



Digitally signed by  
Technical Scientific  
Library, TUM  
Reason: I attest to the  
accuracy and integrity of  
this document

**UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI**

**Facultatea Calculatoare, Informatică  
și Microelectronică  
Departamentul Ingineria Software și Automatică**

**Ion Bolun**

**SISTEME  
DE EXECUȚIE A LUCRĂRILOR:  
analiză și sinteză**



**2026**

**CZU 004.4:519.6**

**B 66**

Monografia a fost discutată și aprobată pentru editare la ședința Senatului UTM, proces-verbal nr. 12 din 31.03.2026.

În practica de execuție a unor lucrări există situații multiple. Este importantă eficientizarea unor asemenea activități. Pe cât de multe sunt situațiile, pe atât de diverse sunt aspectele de modelare, analiză și sinteză a sistemelor de execuție a lucrărilor. Unele asemenea aspecte sunt examinate în această monografie din două volume.

Primul volum include aspecte de inițiere și modelare a unor sisteme cu așteptare și de planificare a execuției lucrărilor. În al doilea volum sunt abordate aspecte de analiză și sinteză a unor sisteme cu așteptare și de aplicare a rezultatelor teoriei așteptării și de planificare a execuției lucrărilor la analiza performanțelor și sinteza componentelor de bază și a rețelelor de calculatoare în ansamblu.

Lucrarea poate fi utilă cercetătorilor și practicienilor interesați de modelarea, analiza, sinteza și valorificarea resurselor sistemelor de execuție a lucrărilor, dar și studenților care au tangență cu acest domeniu, inclusiv rețelele de calculatoare.

Recezenți: prof. univ., dr.hab. Ilie Costăș  
prof. univ., dr.hab. Emilian Guțuleac

**DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII DIN RM**

**Bolun, Ion.**

Sisteme de execuție a lucrărilor: analiză și sinteză / Ion Bolun; Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică, Departamentul Ingineria Software și Automatică.

– Chișinău: Tehnica-UTM, 2026. – 531 p.: fig., tab.

Ref. bibliogr.: p. 493-514. – În red. aut. – 50 ex.

ISBN 978-9975-64-661-1.

Text: nemediat.

004.4:519.6

B 66

Toate drepturile rezervate autorului

© Ion Bolun, © UTM

**ISBN 978-9975-64-661-1**

© Marin Bolun: coperta All rights reserved

## Prefață

Bunurile și serviciile, de care beneficiem zilnic, sunt produsul execuției unor lucrări. Eficientizarea execuției lucrărilor duce la obținerea rezultatelor scontate cu mai puține eforturi (temporale, financiare, materiale etc.). Din multitudinea de situații-problemă cu execuția de lucrări, în monografie se examinează cele care la modelare este oportun de reprezentat prin sisteme cu planificarea lucrărilor sau sisteme cu așteptare. De exemplu: un magazin, o parcare auto, un aeroport, un sistem de calcul.

Lucrarea este structurată în două volume. Primul volum, Modele și planificări, în cele 13 capitole (Capitolele 1-13), cuprinde aspecte introductive, inclusiv conturarea domeniului de cercetare, modelarea analitică a unor sisteme cu așteptare și unele soluții privind problema  $M \times n$  Bellman-Johnson de execuție a lucrărilor.

În volumul de față, se examinează aspecte de analiză și sinteză a unor sisteme cu așteptare și sisteme de calcul, inclusiv rețele de calculatoare, cu aplicarea unor rezultate descrise în Volumul 1. Cele patru capitole ale acestuia (Capitolele 14-17) sunt ilustrate cu 96 figuri și conțin formulări a 80 de probleme de analiză sau sinteză și 39 de algoritmi de soluționare a acestora.

Un *model analitic* constă din relațiile matematice dintre caracteristicile de bază ale obiectului, procesului sau fenomenului (în continuare obiectul) examinat. În baza modelului poate fi efectuată *analiza caracteristicilor* (determinarea valorilor acestora) și, respectiv, a comportamentului obiectului în diferite situații.

*Planificarea execuției unor lucrări* presupune determinarea a ordinii și a perioadei/perioadelor în timp (posibil pe etape, operațiuni) de execuție a acestora în funcție de scopul urmărit. În sfârșit, *sinteza unui obiect* ține de determinarea valorilor necesare ale caracteristicilor acestuia care ar asigura atingerea scopului urmărit în condițiile date.

