КОМП'ЮТЕРНІ ЗАСОБИ, МЕРЕЖІ ТА СИСТЕМИ

M. Solomitsky

DECISION OF CHOICE PROBLEM ON THE SET OF MATHEMATICAL MODELS OF EVENTS' STREAMS

Decision of problem of choice on set of events' streams' mathematical models used in teletraffic theory is presented. Plural optimum decision of telecommunication networks' streams' models is received.
Key words: convergent telecommunication network, stochastic events' stream, vector criterion.

Представлено решение задачи выбора на множестве математических моделей потоков событий, используемых в теории телетрафика. Получено множественное оптимальное решение моделей потоков телекоммуникационных сетей.
Ключевые слова: конвергентная телекоммуникационная сеть, поток случайных событий, векторный критерий.

Представлено вирішення задачі вибору на множині математичних моделей потоків подій, які використовуються в теорії телетрафіку. Отримано множинне оптимальне рішення моделей потоків телекомунікаційних мереж.
Ключові слова: конвергентна телекомунікаційна мережа, потік випадкових подій, векторний критерій.

УДК 621.391

М.Ю. СОЛОМИЦЬКИЙ

ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ВИБОРУ НА МНОЖИНІ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ПОТОКІВ ПОДІЙ

Вступ. Ця стаття є розвитком теми, початок досліджень якої представлено в [1], де з системних позицій розглянуто об'єкт дослідження – конвергентну телекомунікаційну мережу (КТМ), сформульовано формальні уявлення та підхід для вирішення задач аналізу й синтезу КТМ. В роботі [2] на підставі базисних праць [3, 4] виконано аналіз основних властивостей потоків телекомунікаційних мереж (зокрема, КТМ), та, з урахуванням аналізу результатів досліджень, отриманих за останні два десятиріччя зарубіжними та вітчизняними вченими, розглянуто можливість застосування проаналізованих потоків для КТМ.

Стаття присвячена визначенню того, які математичні моделі потоків випадкових подій можуть бути використані в якості моделі потоків у КТМ. Для цього вирішено задачу вибору зі заданою множиною альтернатив – моделей потоків подій і принципом оптимальності, що варіюється. При постановці та вирішенні задачі вибору за основу взято принципи, які викладено в [5].

Постановка та вирішення задачі вибору. Задача вибору має сенс лише для однорідних об'єктів або об'єктів з однорідних множин альтернатив, під якими розуміємо множини варіантів об'єктів одного функціонального призначення, які описуються одним і тим же набором зовнішніх характеристик. Потоки випадкових подій, що розглядаються, являють собою послідовності подій, які відбуваються у телекомунікаційних мережах (ТМ) і класифікуються з точки зору стаціонарності, ординарності та післядії. Ці моделі потоків випадкових подій прийняті в якості об'єктів однорідної множини альтернатив, яка задовольняє постановці задачі вибору. Таким чином, задачу вибору зведено до того, щоб серед заданої множини прийнятних рішень, тобто потоків випадкових подій, обрати варіант, який має кращі значення з точки зору прийнятої критеріальної постановки.

Критеріальна постановка, яка задає формальні правила вибору альтернативних варіантів, є принципом оптимальності. Відповідно, оптимальний варіант визначається шляхом перевірки усіх можливих альтернатив на відповідність до принципу оптимальності. При цьому мається на увазі отримання ефективного рішення, проте зауважимо, що ефективність – це суб'єктивне поняття.

Формалізуємо вихідну множину варіантів за показниками якості кожного з них. Для цього виразимо показники якості у вигляді відповідності (+) або невідповідності (–) альтернативи до уявлень про потік згідно прийнятої [3,4] класифікації потоків. У деяких випадках, для наочності, явно вкажемо характер властивостей потоків, доповнивши формалізоване представлення показника якості описом його характеру. Формальне представлення множини альтернатив, для яких вирішується задача вибору, приведено в табл. 1.

