

УДК 004.896:004.451.25

Мельник Ю. В. Державний університет телекомунікацій, Київ

### МОДЕЛІ КЕРУВАННЯ МЕРЕЖЕВИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ У ВІДПОВІДНОСТІ ДО ІДЕОЛОГІЇ TMN

*В статті визначені моделі керування активними і пасивними мережевими елементами у відповідності до ідеології TMN та вказані їх відмінності. Розглянуті порядки обслуговування елементів в полігровій системі. Досліджені дисципліни обслуговування черги заявок та визначений середній час очікування в кожній з черг. Визначений порядок здійснення керування станами мережевого елемента телекомунікаційної мережі в умовах неповної інформації.*

**Ключові слова:** мережевий елемент, пристрій керування, полігрова система, дисципліна обслуговування.

Melnyk Yu. V. State University of Telecommunications, Kyiv

### MODELS OF MANAGEMENT OF NETWORK ELEMENTS IN ACCORDANCE WITH THE TMN IDEOLOGY

*The article defines the models of control of elements of the active and passive network in accordance with the ideology of TMN. The presented models differ in the absence of the operator of the control algorithms and the set of the most acceptable targets inherent in the active element in the control system. It is shown that the control algorithms may vary depending on the set of elements of the network. Namely, control of only passive, only active and combined subset of elements. Managing and monitoring a manager in a polygon model for monitoring and managing network elements with each network element takes place in the form of an ordered survey. This system is a kind of queuing system with several queues and with one or more common servicing devices. The order of maintenance of elements in the survey system is considered. The queue polls are conventionally divided into static and dynamic ones. The most interesting and practical point of view is the dynamic order of service queue. The disciplines of service of queue of applications are studied and the average waiting time in each queue is determined. The order of control of the state of the network element of the telecommunication network in the conditions of incomplete information is determined. this control procedure begins with the manager's discovery of the fact that the network element is interrupted, the test requests are performed on it, the calculation of the state of the forward and backward transport channels, the calculation of the most possible microsystem of the network element and the routing of control commands depending on the received values. Attention is drawn to the fact that the transmission channel models receiving control-diagnostic information about the state of the network elements have not yet been studied.*

**Key words:** network element, control device, poling system, discipline of service.

Мельник Ю. В. Государственный университет телекоммуникаций, Киев

### МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ СЕТЕВЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ В СООТВЕТСТВИИ С ИДЕОЛОГИЕЙ TMN

*В статье определены модели управления активными и пассивными сетевыми элементами в соответствии с идеологией TMN и указаны их отличия. Рассмотрены порядки обслуживания элементов в полигровой системе. Исследованы дисциплины обслуживания очереди заявок и определено среднее время ожидания в каждой из очередей. Определен порядок осуществления управления состояниями сетевого элемента телекоммуникационной сети в условиях неполной информации.*

**Ключевые слова:** сетевой элемент, устройство управления, полигровая система, дисциплина обслуживания.

© Мельник Ю. В., 2018

**Вступ.** Від якісного функціонування мережевих елементів (Network Element)  $NE$  істотно залежить і функціонування всієї мережі зв'язку в цілому. Тому метою керування мережевим елементом є підтримка його стану в заданому фазовому просторі засобами контролю і діагностики (моніторингу), яке досягається своєчасною доставкою контролюючої інформації до пристрою керування (ПК) і керуючої інформації до об'єкту управління.

**Основна частина**

Мережеві елементи  $NE$  за своєю структурою і призначенням в телекомунікаційній мережі неоднорідні. Як об'єкти управління їх можна класифікувати як пасивні і активні.

До пасивних  $NE$  можна віднести обладнання, яке є відносно нескладним, і яке не має самоорганізуючих властивостей. У таких  $NE$  не проявляється ініціатива до самовідновлення і зміни структури з метою виконання своїх безпосередніх завдань. Наприклад, мультиплексори, приймально-передавальні пристрої, регенератори, крос-комутатори, хоча в цих пристроях і реалізовані вбудовані системи контролю і діагностики.