Astfel, în *primul capitol* sunt descrise noțiunile și conceptele de bază privind sistemele de execuție a lucrărilor, inclusiv este dată o clasificare restrânsă a acestora. Al *doilea capitol* este unul introductiv în sistemele cu planificarea (programări, orare) lucrărilor. Orientat spre inițierea în sistemele cu așteptare este *Capitolul 3*. În *Capitolul 4* este formulată

problema și sunt descriși diverși algoritmi sau metode de sortare. *Capitolele 5-9* cuprind rezultatele unor cercetări ce țin de problema  $M \times n$  Bellman-Johnson de execuție a lucrărilor atelierelor-flux, inclusiv diverse cazuri particulare ale acesteia. Unele abordări, folosite la cercetarea sistemelor cu așteptare, sunt descrise în *Capitolul 10*. Mai multe rezultate pentru analiza sistemele cu așteptare sunt examinate în *Capitolele 11* (stații non-markoviene), *12* (stații markoviene) și *13* (aspecte fundamentale privind rețelele cu așteptare).

*Capitolul 14* cuprinde aspecte selective de sinteză a unor sisteme cu așteptare cum ar fi: fluxurile decisive (predominante, de saturație) în sistemele cu așteptare, sinteza stațiilor monoservor cu fluxuri de solicitări eterogene, sinteza rețelelor cu așteptare hibride (închise-deschise) din stații în inel și a rețelelor cu așteptare hibride din stații în tandem.

Dacă în *Capitolele 4* și *10-14* se examinează diverse sisteme cu așteptare, atunci în *Capitolele 15-17* sunt abordate aspecte de aplicare a rezultatelor teoriei așteptării și planificării execuției lucrărilor în cercetarea sistemelor de calcul, inclusiv a rețelelor de calculatoare. Astfel, în *Capitolul 15* sunt descrise mai multe cazuri de analiză și sinteză a unor sisteme de calcul, inclusiv calculatoare cu flux eterogen de solicitări, calculatoare în tandem cu flux eterogen de solicitări, sisteme de calcul cu flux omogen de solicitări și sisteme monoprogram cu flux eterogen de solicitări.

*Capitolul 16* cuprinde așa aspecte de analiză și sinteză a rețelelor locale de calculatoare (LAN - *Local Area Network*, eng.) ca: configurarea seturilor de servere ale LAN, distribuirea fluxurilor de solicitări între servere, distribuirea memoriei disc pentru utilizatori la servere și unele efecte ale segmentării rețelelor locale de tehnologie Ethernet.

Aspecte de analiză și sinteză a rețelelor de calculatoare de arie largă, preponderent regionale, sunt abordate în *Capitolul 17*, inclusiv: amplasarea stațiilor-servere; capacitatea necesară a canalelor, ruterelor și a stațiilor-servere; gestionarea folosirii resurselor și, în sfârșit, macrosinteza rețelelor informatice regionale în ansamblu.

