

використовували GSM / GPRS модуль типу PIML та мікроконтролери типу AVR.

Ключові слова: мікроконтролер, пакетний радіозв'язок, передача інформації.

This work is devoted to the development and manufacture of the device, which will provide the

collection and transmission of information through the General Packet Radio Service GPRS. Authors for development and manufacture of such a device used GSM / GPRS module and type PIML type microcontrollers AVR.

Keywords: microcontroller, packet radio Service, communication

УДК 621.391

СОЛОМИЦКИЙ М.Ю., аспирант (Кафедра информационно-коммуникационных технологий факультета информационных технологий и кибербезопасности Института холода, криотехнологий и экоэнергетики им. В.С. Мартыновского ОНАПТ)

Исследование временных характеристик потоков сообщений конвергентной телекоммуникационной сети

Введение

Предметом исследования являются потоки сообщений, в общем случае совокупности какой-либо информации, преобразованной в электромагнитные сигналы и подлежащей транспортировке в пределах конвергентной телекоммуникационной сети, качественно отличающиеся от широко известных потоков вызовов, в общем случае требований на обслуживание сетью для передачи сообщений. Объектом исследования является процесс взаимодействия конвергентной телекоммуникационной сети с информационной метаструктурой. Определение и суть функционирования конвергентной телекоммуникационной сети (КТС), а также анализ особенностей потоков сообщений в КТС даны в [1]. Необходимость исследования потоков сообщений (ПС) в КТС обоснована в [2]. Конвергентную телекоммуникационную сеть, как большую систему в целом, и поток сообщений, в частности, можно представить как предмет исследования фундаментальной теории – теории систем массового обслуживания (СМО). Хорошо проработанные вопросы анализа математических моделей СМО [3] обладают огромным значением для проектировщиков сетей и систем-

ных аналитиков и очень полезны при планировании ресурсов и предсказании производительности сети, при решении вопросов ее проектирования и повышения производительности. Однако во многих реальных случаях результаты, полученные на основе анализа СМО, существенно отличаются от фактически наблюдаемой производительности, т.к. большинство существующих моделей и методов основываются на предположении о подчинении потоков информации распределению Пуассона, Эрланга или экспоненциальному распределению [4]. Многочисленные исследования [5–12], проведенные за последнее десятилетие прошлого века и в начале нынешнего учеными разных стран, позволяют утверждать, что во многих ситуациях информационные потоки современных сетей обладают особой структурой, не позволяющей использовать при проектировании привычные методы, основанные на Марковских моделях и формулах Эрланга, СМО с показательными (M), детерминированными (D), эрланговскими (E) распределениями промежутков времени между последовательными случайными событиями (поступления требований, сообщений, проч.) и/или времени их обслуживания. Ввиду сложности и разнородности потоков интегральной инфор-

мации в КТС, отражающей процессы взаимопроникновения и слияния в инфокоммуникациях, при их анализе, в частности при исследовании временных характеристик, представляется целесообразным использование распределений произвольного вида (G).

Постановка задачи

Для исследования временных характеристик ПС в пределах КТС используем метод декомпозиции, позволяющий представить анализируемую сеть в виде откры-

той сети (рис. 1), состоящей из N подсистем (рис. 2), каждая из которых включает вход, выход, СМО типа $G/G/1$ с одним обслуживающим устройством и функциями распределения моментов поступления и длительности обслуживания ПС произвольного вида. Взаимосвязи между подсистемами в рамках объекта исследования являются случайными. Подсистемы анализируются индивидуально, при этом рассматриваются только два центральных момента исследуемых временных характеристик, а именно: математическое ожидание и коэффициент вариации.