До активних  $NE$  можна віднести: вузли комутації, Switch-комутатори, маршрутизатори, деякі мережеві шлюзи, бази даних. Наведені мережеві елементи  $NE$  мають вже деякий технічний інтелект.

У відповідності з ідеологією TMN моделі керування пасивних і активних  $NE$  будуть відрізнятися [1, 2]. Модель управління пасивним елементом буде відрізнятися від моделі управління активним мережним елементом, що наведена на рис. 1, відсутністю оператору алгоритмів керування  $\varphi_A(\cdot, \cdot)$  і множини найбільш прийнятних цілей  $Z_A^* \subset \mathfrak{R} = \{z\}$ , властивих активному  $NE$  в системі керування. Це власне і визначає відносну самостійність активних  $NE$ , тобто здатність визначати свій фазовий стан самостійно в залежності від дестабілізуючих факторів в межах "дозволеного".

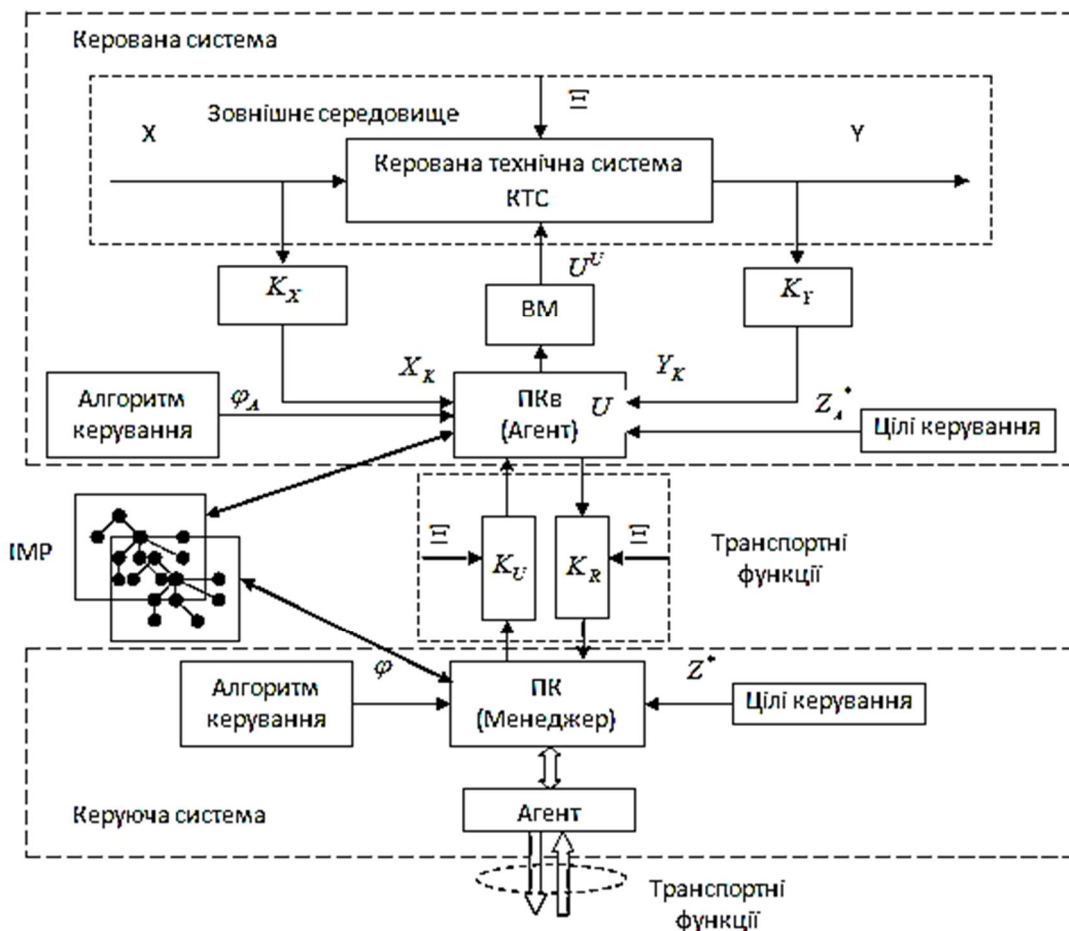


Рис. 1. Модель керування активним мережним елементом

Позначення на рис.1: IMP – інформаційна модель ресурсу або інформаційна база управління моделі; ПК – пристрій керування; ПКв – пристрій керування (ведений); VM – виконавчий механізм або перетворювач сигналів управління;  $K_X, K_Y$  – перетворюючі пристрої сигналів параметрів;  $K_U, K_R$  – канали керування і реакції відповідно.

