

12-26-2018

Optimization of the process of functioning of multiservice networks .

A.R Marakhimov

Doctor of Technical Sciences, Professor, Rector at National University of Uzbekistan under a name Mirzo Ulugbek

G.B Sherboboyeva

Senior Lecturer, Department of Telecommunications Engineering, Karshi branch of TUIT named after Muhammad Al-Khorazmiy, Tel. +99891472-75-57,, gulichka-7574@mail.ru

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/ijctcm>

 Part of the [Engineering Commons](#)

Recommended Citation

Marakhimov, A.R and Sherboboyeva, G.B (2018) "Optimization of the process of functioning of multiservice networks .," *Chemical Technology, Control and Management*: Vol. 2018 : Iss. 4 , Article 13.
DOI: <https://doi.org/10.34920/2018.6.90-94>
Available at: <https://uzjournals.edu.uz/ijctcm/vol2018/iss4/13>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Chemical Technology, Control and Management by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact sh.erkinov@edu.uz.

Optimization of the process of functioning of multiservice networks .

Cover Page Footnote

Tashkent State Technical University, SSC «UZSTROYMATERIALY», SSC «UZKIMYOSANOAT», JV «SOVPLASTITAL», Agency on Intellectual Property of the Republic of Uzbekistan



ISSN 1815-4840

Himičeskaâ tehnologiâ. Kontrol' i upravlenie

**CHEMICAL TECHNOLOGY.
CONTROL AND MANAGEMENT**2018, №6 (84) pp.90-94. <https://doi.org/10.34920/2018.6.90-94>International scientific and technical journal
journal homepage: <https://uzjournals.edu.uz/ijctcm/>

Since 2005

УДК 621.317:519.5

**А.Р.МАРАХИМОВ (НУУз им.Мирзо Улугбека),
Г.Б.ШЕРБОБОВА (Каршинский филиал ТУИТ им.Мухаммада Ал-Хоразмий)****ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЕЙ**

Мультисервис тармоқларининг тугунларида ахборот оқимининг тутилиши вақтини оптималлаштириши учун ноаниқ тўпламлар назариясини қўллаш таклиф этилган бўлиб, унинг асосида кутиши вақти, тугунни нормал ишлаш вақти ва ахборотларнинг эскириши ноаниқ бўлишини ҳисобга олган ҳолда кутиши вақтини ҳисоблаш модели яратилган. Мультисервис тармоқларидаги коммутацион тугунлар орқали хабарни ўртача тўхтаб туриши вақтини ҳисоблашнинг ноаниқ модели келтирилган. Коммутацион тугун каналлар бўйича ноаниқ берилган қийматларга эга ахборот оқимини тақсимлашнинг бир мезонли оптималлаштириши масаласи шакллантирилган.

Таянч сўзлар: мультисервис тармоқлари, коммутатор, маршрутизатор, коммутация тугуни, оптималлаштириши, ноаниқ катталик, тегишлилик функцияси, модель, алгоритм.

В работе для оптимизации времени задержки информационных потоков в узлах мультисервисных сетей предлагается применение теории нечетких множеств, с помощью которой разработаны модели расчета времени задержка с учетом неточности времени простоя, исправной работы и старения информации. Приведена нечеткая модель расчета среднего времени задержки сообщения в коммуникационных узлах мультисервисных сетей, при этом каждый канал узла коммутации моделируется в виде сети массового обслуживания. Сформулирована однокритериальная задача оптимального распределения информационных потоков по каналам коммутационных узлов с нечетко заданными данными.

Ключевые слова: мультисервисная сеть, коммутатор, маршрутизатор, узел коммутации, оптимизация, нечеткое величина, функция принадлежности, модель, алгоритм.

In order to optimize the delay time of information flows in the nodes, multiservice networks propose the application of the theory of fuzzy sets, with the help of which models are developed for calculating the delay time, taking into account the inaccuracy of time, simple, correct operation and aging of information. A fuzzy model for calculating the average message delay time through communication nodes in multiservice networks is given, with each channel of switching nodes being modeled as a queuing network. A single-criterion problem of the optimal distribution of information flows over the channels of switching nodes with ill-defined data is formulated.

Key words: multiservice network, switch, router, switching node, optimization, fuzzy value, membership function, model, algorithm

Современные мультисервисные сети (МС) активно развиваются на основе использования новых информационных телекоммуникационных технологий.