## CUPRINS

Prefață .....	3
14. SINTEZA UNOR SISTEME CU AȘTEPTARE .....	5
14.1. Fluxuri decisive în sistemele cu așteptare .....	5
14.1.1. Considerații preliminare .....	6
14.1.2. Aspecte și abordări ale problemei generale .....	8
14.1.3. Stații cu fluxurile de solicitări de rate excedentare .....	10
14.1.4. Stații cu fluxuri de intrare de rate nu obligatoriu excedentare .....	15
14.1.5. Cazuri particulare .....	19
14.2. Analiza și sinteza stațiilor cu așteptare $M_n/M_n/1/(N, \infty)$ .....	21
14.2.1. Analiza și sinteza stațiilor $M_2/M_2/1/(N, \infty)$ .....	21
14.2.2. Analiza și sinteza stațiilor $M_n/M_n/1/(N, \infty)$ la $\mu_i = \mu_2, i = 3, n$ .....	24
14.2.3. Analiza și sinteza stațiilor $M_n/M_n/1/(N, \infty)$ la rate diferite .....	27
14.3. Rețele cu așteptare mixte din stații în inel .....	29
14.4. Rețele cu așteptare mixte din stații în tandem .....	34
14.4.1. Rețea mixtă din stații monoservor în tandem .....	34
14.4.2. Rețea mixtă dintr-o stație monoservor și una multiservor .....	38
14.5. Concluzii .....	39
15. ANALIZA ȘI MACROSINTEZA UNOR SISTEME DE CALCUL ..	41
15.1. Aspecte generale .....	42
15.1.1. Componente și noțiuni de bază .....	43
15.1.2. Solicitățile utilizatorilor .....	46
15.1.3. Stații-utilizator în rețele .....	49
15.1.4. Stații-servere în rețele .....	50
15.1.5. Canale și trunchiuri de transfer date .....	58
15.1.6. Noduri de comunicație .....	59
15.1.7. Metode de cercetare .....	60
15.2. Calculatoare cu flux eterogen de solicitări .....	61
15.2.1. Macromodelarea calculatoarelor - fluxuri eterogene de solicitări .....	62
15.2.2. Macrosinteza calculatoarelor - două fluxuri de solicitări .....	68
15.3. Calculatoare în tandem și flux eterogen de solicitări .....	77
15.3.1. Cluster din două calculatoare în tandem .....	77
15.3.2. Clustere din $K$ calculatoare de bază și unul auxiliar în tandem .....	80
15.4. Calculator versus calculatoare în tandem .....	81
15.5. Sisteme de calcul cu flux omogen de solicitări .....	86
15.5.1. Sisteme de calcul monocalculator .....	86
15.5.2. Sisteme de calcul multiprocesor .....	92
15.5.3. Sisteme din calculatoare în tandem .....	99
15.6. Sisteme monoprogram cu flux eterogen de solicitări .....	108
15.7. Analiza și sinteza trunchiurilor de transfer date .....	109

15.7.1.	Analiza caracteristicilor canalelor de comunicație .....	111
15.7.2.	Trunchiuri din canale de transfer date de două tipuri .....	120
15.8.	Concluzii .....	126
16.	<b>ANALIZA ȘI MACROSINTEZĂ REȚELELOR LOCALE .....</b>	<b>130</b>
16.1.	Configurarea seturilor de servere ale rețelelor locale .....	130
16.1.1.	Considerații preliminare .....	130
16.1.2.	Modelul de funcționare a setului de servere.....	132
16.1.3.	Formularea matematică a problemei generale .....	137
16.1.4.	Considerații preliminare și aspecte particulare ale problemei.....	138
16.1.5.	Distribuirea fluxurilor de solicitări între servere de același tip.....	139
16.1.6.	Fluxuri decisive privind serverele.....	144
16.1.7.	Determinarea posibilităților setului dat de servere.....	146
16.1.8.	Forma redusă a problemei generale.....	148
16.1.9.	Configurarea seturilor omogene de servere.....	149
16.1.10.	Configurarea seturilor eterogene de servere.....	158
16.1.11.	Concluzii .....	170
16.2.	Distribuirea fluxurilor de solicitări în rețele locale .....	172
16.2.1.	Considerații preliminare și aspecte particulare ale problemei.....	173
16.2.2.	Flux omogen de solicitări și servire exponențială.....	177
16.2.3.	Flux omogen de solicitări și servire generală .....	181
16.2.4.	Flux de solicitări eterogen și servire exponențială.....	183
16.2.5.	Flux eterogen de solicitări și servire generală .....	188
16.2.6.	Date comparative privind distribuirea solicitărilor între servere.....	191
16.2.7.	Concluzii.....	193
16.3.	Distribuirea memoriei disc pentru utilizatori la servere .....	195
16.3.1.	Considerații preliminare .....	195
16.3.2.	Distribuirea statică a memoriei disc .....	197
16.3.3.	Distribuirea dinamică a memoriei disc.....	201
16.3.4.	Compararea distribuțiilor statică și dinamică .....	205
16.3.5.	Concluzii.....	212
16.4.	Efectele segmentării rețelelor locale de tehnologie Ethernet ....	212
16.4.1.	Considerații preliminare .....	213
16.4.2.	Rețele de Configurația 1 .....	216
16.4.3.	Modelul 16.3 pentru rețele de Configurația 3.....	222
16.4.4.	Rețele de Configurația 2.....	225
16.4.5.	Analiza comparativă a rețelelor de Configurațiile 1, 2 și 3 .....	232
16.4.6.	Concluzii .....	242
17.	<b>ANALIZĂ ȘI MACROSINTEZA REȚELELOR INFORMATICE DE</b>	
	<b>ARIE LARGĂ .....</b>	<b>243</b>
17.1.	Aspecte generale .....	243
17.2.	Amplasarea stațiilor rețelelor cu așteptare distribuite .....	255
17.2.1.	O problemă simplificată .....	256