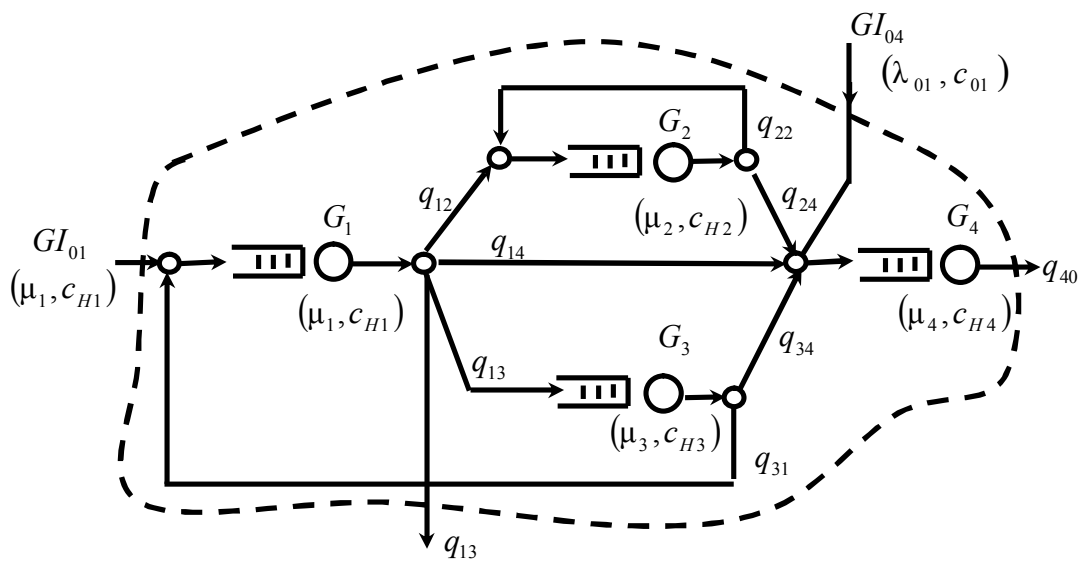


Рис. 1. Модель исследуемой сети с четырьмя подсистемами (СМО)

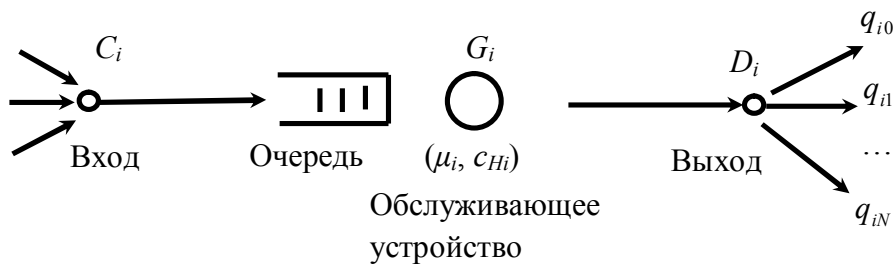


Рис. 2. Элементарная i -я система с ожиданием (СМО)

Элементарная i -я СМО предполагает использование одного обслуживающего устройства, очереди неограниченной емкости, входа C_i , объединяющего ПС, и

выхода D_i , распределяющего ПС по отдельным направлениям. В общем случае входящий ПС поступает в сеть в произвольном входе произвольной СМО, а

циркулюючий в мере потік покидає мережу, поступаючи до зовнішньої інформаційної метаструктури, в довільному виході довільної СМО. Має місце, по крайній мірі, один зовнішній входячий процес, що визначає надходження ПК в мережу, і один вихідний процес, при якому потік покидає мережу до зовнішнього середовища, що власне і визначає об'єкт дослідження як відкриту мережу.

Структура мережі в відповідності з мережею топологією і розподілом в ній потоків визначається наступними параметрами:

N – загальна кількість аналізованих СМО;

$\bar{Q}=(q_{ij})$ – матриця переходів, де q_{ij} – ймовірність переходу потоку з підсистеми i в підсистему j , $i=1,2,\dots,N$, $j=0,1,\dots,N$.

Підсистема з індексом 0 представляє собою зовнішню інформаційну метаструктуру.

G_{0i} – процес надходження ПК на вхід i -ї СМО.

λ_{0i} – інтенсивність процесу надходження входячого потоку, де

$a_{0i} = \frac{1}{\lambda_{0i}}$ – середнє час між надходженнями повідомлень в i -ї підсистемі.

G_i – процес обслуговування.

μ_i – інтенсивність процесу обслуговування, де $h_i = \frac{1}{\mu_i}$ – середнє час обслуговування в i -ї підсистемі.

c_{Hi} – коефіцієнт варіації процесу обслуговування.

В кожній i -ї підсистемі проміжки часу T_{0i} між моментами надходження повідомлень і час обслуговування T_{Hi} є взаємозалежними і однаково розподіленими випадковими величинами, описуваними функціями розподілу ймовірності $A_{0i}(t)$ і $H_i(t)$ відповідно, $i=1,2,\dots,N$. В наступному припустимо, що послідовні

моменти обслуговування одного потоку також взаємозалежні.