В сучасних мультисервісних телекомунікаційних мережах множина мережевих елементів  $NE$  неоднорідна. При цьому вищий за рівнем ієрархії TMN менеджер (або ПК) керує певною підмножиною  $NE$ .

Модель такого управління приведена на рис. 2 [1]. У цій моделі підмножини  $NE$  мають різний характер, тоді виконання алгоритмів керування може бути наступним:

1. Алгоритм керування тільки пасивної підмножини  $NE$ .
2. Алгоритм керування тільки активної підмножини  $NE$ .
3. Алгоритм управління комбінованої підмножини.

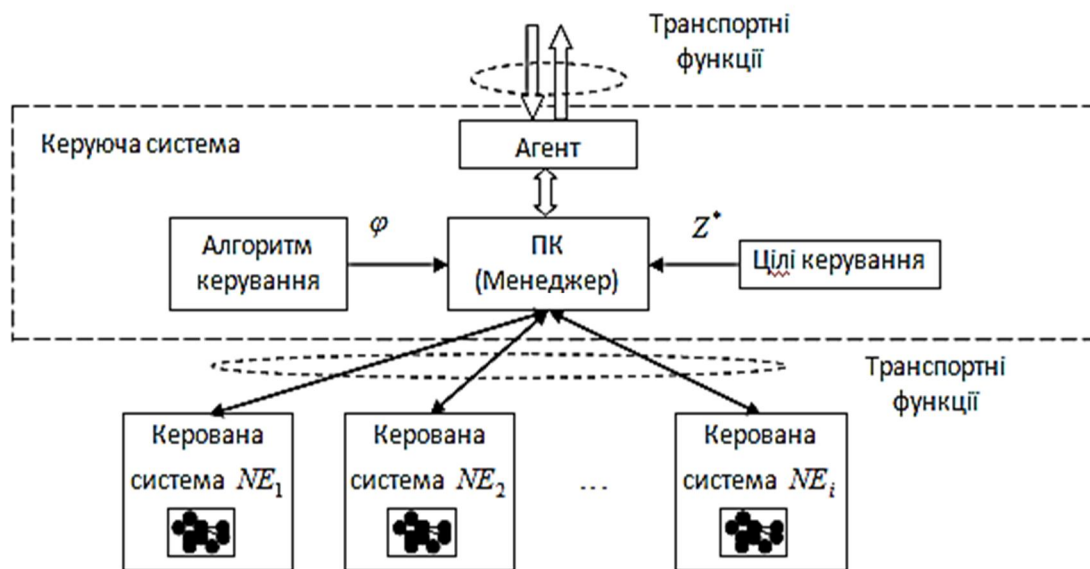


Рис. 2. Полінгова модель моніторингу і керування мережевими елементами

Управління та моніторинг менеджера в моделі (рис. 2) з кожним елементом  $NE$  відбувається в формі певного впорядкованого опитування, яке називається полінговою системою (ПС) [3]. Дана система вважається різновидом СМО з кількома чергами і з одним загальним обслуговуючим пристроєм (сервером, тут в якості нього – менеджер) або декількома пристроями.