ТАБЛИЦЯ 1. Формальне представлення потоків випадкових подій – множини альтернатив задачі вибору

Модель потоку подій	Властивості потоку випадкових подій		
	Стаціонарність	Ординарність	Післядія
1	2	3	4
Найпростіший (пуасонівський)	+	+	–
Нестаціонарний пуасонівський	– Ймовірність настання події залежить і від проміжку і від початкового моменту	+	–
Неординарний пуасонівський	+	–	–
Симетричний	– Параметр потоку залежить від моменту часу	+	Проста. Параметр потоку залежить лише від числа подій, що обслуговуються в цей момент

Закінчення табл. 1

1	2	3	4
Примітивний	– Параметр потоку залежить від моменту часу	+	Проста. Параметр потоку прямо пропорційний числу вільних в даний момент джерел
З повторними подіями	– Параметр потоку залежить від моменту часу	+	Проста. Параметр потоку повторних подій залежить від стану комутаційної системи
Пальма	+	+	Обмежена. Проміжки між подіями незалежні, їх розподіл задається
Ерланга	+	+	Обмежена. Проміжки між подіями незалежні та розподілені за одним законом

Як особа, що приймає рішення (ОПР), вважаємо, що ймовірність настання подій у КТМ залежить не лише від довжини проміжку часу, що розглядається, але й від його розташування на вісі часу. Це значить, що закон розподілу числа подій у потоці КТМ не задовольняє припущенню про стаціонарність потоку.

Ординарність потоку не вбачається як важливий критерій, так як практична неможливість настання двох й більше подій у момент часу, що розглядається, з нашої точки зору легко досягається дискретизацією часової вісі на малі та нескінченно малі часові інтервали. Відповідно, потік КТМ може, як задовольняти, так і не задовольняти припущенню про його ординарність.

Післядія потоку є найбільш важливим критерієм, оскільки, взявши за основу аналіз стану питання в сфері сучасних ТМ й потоків у них, можна припустити, що ймовірність настання подій за проміжок часу, що розглядається, залежить від процесу виникнення подій до початку проміжку, який розглядається, причому, ця залежність є довготривалою. Відповідно, потік КТМ є потоком з післядією.

Таким чином, формальне представлення ідеального потоку, яке є правилом, що вирішує сформульовану задачу вибору, має наступний вигляд (– , +/– , +).

Усі необхідні умови з точки зору задачі вибору, яка вирішується, сформульовані в класифікаційних уявленнях про потік, що послужили основою визначення показників якості альтернатив й на основі яких далі було сформульовано критерій переваги за показниками якості. Тому немає необхідності додатково включати до сформульованого правила, що вирішує, вимоги за припустимістю та обмеженнями.

Для зручності вибору оптимальної альтернативи шляхом визначення відповідності варіантів формальному правилу вибору приберемо з формального представлення множини альтернатив описи характеру показників якості варіантів (див. табл. 2). Визначено, що необхідним є вирішення задачі вибору за сукупністю сформульованих показників якості. Таке рішення призводить до формування векторних або скалярних критеріїв.

Скалярні критерії (умовний L-критерій, D-критерій з поступками, інтегральний (узагальнений) критерій) є привабливими, зважаючи на те, що вони принципіально можуть призвести до єдиного рішення, проте їх застосування в рамках задачі вибору, що вирішується, не вбачається можливим. По-перше, скалярні критеріальні постановки вимагають залучення додаткової інформації та, відповідно, введення певних додаткових умов, що є ні можливим, ні доцільним, як вищезазначено. По-друге, скалярні критеріальні постановки вимагають досить великої кількості показників якості, чого немає в сформульованій задачі вибору. По-третє, скалярні критеріальні постановки вимагають істотної скаляризації задачі, що вирішується, що є неможливим, оскільки подальші маніпуляції, у порівнянні з проведеною формалізацією, призведуть до втрати відомостей про якісну сторону показників варіантів, що зробить вирішення задачі вибору ОПР неможливим.

Векторні критерії (критерій Слейтера та Парето) дозволяють лише відкинути свідомо гірші альтернативи й, таким чином, виявити не гірші, які є ефективними згідно до певної векторної критеріальної постановки. В силу того, що у векторних критеріях на показники якості варіантів не накладаються ніякі умови й, таким чином, показники якості ортогональні, векторні критерії є об’єктивними. Застосуємо такий об’єктивний безумовний векторний критерій в рамках сформульованої задачі вибору. У відповідності з принципом оптимальності за Парето (P-критерієм) для мінімізації вихідної множини альтернатив приймається, що один варіант домінує за Парето, якщо його показники якості більше або дорівнюють показникам другого, причому, хоч би для одного із показників така нерівність є строгою.