При визначенні проміжків часу T_A між моментами надходження повідомлень, часу обслуговування T_H , часу між моментами виходу повідомлень з СМО T_D і довільного часу між моментами надходження повідомлень в лінії передачі використовуємо наступні позначення, де T – часовий характеристика, фізичний зміст якої визначається відповідним нижнім індексом.

$F(t) = P\{T \leq t\}$ – функція розподілу випадкової величини T .

$E[T^k] = \int_0^\infty t^k F'(t) dt$, $k=1,2,\dots$ – k -й початковий момент випадкової величини T .

$c = \sqrt{\frac{E[T^2]}{E[T]^2}} - 1$ – коефіцієнт варіації випадкової величини T .

Припустимо, що мережа функціонує в стаціонарному режимі, а всі потоки повідомлень в мережі – одного класу.

Потік повідомлень переходить з підсистеми i в підсистему j незалежно з ймовірністю q_{ij} , $i=1,2,\dots,N$, $j=0,1,\dots,N$.

Потоки повідомлень, що знаходяться в черзі, обслуговуються згідно випадкової незалежної від часу дисципліни.

Згідно з припущенням про стаціонарність, середнє значення інтенсивності λ_i процесу надходження повідомлень на i -ю СМО визначається з наступного набору лінійних виражень, що описують закон збереження потоку:

$$\lambda_i = \lambda_{0i} + \sum_{j=1}^N \lambda_j q_{ji}, \quad i=1,2,\dots,N. \quad (1)$$

В стаціонарному випадку для всіх підсистем повинно підтримуватися:

$$A_i = \frac{\lambda_i}{\mu_i} < 1, \quad i=1,2,\dots,N,$$

де A_i – навантаження, що поступає на i -ю СМО.

Интенсивность λ_{ij} переходов из подсистемы i в подсистему j :

$$\lambda_{ij} = \lambda_i q_{ij}, i = 1, 2, \dots, N, j = 0, 1, \dots, N.$$

Входящий процесс поступления ПС описывается функцией распределения произвольного вида (G), средним значением интенсивности процесса поступления λ_i и коэффициентом вариации c_{Ai} . Процесс обслуживания – также процесс, описываемый функцией распределения произвольного вида (G) со средним временем пребывания в системе h_i и коэффициентом вариации c_{Hi} .

Интерес представляет среднее значение времени нахождения в системе $T_{Fi} = T_{wi} + T_{Hi}$ произвольного сообщения и последовательности сообщений MS_i , состоящего из времени ожидания T_{wi} и времени обслуживания T_{Hi} в подсистеме, а именно:

$$w_i = E[T_{wi}],$$

$$f_i = E[T_{Fi}] = w_i + h_i,$$

$$\lambda_{Ni} = E[MS_i] = \lambda_i f_i = \Omega_i + A_i,$$

где Ω_i – средняя длина очереди i -го узла.

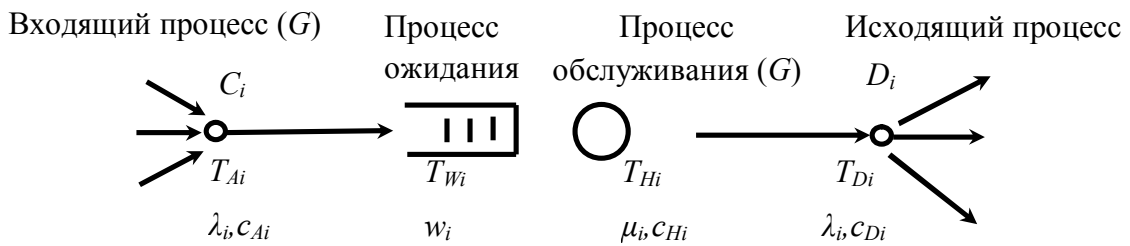


Рис. 3. Исследуемая i -я система с ожиданием (СМО)

Расчет временных характеристик

Так как точные значения исследуемых временных характеристик известны лишь для частных случаев, например, СМО типа $M/G/1$ или $G/M/1$, то для исследуемого случая с функциями распределения произвольного вида предлагаются следующие приближенные эвристические формулы для определения среднего времени ожидания и вероятности ожидания соответственно [13, 14].