Дискретні системи полінгу характеризуються числом черг, числом місць для очікування, числом менеджерів (ПК), процесами надходження і обслуговування заявок, швидкістю перемикання серверу між чергами, порядком і дисципліною обслуговування черг і, можливо, іншими параметрами або конфігурацією системи. Припускаємо, що черги пронумеровані від 1 до  $N$ , де  $N$  – число черг в системі ( $N > 2$ ). Чергу з номером  $i$  будемо позначати через  $Q_i$ .

Порядком опитування черг називається правило, слідуючи якому, ПК вибирає наступну чергу для обслуговування.

Серед видів порядку обслуговування виділяють [4]:

1. **Циклічний порядок:** ПК відвідує черги в порядку  $Q_1, Q_2, \dots, Q_N, Q_1, Q_2, \dots, Q_N, \dots$  – такі системи полінгу називають циклічними.

2. *Періодичний порядок*: задається так звана таблиця полігугу  $(T(1), T(2), \dots, T(M))$  довжини  $M$ ,  $M \geq N$ ,  $T\{i\} \in \{1, \dots, N\}$ ,  $i = 1, \dots, M$ . ПК відвідує черги в порядку  $Q_{T(1)}, Q_{T(2)}, \dots, Q_{T(M)}, Q_{T(1)}, Q_{T(2)}, \dots, Q_{T(M)}, \dots$ . При цьому передбачається, що таблиця полігугу містить номери всіх черг системи. Окремими випадками періодичного порядку обходу черг є обхід типу «зірка», і елеваторний порядок обходу черг, при якому черги обслуговуються від першої до останньої, а потім від останньої черги до першої.

3. *Випадковий порядок*, при якому з ймовірністю  $p_i$ ,  $i = 1, \dots, N$  на обслуговування вибирається черга  $Q_i$ ,  $\sum p_i = 1$ . Можливий також і інший варіант вибору черги: з ймовірністю  $p_{ij}$ ,  $i, j = 1, \dots, N$ , після відвідування черги  $Q_i$  сервер перемикається до  $Q_j$ ,  $\sum_{j=1}^N p_{ij} = 1$ ,  $i = 1, \dots, N$ .

4. *Пріоритетний порядок*, при якому система має черги різних пріоритетів і будь-яка черга може бути обслугована, якщо більш пріоритетні черги не містять заявок.

Порядки опитування черг умовно поділяють на статичні та динамічні. При статичному порядку правило вибору черг на обслуговування не змінюється в ході роботи системи.

Динамічний порядок передбачає вибір черги на обслуговування в певні моменти прийняття рішень на основі повної або часткової інформації про стан системи (наприклад, обслуговування черг в циклі в порядку убування їх довжин).

Дисципліною обслуговування черги будемо називати число заявок, яке обслуговує ПК за одне відвідування черги. В середині черги заявки обслуговуються в порядку, визначеному дисципліною обслуговування заявок (наприклад, заявки обслуговуються в порядку надходження в чергу).

Серед дисциплін обслуговування черги, припустимо, що це черга  $Q_i$  будемо виділяти:

1. *Вичерпну дисципліну*, при якій ПК обслуговує заявки до тих пір, поки черга не спорожніє.

2. *Шлюзову дисципліну*, при якій ПК обслуговує лише ті заявки, які перебували в черзі в момент опитування (момент завершення підключення до неї серверу). Заявки, що надійшли в чергу після моменту опитування, обслуговуються в наступному циклі. Якщо ПК обслуговує тільки ті заявки, які перебували в черзі на момент початку циклу (момент опитування першої черги), то говорять про глобально-шлюзову дисципліну.

3.  *$l_i$ -обмежену дисципліну*, при якій число заявок, яке може обслужити ПК, обмежено числом  $l_i$ ,  $l_i > 1$ . Серед обмежених дисциплін розрізняють вичерпні і шлюзові дисципліни. При обмеженій вичерпній дисципліні сервер обслуговує чергу до тих пір, поки не відбудеться одна з двох подій: або будуть обслужені  $l$  заявок, або черга спорожніє.