Є побоювання, що вихідна множина є настільки однорідною, що при бінарному порівнянні альтернатив за критерієм Парето не вдасться виявити ефективні варіанти, для яких значення, принаймні, одного показника якості строго більше інших при рівних значеннях інших компонент. Тому використаємо іншу безумовну критеріальну постановку – критерій Слейтера (S-критерій), при використанні якого, на відміну від P-постановки, при бінарному порівнянні альтернатив оптимальні варіанти не обов’язково мають строго домінувати хоча б за одним показником якості. Не дивлячись на те, що, таким чином, S-постановка є більш слабкою, аніж P-постановка, оскільки призводить до включення в число оптимальних рішень й власне граничних областей, доцільним здається вирішення задачі вибору згідно принципу оптимальності за Слейтером.

Упорядкуємо за S-критерієм вихідну множину альтернатив, яка наведена в табл. 2.

ТАБЛИЦЯ 2. Формальне представлення потоків випадкових подій – вихідна множина альтернатив задачі вибору

Модель потоку подій	Властивості потоку випадкових подій		
	Стаціонарність	Ординарність	Післядія
Найпростіший (пуасонівський)	+	+	–
Нестаціонарний пуасонівський	–	+	–
Неординарний пуасонівський	+	–	–
Симетричний	–	+	+
Примітивний	–	+	+
З повторними подіями	–	+	+
Пальма	+	+	+
Ерланга	+	+	+

Стаціонарні, ординарні потоки Ерланга та Пальма з післядією, згідно сформульованого правила, що вирішує, є рівними за Слейтером. Вони утворюють групу потоків з обмеженою післядією. Також рівними за Слейтером є нестаціонарні, ординарні симетричний, примітивний та з повторними подіями потоки з післядією. Вони створюють групу потоків із простою післядією. За такими показниками якості, як ординарність та післядія, згідно ординарному (або неординарному, що не має значення) ідеальному потоку з післядією, групи потоків з простою та обмеженою післядією рівні. Проте ідеальний потік є нестаціонарним, тому саме група потоків з простою післядією є оптимальною за Слейтером у порівнянні з групою потоків з обмеженою післядією.

Згідно правилу, що вирішує, стаціонарний, ординарний, найпростіший потік без післядії дорівнює стаціонарному, неординарному потоку без післядії. Обидва ці потоки входять до групи пуасонівських потоків й в силу того, що ідеальний потік нестаціонарний, є не оптимальними за Слейтером у порівнянні з іще одним потоком цієї групи – нестаціонарним, ординарним потоком без післядії.

Так як нестаціонарний пуасонівський потік не відповідає уявленню про післядію потоку, а група потоків (Ерланга та Пальма) з обмеженою післядією відкинута раніше, на вихідній множині альтернатив оптимальною за Слейтером є група потоків (симетричний, примітивний та потік з повторними подіями) з простою післядією.

Висновок. Таким чином, об’єктивно упорядкувавши вихідну множину альтернатив – математичних моделей потоків випадкових подій, отримано множинне ефективне рішення – група потоків з простою післядією. Вирішення множинності шляхом залучення додаткової інформації з метою використання більш сильних критеріальних постановок можливим не здається, рівно як й якенебудь ранжування чи введення та розстановка вагових коефіцієнтів здаються не більш ніж умоглядними.

1. *Соломицкий М.Ю.* Возможный подход к разработке модели трафика конвергентной телекоммуникационной сети // Applicable Information Models. – Sofia: ITHEA, 2011. – N 22. – P. 189 – 199.
2. *Гайворонская Г.С., Соломицкий М.Ю.* Анализ возможности использования математического аппарата теории телетрафика для описания взаимодействия конвергентной телекоммуникационной сети с внешней средой // Холодильна техніка і технологія. – Одеса: ОДАХ, 2011. – № 2 (103). – С. 61 – 67.
3. *Лившиц Б.С., Пшеничников А.П., Харкевич А.Д.* Теория телетрафика. – М.: Связь, 1979. – 224 с.
4. *Элдин А., Линд Г.* Основы теории телетрафика. – М.: Связь, 1972. – 200 с.
5. *Гайворонская Г.С.* Оптимальный синтез информационных сетей: Пособие для магистров. – Одесса: ОГАХ, 2011. – 94 с.

Одержано 17.09.2012