17.2.2. Concluzii.....	266
<b>17.3. Capacitatea necesară a componentelor rețelelor de transfer date</b>	<b>267</b>
17.3.1. Considerații preliminare .....	267
17.3.2. Un model simplificat al rețelelor de transfer date.....	269
17.3.3. Determinarea capacității necesare a canalelor .....	271
17.3.4. Determinarea capacității necesare a ruterelor.....	276
17.3.5. Capacitatea necesară a canalelor și ruterelor în ansamblu .....	281
17.3.6. Concluzii .....	286
<b>17.4. Capacitatea necesară a componentelor rețelelor de calculatoare</b>	<b>287</b>
17.4.1. Dependența liniară a costurilor componentelor de performanța lor .....	287
17.4.2. Dependența neliniară a costurilor componentelor de performanța lor .....	299
17.4.3. Concluzii .....	314
<b>17.5. Gestionarea folosirii resurselor rețelelor de calculatoare</b>	<b>315</b>
17.5.1. Considerații preliminare .....	315
17.5.2. Distribuirea solicitărilor utilizatorilor.....	322
17.5.3. Determinarea căilor de transfer al pachetelor .....	327
17.5.4. Duratele admise de reținere a solicitărilor la componentele rețelei .....	334
17.5.5. Resursele efective de timp ale centrelor de date.....	339
17.5.6. Resursele efective de timp ale trunchiurilor de transfer date .....	341
17.5.7. Un algoritm de dirijare în rețele.....	342
17.5.8. Segmentarea vs. durata reținerii mesajelor.....	348
17.5.9. Concluzii .....	392
<b>17.6. Macrosinteza rețelelor informatice regionale</b> .....	<b>394</b>
17.6.1. Considerații preliminare .....	395
17.6.2. Macrosinteza RAN la Abordarea 1 .....	401
17.6.3. Macrosinteza RAN - Abordarea 2 .....	409
17.6.4. Macrosinteza RAN - Abordarea 3 .....	440
17.6.5. Macrosinteza RAN - Abordarea 4.....	469
17.6.6. Concluzii .....	485
<b>ÎNCHEIERE</b> .....	<b>489</b>
<b>Referințe</b> . . . . .	<b>493</b>
<b>Lista abrevierilor</b> .....	<b>515</b>
<b>Unele notații</b> .....	<b>519</b>

## Referințe

- [And984] Андрос, Т.И.; Болун, И.Ф.; Урсу, Б.П.; Чуперка, Ф.Д.; Турута, Е.Ф. Экспериментальное исследование каналов передачи данных с применением ЭВМ. В: *Проблемы создания и развития общесистемных средств АСУ*: тезисы докл. респ. семинара. Кишинев: НИИП, 1984. сс. 96-99.
- [And986] Андрос, Т.И.; Болун, И.Ф.; Урсу, Б.П.; Чуперка, Ф.Д. Возможности создания каналов передачи данных на базе телефонной сети общего пользования в г.Кишиневе. В: *Модели и алгоритмы АСУ*. Кишинев: Штиинца, 1986. сс. 20-29.
- [And987] Андрос, Т.И.; Болун, И.Ф.; Урсу, Б.П.; Чуперка, Ф.Д. Экспериментальные исследования телефонной сети для передачи данных. *Электросвязь* 6, 1987, сс. 9-12.
- [ArtG993] Артамонов Г.Т.; Брехов О.М. *Оценка производительности вычислительных систем аналитико-статистическими моделями*. М.: Энергоатомиздат, 1993.
- [Ave982] Авен, О.И.; Гурин, Н.Н.; Коган, Я.А. *Оценка качества и оптимизация вычислительных систем*. М.: Наука, 1982.
- [Avi964] Avi-Itzhak, V.; Brosh, I.; Naor, P. On discretionary priority queueing. *Z. Angew. Math. und Mech.* 1964, vol. 44, no. 6.
- [Bab015] Nirmala, M. B. Cloud based big data analytics: WAN optimization techniques and solutions. *Adapt. Learn. Optim.* 19 (2015), pp. 237–254.
- [Bah972] Bahl, L.; Tand, D. Optimization of Concentrator Locations in Teleprocessing Networks. *Proc. Symp. on Comp. Com.*, New York, 1972.
- [Bal014] Balchunas, Aaron. *Cisco CCNA Study Guide*. Cisco Press, 2014. 321 p.
- [Bash989+ Башарин, Г.П.; Бочаров, П.П.; Коган, Я.А. *Анализ очередей в вычислительных сетях*. М.: Наука, 1989.
- [Bask975] Baskett, F.; Chandy, K.M.; Muntz, R.R.; Palacios, F.G. Open, closed and mixed networks of queues with different classes of customers. *Journal of the ACM*. 1975, 22 (2), pp. 248–260.
- [Bel958] Bellman, Richard. On a routing problem. *Quarterly of Applied Mathematics*. 1958, vol. 16, pp. 87–90.