Обмежена шлюзова дисципліна передбачає обслуговування до тих пір, поки або будуть обслужені  $l$  заявок, або будуть обслужені всі заявки, які перебували в черзі в момент її опитування. Окремий випадок  $l_i = 1$  іноді називають невичерпним обслуговуванням.

4.  *$l_i$ -зменшуючу дисципліну*, при якій ПК обслуговує заявки в черзі до тих пір, поки її довжина не стане на  $l_i$  менше, ніж була в момент підключення серверу, або поки черга не спорожніє,  $l_i \geq 1$ . При  $l_i = 1$  цю дисципліну також називають напіввичерпною.

5.  *$T$ -обмежену дисципліну*, при якій час перебування ПК у черзі обмежений. Ця дисципліна також може бути шлюзовою або вичерпною.

6. *Порогову дисципліну*, при якій ПК обслуговує чергу, якщо число заявок в ній не менше заданої величини (порогу).

7. *Випадкову дисципліну*, при якій число заявок, яке може обслужити ПК, визначається значенням випадкової величини  $\xi_i$  має закон розподілу  $\{a_j^i, j \geq 1\}$ . Закон розподілу може змінюватися при кожному відвідуванні черги. Значення випадкової величини  $\xi_i$  розігрується при кожному опитуванні черги. Деякі випадкові дисципліни поділяються наступним чином:

а) біноміальна дисципліна, при якій випадкова величина  $\xi_i$  має біноміальний розподіл з параметрами  $X_i$  і  $p_i$ , де  $X_i$  – число заявок в черзі  $Q_i$  в момент опитування,  $p_i$  - деяке число,  $0 < p_i < 1$ . Для даної дисципліни  $a_j^i = C_{X_i}^i p_i^j (1 - p_i)^{X_i - j}$ ,  $j = \overline{1, X_i}$ ,  $a_j^i = 0$ , для  $j > X_i$ ;

б) дисципліна Бернуллі, при якій перша заявка в черзі  $Q_i$  обслуговується з ймовірністю 1, а кожна наступна - з заданою ймовірністю  $p_i$ . З ймовірністю  $1 - p_i$  ПК залишає чергу. Для даної дисципліни  $a_j^i = p_i^{j-1}$ ,  $j \geq 1$

Порядок обходу черг і дисципліни їх обслуговування становлять політику обслуговування в системі полігуну – це правило вибору наступної заявки в системі на обслуговування.

Якщо процеси, що характеризують черги системи (процеси надходження і обслуговування заявок, процеси, що визначають тривалості перемикання ПК між чергами, і, можливо, інші процеси) відповідно є стохастично еквівалентними для всіх черг, то система буде симетричною, або однорідною системою. В іншому випадку система буде несиметричною, або неоднорідною.

Якщо ПК не витрачає час на перемикання між чергами, то можна казати про систему з миттєвим перемиканням ПК між чергами, в іншому випадку – про систему з не миттєвим перемиканням ПК.

За відсутності іншої домовленості, вважаємо, що система полігуну є несиметричною, число її черг кінцеві, черги мають необмежену кількість місць для очікування, перемикання ПК між чергами не миттєво. Якщо в черзі немає заявок, то ПК відразу ж її покидає. Передбачається також, що всередині черги заявки обслуговуються в порядку надходження.

Метою більшості досліджень систем полігуну є знаходження середнього часу очікування в кожній з черг системи. Однак не завжди вдається отримати явні формули для обчислення цих характеристик, тому велика увага приділяється знаходженню наближених формул [4], а також уточнення вже отриманих наближених значень. Часто завдання знаходження середніх часів очікування зводиться до знаходження зваженої суми цих характеристик. Під зваженою сумою середніх часів очікування розуміється вираз

$$\sum_{i=1}^N \rho_i M[T_{w_i}]$$

де  $T_{w_i}$  – випадкова величина що характеризує очікування в черзі  $Q_i$ ;

$M[T_{w_i}]$  – математичне очікування;

$\rho_i = (\lambda_i \cdot t_{s_i})$  – завантаження черги;