Мультисервисная сеть представляется в виде множества узлов коммутации (УК) [2,3]. Последние состоят из коммутаторов и маршрутизаторов, на базе которых строятся коммуникационные системы современных МС. Для узлов коммутации (УК) сформированы показатели эффективности, которые используются в задачах анализа и синтеза рациональных структур МС.

Известно, что УК имеет один входной канал, по которому поступает входной поток заявок с интенсивностью λ , а также обладает n каналами связи, выходящими из УК. Входной поток распределяется по n каналам связи и в каждом канале порождает трафик с интенсивностью λ_j , $j=1, n$.

Каждый канал связи рассматривается как система массового обслуживания с некоторой интенсивностью обслуживания μ_j , что позволяет множество каналов связи рассматривать как сеть систем массового обслуживания. Предполагается, что в сети действует стохастический алгоритм, управляющий распределением пакетов по каналам связи так, что из общего трафика λ , поступающего на узел в j -й канал связи, выделяется некоторая доля

$$\lambda_j = p_j \lambda \tag{1}$$

и выполняется условие

$$\sum_{j=1}^n p_j = 1, p_j \geq 0, j = \overline{1, n}. \tag{2}$$

При решении данной задачи оптимизации важным показателем эффективности работы сети является среднее время задержки сообщения, проходящего через узел, которая определяется следующими соотношениями:

$$T_j(p_j) = \frac{\mu_{\varepsilon j} T_{\Pi j} k_{\Pi j} + 1}{\mu_{\varepsilon j} - \lambda p_j}. \tag{3}$$

Параметры в выражении (3) определяются следующим образом:

$$k_j^{\Gamma} = \frac{T_j^{\Pi}}{T_j^{\Gamma} + T_j^{\Pi}}, k_j^{\Pi} = 1 - k_j^{\Gamma}, \mu_{\varepsilon j} = \mu_j k_j^{\Gamma},$$

$$f_j = \frac{k_j^{\Pi}}{k_j^{\Gamma} + \frac{1}{v_j T_j^{\Pi}}}, v_j = \frac{1}{T_j^C}, v_{\varepsilon j} = v_j + \mu_{\varepsilon j} f_j \tag{4}$$

где: $\mu_{\varepsilon j}$ — средняя эквивалентная интенсивность обслуживания в j -м канале связи; μ_j — средняя интенсивность обслуживания в j -м канале связи; $v_{\varepsilon j}$ — средняя эквивалентная интенсивность старения информации в j -м канале связи; v_j — средняя интенсивность старения информации в j -м канале связи; k_j^{Π} — коэффициент простоя j -го канала связи; k_j^{Γ} — коэффициент готовности j -го канала связи; f_j — коэффициент ненадежности j -го канала связи; T_j^{Π} — среднее время простоя; T_j^{Γ} — среднее время исправной работы; T_j^C — среднее время старения информации.

Оптимизация сводится к в выбору таких значений p_j , при которых достигается минимальное значение показателя эффективности. Показатель, который позволяет оценить эффективность функционирования данной подсистемы, можно представить в виде:

$$T(p) = \sum_{j=1}^n p_j T_j(p_j)$$

При этом среднее время задержки сообщения в узле можно рассчитать следующим образом:

$$T(p) = \sum_{j=1}^n \frac{(1 + \mu_{\varepsilon j} T_{\Pi j} k_{\Pi j}) p_j}{\mu_{\varepsilon j} - \lambda p_j} \Rightarrow \min_{\{p_j\}} \tag{5}$$

где $\mu_{\alpha_j} = b_j (1 + \mu_{\alpha_j} T_{IIj} k_{IIj}) = \tau_j$.

Данные выражения дают возможность рассчитать оптимальное распределение трафика через выходные каналы КУ в случае, когда все исходные данные заданы точно. Однако такие параметры, как время простоя T_j^{II} время исправной работы T_j^{II} и время старения информации T_j^C в j -м канале связи зачастую не могут быть определены точно и носят неопределенный характер.