$$w_i = h_i \frac{A_i}{2(1-A_i)} (c_{Ai}^2 + c_{Hi}^2) g(A_i, c_{Ai}^2, c_{Hi}^2),$$

где

$$g(A_i, c_{Ai}^2, c_{Hi}^2) = \begin{cases} \exp\left\{-\frac{2(1-A_i)}{3A_i}\right\} \times \\ \times \frac{(1-c_{Ai}^2)^2}{c_{Ai}^2 + c_{Hi}^2} \Bigg\}, & c_{Ai} < 1; \\ \exp\left\{-(1-A_i)\right\} \times \\ \times \frac{c_{Ai}^2 - 1}{c_{Ai}^2 + 4c_{Hi}^2} \Bigg\}, & c_{Ai} \geq 1. \end{cases}$$

$$W_i = P\{T_{wi} > 0\} = A_i + (c_{Ai}^2 - 1)A_i(1-A_i) \times \begin{cases} \frac{1 + c_{Ai}^2 + A_i c_{Hi}^2}{1 + A_i(c_{Hi}^2 - 1) + A_i^2(4c_{Ai}^2 + c_{Hi}^2)}, & c_{Ai}^2 \leq 1; \\ \frac{4A_i}{c_{Ai}^2 + A_i^2(4c_{Ai}^2 + c_{Hi}^2)}, & c_{Ai}^2 \geq 1. \end{cases}$$

Для расчета средних значений временных характеристик потока необходимо знать прогнозируемое число поступающих сообщений в конкретной СМО.

e_i – ожидаемое число поступающих сообщений на i -ю подсистему произвольного ПС;

$e_i(a)$ – ожидаемое число поступающих сообщений из подсистемы a на i -ю подсистему ПС, циркулирующего в сети;

$e_i(a,b)$ – ожидаемое число поступающих сообщений из подсистемы a на i -ю подсистему ПС, циркулирующего в сети, и покидающего сеть через подсистему b , при $i, a, b = 1, 2, \dots, N$.

Определим λ_i , $\lambda_i(a)$, $\lambda_i(a,b)$ как полные или частичные интенсивности на i -й СМО ожидаемого числа поступающих сообщений всех ПС, ПС, циркулирующего в сети из подсистемы a , и ПС, циркулирующего в сети из подсистемы a и покидающего сеть через подсистему b , соответственно.

$$e_i = \frac{\lambda_i}{\lambda}, \text{ где } \lambda = \sum_{a=1}^N \lambda_{0a};$$

$$e_i(a) = \frac{\lambda_i(a)}{\lambda_{0a}};$$

$$e_i(a,b) = \frac{\lambda_i(a,b)}{\lambda_{b0}(a)},$$

где $\lambda_i(a,b) = \lambda_i(a)p_b(i)$, $i, a, b = 1, 2, \dots, N$.

В приведенных выражениях необходимо рассчитать значения соответствующих интенсивностей. Значение λ_i определяется из выражения (1). Также выражение (1) может быть использовано для расчета значения $\lambda_i(a)$, если принять $\lambda_{0i} = 0$ для $j \neq a$ (рис. 4). Значение $\lambda_i(a,b)$ – та часть $\lambda_i(a)$, которая покидает сеть через подсистему b . Эта часть определяется вероятностью $p_b(i)$ для циркулирующих ПС из подсистемы i в подсистему b (рис. 5).