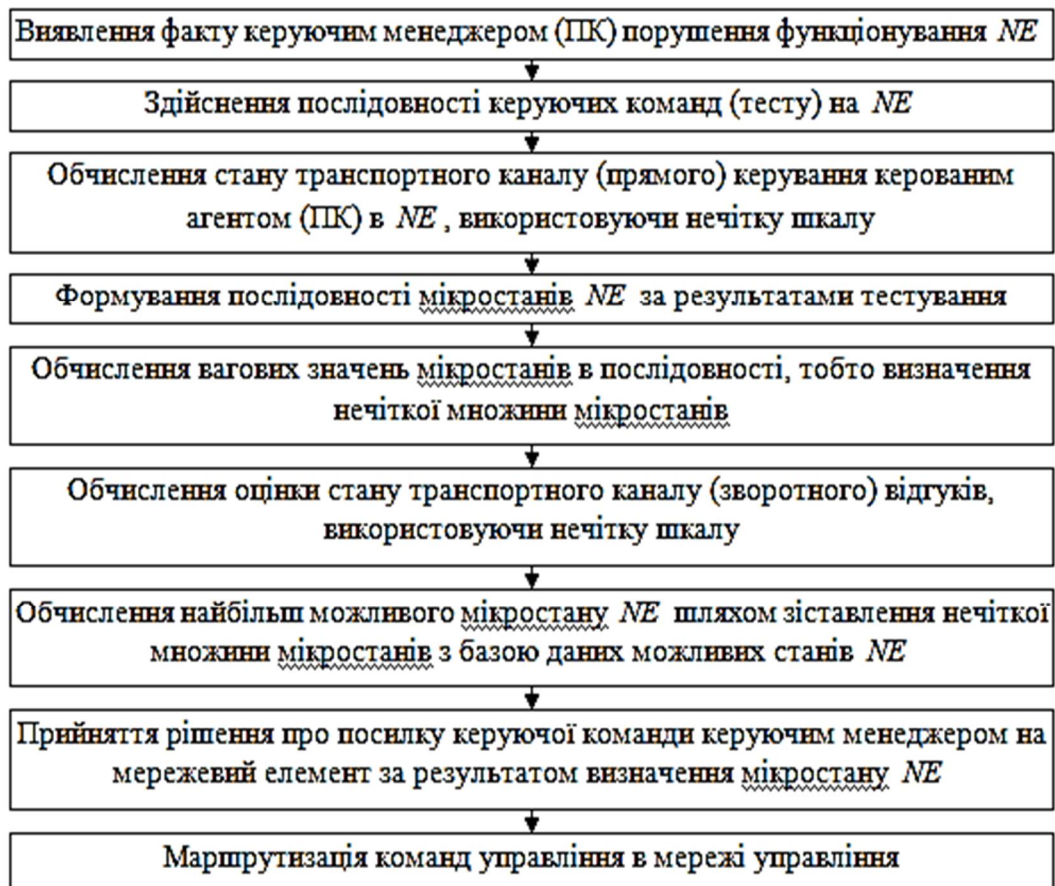
$\lambda_i$  – інтенсивність потоку заявок;

$t_{s_i}$  – середній час обслуговування заявок в черзі  $Q_i$ ,  $i = 1, \dots, N$ .

Зважена сума середніх часів очікування представляє собою середню кількість роботи в системі в довільний момент часу. Під кількістю роботи в певний момент часу розуміється час, який витратить ПК на обслуговування заявок, що знаходяться в системі в цей момент.

Відповідно до викладеного, керування станами мережевого елемента телекомунікаційної мережі в умовах неповної інформації буде полягати в діях, визначених в таблиці 1.

Таблиця 1



Як видно з інформаційної архітектури TMN, та наведених схем, всі вони містять в собі ланцюжки транспортних функцій, які є елементами транспортної мережі передачі даних TMN. Транспортна мережа складається з каналів і трактів, якісне функціонування яких істотно визначає надійність доставки послуг зв'язку по мережі передачі даних до споживача.