Для учёта нечеткости исходных данных представим их в виде нечетких величин, каждая из которых определена на своем полном ортогональном семантическом пространстве (ПОСП), с функциями принадлежности трапецеидального типа, удовлетворяющими соотношениям:

$$T_j^{II} \Rightarrow T_k^{II}(F) \in \Pi_{T^{II}}, T_j^{II} \Rightarrow T_k^{II}(F) \in \Pi_{T^{II}}, T_j^C \Rightarrow T_k^C(F) \in \Pi_{T^C}, \quad (6)$$

Здесь через $\Pi_{T^{II}}, \Pi_{T^{II}}, \Pi_{T^C}$ обозначаются ПОСП для параметров T_j^{II}, T_j^{II} , и T_j^C .

Полученные нечеткие величины будут представлять собой, также трапецеидальные функции принадлежности, которые можно описать соответствующими четверками значений:

$$\begin{aligned} k_j^{\Gamma}(F) &= (k_{jb}^{\Gamma}, k_{jb1}^{\Gamma}, k_{je1}^{\Gamma}, k_{je}^{\Gamma}), \quad k_j^{II}(F) = (k_{jb}^{II}, k_{jb1}^{II}, k_{je1}^{II}, k_{je}^{II}), \\ f_j(F) &= (f_{jb}, f_{jb1}, f_{je1}, f_{je}), \quad \mu_{\alpha_j}(F) = (\mu_{\alpha b}^j, \mu_{\alpha b1}^j, \mu_{\alpha e1}^j, \mu_{\alpha e}^j), \\ v_j(F) &= (v_{jb}, v_{jb1}, v_{je1}, v_{je}), \quad v_{\alpha_j}(F) = (v_{\alpha b}^j, v_{\alpha b1}^j, v_{\alpha e1}^j, v_{\alpha e}^j). \end{aligned} \quad (7)$$

При этом из соотношений (4) вытекает справедливость следующих зависимостей:

$$\begin{aligned} k_{jb}^{\Gamma} &= \frac{T_{jb}^{II}}{T_{je}^{II} + T_{je}^{II}}, \quad k_{jb1}^{\Gamma} = \frac{T_{jb1}^{II}}{T_{je1}^{II} + T_{je1}^{II}}, \quad k_{je1}^{\Gamma} = \frac{T_{je1}^{II}}{T_{jb1}^{II} + T_{jb1}^{II}}, \quad k_{je}^{\Gamma} = \frac{T_{je}^{II}}{T_{jb}^{II} + T_{jb}^{II}}; \\ k_{jb}^{II} &= 1 - k_{je}^{\Gamma}, \quad k_{jb1}^{II} = 1 - k_{je1}^{\Gamma}, \quad k_{je1}^{II} = 1 - k_{jb1}^{\Gamma}, \quad k_{je}^{II} = 1 - k_{jb}^{\Gamma}; \\ \mu_{\alpha b}^j &= \mu_{jb}^j k_{jb}^{\Gamma}, \quad \mu_{\alpha b1}^j = \mu_{jb1}^j k_{jb1}^{\Gamma}, \quad \mu_{\alpha e1}^j = \mu_{je1}^j k_{je1}^{\Gamma}, \quad \mu_{\alpha e}^j = \mu_{je}^j k_{je}^{\Gamma}; \\ f_{jb} &= \frac{k_{jb}^{II}}{k_{je}^{\Gamma} + \frac{1}{v_{jb} T_{jb}^{II}}}, \quad f_{jb1} = \frac{k_{jb1}^{II}}{k_{je1}^{\Gamma} + \frac{1}{v_{jb1} T_{jb1}^{II}}}, \quad f_{je1} = \frac{k_{je1}^{II}}{k_{jb1}^{\Gamma} + \frac{1}{v_{je1} T_{je1}^{II}}}, \quad f_{je} = \frac{k_{je}^{II}}{k_{jb}^{\Gamma} + \frac{1}{v_{je} T_{je}^{II}}}; \\ v_{jb} &= \frac{1}{T_{je}^C}, \quad v_{jb1} = \frac{1}{T_{je1}^C}, \quad v_{je1} = \frac{1}{T_{jb1}^C}, \quad v_{je} = \frac{1}{T_{jb}^C}; \\ v_{\alpha b}^j &= v_{jb} + \mu_{\alpha b}^j f_{jb}, \quad v_{\alpha b1}^j = v_{jb1} + \mu_{\alpha b1}^j f_{jb1}, \quad v_{\alpha e1}^j = v_{je1} + \mu_{\alpha e1}^j f_{je1}, \quad v_{\alpha e}^j = v_{je} + \mu_{\alpha e}^j f_{je}; \end{aligned} \quad (8)$$

