j}$ – время выполнения администратором a_i задачи m_j ; $P_{n_z m_j}$ – относительная производительность узла n_z при выполнении задачи m_j ; $c1_{V3[a_i]n_z}$ – пропускная способность канала передачи данных между рабочим местом администратора a_i и узлом n_z ; $c2_{V3[a_i]n_z}$ – максимальное время использования канала передачи данных между рабочим местом администратора a_i и узлом n_z ; $V1[m_j]$ – указывает на характер задачи m_j : «локальная» или «удаленная»; $V2[m_j]$ – минимальная пропускная способность канала, требуемая для выполнения задачи m_j ; $V3[a_i]$ – номер узла, который является рабочим местом для администратора a_i .

Функция (1) для заданного отношения R возвращает время, необходимое администраторам множества A для выполнения задач M для узлов из множества N рассматриваемой ТС. Исходя из принятых выше условий можно положить, что нахождение такого R , при котором (1) будет минимальна, означает распределение между администраторами из A задач администрирования M узлов сети из множества N так, что процесс администрирования ТС при этом быть проведен с максимальной

оперативностью и эффективностью.

Выводы. В ходе разработки представленного в статье подхода к формализации процесса администрирования ТС были получены следующие результаты:

- определены множества элементов, которые являются основными структурными составляющими формализуемого процесса;
- рассмотрены и описаны в формальном виде характеристики вышеупомянутых множеств, которые имеют отношение к формализуемому процессу;
- определена целевая функция, значения которой можно использовать для количественной оценки эффективности и оперативности проведения процесса администрирования ТС.

Функция (1) может быть использована при разработке подхода, в котором ограничение на параллельный характер задач отсутствует. В общем виде данный подход может быть описан как алгоритм, который учитывает параллельность при расчете общего времени, а также коллективное использование канала связи при одновременном удаленном выполнении задач администрирования. Разработка данного подхода является направлением дальнейших исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Kollings T., Wall K. Red Hat Linux Networking and System Administration. – New York: Hungry Minds, Inc., 2002. – 858 с.*
2. *Huggins D. Windows® 2000 Network Infrastructure Exam Cram™ 2 (Exam 70-216). – Indianapolis: Que, 2003. – 416 с.*
3. *Microsoft Corporation. MCSA/MCSE Self-Paced Training Kit : Managing a Microsoft Windows 2000 Network Environment.-2nd ed. – Washington: Microsoft Press, 2003, – 756 с.*
4. *Нэнс Барри. Системы управления сетями // Сети. – Издательство «Открытые системы», 2002. – № 23.*
5. *Зьюс Оливер. Администрирование с контролем // LAN. – Издательство «Открытые системы», 2004. – № 5.*
6. *Иванов Павел. Услуги требуют управления сбоями // Сети. – Издательство «Открытые системы», 2003. – № 3.*

Поступила 26.11.2004

СОКОЛОВ Сергей Алексеевич, канд. техн. наук, профессор, зав. кафедры Харьковского университета Воздушных Сил. В 1971 году окончил ХВКИУ. Область научных интересов – распределенная обработка данных в телекоммуникационных системах.

СТОКИПНЫЙ Александр Леонидович, начальник группы центра АСУ Восточного регионального управления ГПС Украины. В 2002 году окончил Харьковский военный университет. Область научных интересов – методы управления в современных телекомму-

никационных системах.