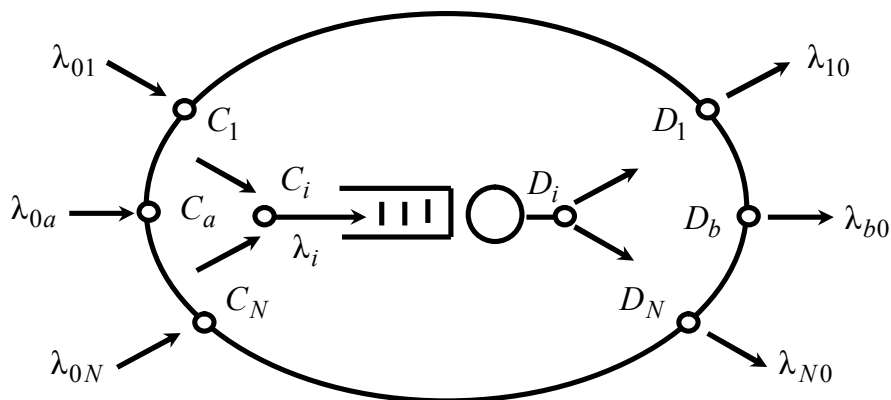


Рис. 4. Фрагмент сети, взаимодействующий с внешней средой

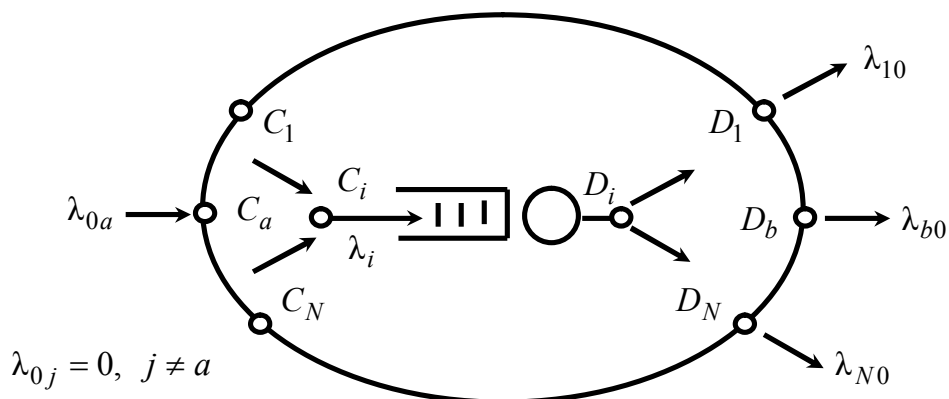


Рис. 5. Фрагмент сети, взаимодействующий с внешней средой только через подсистему a

Вероятность того, что произвольный ПС покинет сеть через подсистему b :

$$p_b = \frac{\lambda_{b0}}{\lambda}$$

Вероятность того, что ПС, циркулирующий в сети из подсистемы a , покинет сеть через подсистему b :

$$p_b(a) = \frac{\lambda_{b0}(a)}{\lambda_{0a}}, \quad a, b = 1, 2, \dots, N.$$

Величины T_F , $T_F(a)$ и $T_F(a, b)$ определяют стохастическое время нахождения в сети произвольного ПС, ПС, циркулирующего в сети из подсистемы a , и ПС, циркулирующего в сети из подсистемы a и покидающего сеть через подсистему b , соответственно. Средние значения указанных величин:

$$f(a, b) = E[T_F(a, b)] = \sum_{i=1}^N e_i(a, b) f_i,$$

$$f(a) = E[T_F(a)] = \sum_{i=1}^N e_i(a) f_i =$$

$$= \sum_{b=1}^N f(a, b) p_b(a),$$

$$f = E[T_F] = \sum_{a=1}^N \frac{\lambda_{0a}}{\lambda} f(a) =$$

$$= \sum_{i=1}^N e_i f_i = \frac{1}{\lambda} \sum_{i=1}^N E[X_i]$$

Заключение

Рассмотренный метод декомпозиции позволяет выполнять анализ открытых сетей, в целом, и потоков информации, циркулирующих в сети и поступающих в нее в результате взаимодействия сети с информационной инфраструктурой, в частности, посредством исследования внешних входящих процессов и процессов обслуживания произвольного вида для случая СМО с одним обслуживающим устройством. Анализ, основанный на исследовании СМО типа $G/G/1$, позволяет сформулировать тезис об адекватности метода при исследовании временных характеристик потоков сообщений КТС.

Список литературы:

1. Соломицкий М.Ю. Аспекты исследования слабоструктурированных

сред инфокоммуникаций / Соломицкий М.Ю. // Научно-технические аспекты в инфокоммуникациях: коллективная монография под ред. В.М. Безрука, В.В. Баранника. – Харьков: СМІТ, 2013. – С. 68-85.

2. Гайворонская Г.С. Анализ особенностей потока сообщений в конвергентной телекоммуникационной сети / Соломицкий М.Ю., Гайворонская Г.С. // Вісник ДУІКТ, 2012. – № 4 (Т. 10) – С. 47-53.

3. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания / Клейнрок Л.; пер. с англ. И. И. Грушко; ред. В. И. Нейман. – М.: Машиностроение, 1979. – 432 с.