С другой стороны, для решения оптимизационной задачи с нечеткими величинами требуется ввести в ПОСП Π_b и ПОСП Π_{β} для параметров b_j и β_j , которые могут быть рассчитаны на основании формул (7) с помощью соотношений:

$$b_j(F) = \lambda^{-1}(\mu_{\alpha}^j(F)), \quad \beta_r(F) = v_{\alpha}^j(F)(\mu_{\alpha}^j(F))^{-1}, \quad (9)$$

Термы в ПОСП Π_b в дальнейшем обозначаем через $b_j^{II}(F)$, $j = 1, \dots, N_b$, а термы в ПОСП Π_{β} – через $\beta_r^{II}(F)$, $r = 1, \dots, N_{\beta}$, где N_b — число термов в ПОСП Π_b , а N_{β} — число термов в ПОСП Π_{β} .

Для оценки величины $T(p)$ введем величину:

$$T(p, F) = \sum_{j=1}^n \frac{\tau_j(F) p_j}{\mu_{\Theta}^j(F) - \lambda p_j} \Rightarrow \overline{\min}_{\{p_j\}} \quad (10)$$

для которой, в свою очередь, вводится соответствующее ПОСП Π_T .

Определим метрику, которая позволяет значениям $b_j(F)$ и $\beta_r(F)$ ставить в соответствие термы в ПОСП Π_b и ПОСП Π_β .

$$f_d(y^k(F), y) = \left| \sum_{s=1}^3 \Xi_s(y_e^k, y_e, y_b^k, y_b, y_{e1}^k, y_{e1}, y_{b1}^k, y_{b1}) \right|, \quad (11)$$

где нечеткое число $y^k(F)$ определяется четверкой $\{y_e^k, y_b^k, y_{e1}^k, y_{b1}^k\}$, нечеткое число y четверкой $\{y_e, y_b, y_{e1}, y_{b1}\}$, а функции $\Xi_s(y_e^k, y_e, y_b^k, y_b, y_{e1}^k, y_{e1}, y_{b1}^k, y_{b1})$.

В этом случае значения нечетких параметров b_j и β_j можно рассчитать с учетом соотношений (11).

$$b_k^{\Pi}(F) = \arg \min_{k=1 \dots N_b} f_d(b_k^{\Pi}(F), b_j(F)); \quad \beta_k^{\Pi}(F) = \arg \min_{k=1 \dots N_\beta} f_d(\beta_k^{\Pi}(F), \beta_j(F)).$$

Нечеткое значение среднего времени задержки сообщений будет определяться выражением:

$$T_k^{\Pi}(F) = \arg \min_{k=1 \dots K_v} f_d(T_k^{\Pi}(F), T(p, F)) \quad (12)$$

Причем, согласно свойствам ПОСП на Π_b , Π_β и Π_T естественно вводится отношение частичного порядка \succ , которое упорядочивает множества термов, входящих в каждое из данных ПОСП.

В рассматриваемом случае однокритериальную оптимизационную задачу, можно сформулировать следующим образом: определить четкие значения p_j для которых величина $T^{\Pi}(p, F)$ принимает минимальное значение в смысле отношения частичного порядка \succ .

Таким образом, однокритериальная оптимизационная задача сводится к определению четких значений $\{p_j\}$, при которых величина $T_k^{\Pi}(F)$ определяемая формулой (12) принимает минимальное значение в смысле отношения частичного порядка \succ . Для определения данных величин введем в рассмотрение величины $b_k^D(F)$ и $\beta_k^D(F)$, которые получаются в результате операции дефаззификации величин $b_k^{\Pi}(F)$ и $\beta_k^{\Pi}(F)$, а также обозначим через Ib_k множество каналов для которых $b_j(F)$ принадлежат $b_k^{\Pi}(F)$, а через $I\beta_k$ каналов для которых $\beta_k(F)$ принадлежат $\beta_k^{\Pi}(F)$. Обозначим через $I_{jr} = Ib_j \cap I\beta_r$, а через c_{jr} — их количество.