Математичні моделі каналів деяких таких мереж досить добре вивчені [5-7] з точки зору доставки послуг зв'язку до споживача, де допускається висока надмірність інформації. Однак для каналів зв'язку передавання прийому контрольно-діагностичної інформації про стан мережевих елементів *NE* такі моделі мало вивчені.

Тому розробка і дослідження моделей каналів зв'язку з використанням апарату теорії нечітких множин та їх вплив на процеси прийняття рішення про стан мережевих елементів *NE* становлять інтерес.

### Висновки

Визначені моделі керування мережевими елементами у відповідності до ідеології TMN. Запропоновані порядки обслуговування елементів в полігровій системі та спосіб здійснення керування станами мережевого елемента телекомунікаційної мережі в умовах неповної інформації.

Досліджені дисципліни обслуговування черги заявок та визначений середній час очікування в кожній з черг.

Моделі керування мережевими елементами, в залежності від їх інтелектуальності, необхідні для пошуку оптимального алгоритму визначення стану об'єкту управління в умовах неповної, нечіткої інформації про стан мережі зв'язку.

**Список використаної літератури**

1. Бычков Е. Д. Администрирование и управление в телекоммуникационных сетях: Ч. 1 / Е. Д. Бычков. – Омск: Омский государственный университет путей сообщения, 2014. – 78 с.
2. Мельник Ю. В. Людина-оператор в структурі управління TMN мережі / Ю. В. Мельник, Е. В. Гаврилко // Зв'язок. – 2017. – №6(130). – С. 15-21.
3. Фосс С. Г. Теоремы сравнения и эргодические свойства систем поллинга / С. Г. Фосс, Н. И. Чернова // Проблемы передачи информации. – 1996. – Том 32. – Выпуск 4. – С. 46-72.
4. Вишнеvский В. М. Системы поллинга: теория и применение в широкополосных беспроводных сетях // В. М. Вишнеvский, О. В. Семенова. – Москва: Техносфера, 2007. – 312 с.
5. Зайдлер Е. Системы передачи дискретной информации / Е. Зайдлер. – Москва: Связь, 1977. – 512 с.
6. Прокис Дж. Цифровая связь / Дж. Прокис; под ред. Д. Д. Кловского. – Москва: Радио и связь, 2000. – 800 с.
7. Скляр Бернад. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение / Бернад Скляр. – Москва: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1104 с.

**References**

1. Bychkov E. D. "Administration and management in telecommunication networks: Part 1." *Omsk state university of the road* (2014): 78.
2. Melnyk Yu. V., Havrylko Ye. V. "Man-operator in TMN network management structure." *Zviyazok* 6(130). (2017): 15-21.
3. Foss S. G., Chernova N. I. "Comparative theorems and ergodic properties of pooling systems." *Problems of information transmission* 32(4) (1996): 46-72.
4. Vishnevsky V. M., Semenova O. V. "Pling systems: theory and application in broadband wireless networks." *Moskva: Technosfera* (2007): 312.
5. Saidler E. "Systems for the transmission of discrete information." *Moskva: Svyaz* (1977): 512.
6. Prokis J. "Digital communication." *Moskva: Radio i Svyaz* (2000): 800.
7. Sklyar Bernard. "Digital connection theoretical foundations and practical applications." *Moskva: Williams Publishing House* (2003): 1104.

**Автор статті**

**Мельник Юрій Віталійович** – кандидат технічних наук, старший дослідник, завідувач кафедри телекомунікаційних технологій, Державний університет телекомунікацій, Київ. Тел +380 (99) 376 46 94. E-mail: melnik\_yur@ukr.net.

**Author of the article**

**Melnyk Yurii Vitaliiovich** – candidate of sciences (technical), senior researcher, head of the telecommunication technologies department, State University of Telecommunications, Kyiv. Tel +380 (99) 376 46 94. E-mail: melnik\_yur@ukr.net.

Дата надходження  
в редакцію: 15.11.2017 р.

Рецензент:  
доктор технічних наук, професор В. Ф. Заїка  
Державний університет телекомунікацій, Київ