4. В. Столлингс. Современные компьютерные сети / В. Столлингс. – [2-е изд.] – СПб.: Питер, 2003. – 783 с.

5. On the Self-Similar Nature of Ethernet Traffic (Extended version) / Will E. Leland, Murad S. Taqqu, Walter Willinger, Daniel V. Wilson // IEEE/ACM Transactions on Networking – 1994, February.

6. Self-Similarity Through High Variability: Statistical Analysis of Ethernet LAN Traffic at the Source Level / Willinger W., Taqqu M., Sherman R., and Wilson D. // IEEE/ACM Transactions on Networking – 1997, February.

7. Crovella M. Self-Similarity in World-Wide Web Traffic: Evidence and Possible Causes / Crovella M., Bestavros A. // Proceedings, ACM Sigmetrics Conference on Measurements and Modeling of Computer Systems – 1996, May.

8. Arlitt M. Workload Characterization of a Web Proxy in a Cable Modem Environment / Arlitt M., Friedrich R., Jin T. // ACM Performance Evaluation Review – 1999, September.

9. Arlitt M. A Workload Characterization Study of the 1998 World Cup Web Site / Arlitt M., Jin T. // IEEE Network – 2000, May/June.

10. Statistical Analysis of CCSN/SS7 Traffic Data from Working CCS Subnetworks / Diane E. Duffy, Allen A. McIntosh, Mark Rosenstein, Walter Willinger // IEEE Journal on Selected Areas in Communications – 1994, April.

11. Giroux N. Quality of Service in ATM Net-works / Giroux N., Ganti S. // Up-per Saddle River, NJ: Prentice Hall – 1999.

12. Borella M. Measurement and Analyses of Long-Range Packet Dependent Behavior of Internet Packet Delay / Borella M., Brewster G. // IEEE INFO-COM '98 – 1998, April.

13. Kramer W. Investigations of Systems with Queues in Series (Untersuchung von Systemen mit seriellem Warten) / Kramer W. // Dissertation University of Stuttgart 1975 and 22nd Report on Studies in Congestion Theory – Institute of Switching and Data Technics, 1975.

14. Langenbach-Belz M. Sampled Queueing Systems Proc.Symp. on Computer Communications Networks & Teletraffic / Langenbach-Belz M. // Polytechnic Press – Brooklyn, New York, 1972.

Аннотации:

В статье рассмотрен возможный метод анализа временных характеристик потоков сообщений конвергентной телекоммуникационной сети. Анализ выполнен методом декомпозиции, при котором объект исследования представлен в виде открытой сети, состоящей из систем массового

обслуживания с произвольного вида функциями распределения моментов поступления и длительности обслуживания потоков сообщений.

Ключевые слова: конвергентная телекоммуникационная сеть, поток сообщений, система массового обслуживания, функция распределения, время.

В статті розглянуто можливий метод аналізу часових характеристик потоків повідомлень конвергентної телекомунікаційної мережі. Аналіз виконано методом декомпозиції, при якому об'єкт дослідження представлено у вигляді відкритої мережі, що складається з систем масового обслуговування з довільного вигляду функціями розподілу моментів надходження та тривалості обслуговування потоків повідомлень.

Ключові слова: конвергентна телекомунікаційна мережа, потік повідомлень, система масового обслуговування, функція розподілу, час.

Possible analysis method of messages streams' time characteristics in the convergent telecommunication network is considered in the paper. Analysis is done by decomposition method. Research object is represented as open network, which is consist of queueing systems with general distribution functions of messages streams' arrival times and service time.

Keywords: convergent telecommunication network, messages stream, queueing system, distribution function, time.

УДК 681-516.52

СКОРОБОГАТОВА И.В., аспирант (ДонНТУ)

Синтез системы автоматического управления энергосберегающими режимами камерной печи

Общая постановка проблемы

Система управления электроприводами исполнительных механизмов подачи газо-воздушной смеси в рабочее пространство камерной печи в энергосберегающем режиме относится к регулируемым автоколебательным системам.

Основной сложностью является обеспечение независимого регулирования

расхода газа и воздуха в импульсном режиме.

Общепринятый подход к синтезу не учитывает согласование подачи расхода газо-воздушной смеси, сводя его к построению многомерных систем с задающими воздействиями для каждого объекта в отдельности.

Возникает проблема при выборе обратных связей по регулированию газа и