Алгоритм определения $\{p_j\}$ и $Q_k^{\Pi}(F)$ состоит из следующих этапов:

1. Ввести исходные параметры $T_j^{\Pi}, T_j^{\Pi}, T_j^C, \mu_j$.
2. Определить нечеткие значения параметров $T_j^{\Pi}, T_j^{\Pi}, T_j^C$.
3. Задать количество термов и параметры трапецеидальных функций принадлежности каждого терма на ПОСП $\Pi_{T^{\Pi}}$, ПОСП $\Pi_{T^{\Pi}}$ и ПОСП Π_{T^C} .
4. Построить $\Pi_{T^{\Pi}}$, $\Pi_{T^{\Pi}}$, Π_{T^C} .

5. Задать количество термов и параметры трапецеидальных функций принадлежности каждого терма на ПОСП Π_{b_j} и ПОСП Π_{β_r} .

6. Построить ПОСП Π_{b_j} , Π_{β_r} .

7. Выполнить операции дефаззификации для параметров $b_j(F)$ и $\beta_r(F)$:

$$b_j^D = D(b_j(F)) \text{ и } \beta_r^D = D(\beta_r(F)).$$

8. Определить величины $\{c_{jr}\}$ и множества I_{jr} .

9. Задать $r=1$.

10. Для данного r вычислить суммы:

$$B_r = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^{N_b} c_{ji} b_j^D, \quad D_r = \sum_{i=1}^r \sqrt{\beta_i^D} \sum_{j=1}^{N_b} c_{ji} b_j^D, \quad \lambda_r = B_r - D_r / \sqrt{\beta_r^D}.$$

11. Если $\lambda_r < 1$, то $r=r+1$ и перейти к п.10, иначе к п. 12

12. Полагаем $R = r - 1$.

13. Вычислить параметры p_i , при этом для всех $i \in I_{jr}$ справедливо соотношение

$$p_i = \begin{cases} b_j^D(F) (1 - \sqrt{\beta_r^D \lambda_R}), & r \geq R \\ 0, & r > R \end{cases},$$

14. Расчет трапецеидального нечеткого числа $T^{\Pi}(p, F)$

15. Конец.

Заключение. Приведена нечеткая модель расчета среднего времени задержки сообщения через коммуникационные узлы в МС, при этом каждый канал УК моделируется в виде сети массового обслуживания.

Сформулирована однокритериальная задача оптимального распределения информационных потоков по каналам КУ с нечетко заданными данными.

Список литературы:

1. E.D.By'chkov, *Matematicheskie modeli upravleniya sostoyaniyami cifrovoy telekommunikacionnoy seti s ispol'zovaniem teorii neche'tkih mnojstv* [Mathematical models of digital telecommunications network state management using fuzzy set theory]. Omsk: OmGTU, 2010, 236 p. (in Russian).
2. YA.S.Dy'marskiy, *Zadachi i metody' optimizacii setey svyazi* [Tasks and methods for optimizing communication networks]. SPb: 2005.
3. N.V.Diligenskiy, L.G.Dy'mova, P.V.Sevast'yanov, *Nechetkoe modelirovanie i mnogokriterial'naya optimizaciya proizvodstvenny'h sistem v usloviyah neopredelennosti: tehnologiya, e'konomika, e'kologiya* [Fuzzy modeling and multicriteria optimization of production systems under conditions of uncertainty: technology, economics, ecology] M.: «Izdatel'stvo Mashinostroenie – 1», 2004.
4. O.S.Vy'sochina, *Ocenka e'ffektivnosti metodov klassifikacii sostoyaniy mul'tiservisnoy seti* [Evaluating the effectiveness of methods for classifying the states of multiservice] / O.S. Vy'sochina, S.I. SHmatkov, A.M. Salman // *Zbi'rnik naukovih prac' HU PS. – X.: HU PS, 2010. – Vip. 2 (24) – S. 98-101.*
5. YU.V.Semenov, *Proektirovanie setey svyazi sleduyusch'ego pokoleniya* [Designing next-generation communication networks]. Sankt-Peterburg: BHVPeterburg, 2005, 240 p. (in Russian).

Марахимов Авазжон Рахимович-доктор технических наук, профессор, ректор НУУз им.Мирзо Улугбека; Шербобоева Гулрух Бахтиёровна - старший преподаватель кафедры «Телекоммуникация инжиниринг» Каршинский филиал ТУИТ им.Мухаммада Ал-Хоразмий, Тел. +99891472-75-57, E.mail: gulichka-7574@mail.ru.