- [Benz016] Benzekki, Kamal; El Fergougui, Abdeslam; Elbelrhiti, Elalaoui Abdelbaki. *Software-defined networking (SDN): A survey. Security and Communication Networks*. 2016, 9 (18), pp. 5803–5833. doi:10.1002/sec.1737.
- [Ber992] Bertsecas, D.; Gallager, R. *Data Networks*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1992.
- [Bit025] *Bit error rate*. PathFinderDigital, 2025. <https://www.pathfinderdigital.com/bit-error-rate-ber> (accessed 05.05.2025).
- [Ble964] Блейхман В.С., Брусилловский К.А. Кодовые последовательности для испытания дискретных систем связи. *Электросвязь*. 1964, N 12.
- [Bog975] Богомолов Л.П. и др. Имитационное моделирование вычислительных систем. *Моделирование сложных систем*. 1975, вып. 4.
- [Bol000a] Bolun, I. Conceptul Rețelei Informatice Naționale. În: *Strategii și modalități de intensificare a colaborării dintre Moldova și România în condițiile extinderii Uniunii Europene spre Est*, simp. internaț. Chișinău: Editura ASEM, 2000, vol. 2, pp. 264-267.
- [Bol000b] Bolun, I.; Nazaroi, I.; Muzîca, S. Cu privire la crearea Rețelei Informatice Naționale. *Transporturi și Comunicații*. 2000, nr. 3. pp. 4-15.
- [Bol001a] Bolun, I. Cu privire la dezvoltarea sistemelor de transfer date în Republica Moldova. *Studii și Cercetări Economice*. Cluj-Napoca, 2001, vol. 30, pp. 1199-1206.
- [Bol001b] Bolun, I. Rețeaua Informatică Națională: caracteristică, probleme, soluții. *Economie și finanțe*. 2001, nr. 4. pp. 62-69.
- [Bol002a] Bolun, I. Problema determinării fluxurilor de saturație în sistemele de servire. *Probleme regionale în contextul procesului de globalizare*: simp. șt. internaț., 9-10 octombrie 2002. Chișinău: Editura ASEM, 2002, pp. 337-339.
- [Bol002b] Bolun, I.; Ciumac, A. Configuration of local area network set of servers. *Computer Science Journal of Moldova*. 2002, vol. 10, no. 2(29), pp. 99-124.
- [Bol002c] Bolun, I.; Ciumac, A. Distribuirea fluxurilor de interpelări în rețelele locale. *Informatica economică*. 2002, vol. 6, nr. 2(22), pp. 46-49.
- [Bol002d] Bolun, I.; Ciumac, A. Distribution of inhomogeneous requests in LAN. In: *Microelectronics and Computer Science: Proceedings of the*

- 3rd International Conference, sept. 26-28, 2002. Chisinau: Elan Poligraf, 2002, vol. 2, pp. 160-163.
- [Bol002e] Bolun, I.; Ciumac, A. Distribution of user requests among LAN's servers. In: *Innovative Applications of Information Technologies in Business and Management: Proceedings of the International Symposium*, 23 May 2002. Iasi: TEHNOPRESS, 2002, pp. 74-79.
- [Bol002f] Bolun, I.; Ciumac, A. Configuration of local area network servers. În: *BiT+ II „Information Technologies-2002”*: internat. conf., 10-12 April 2002. Chişinău: Tehnica UTM, 2002, pp. 94.
- [Bol003b] Bolun, I. Reţelele informatice în societatea modernă. În: *Tendinţe în dezvoltarea tehnologiilor informaţionale şi comunicaţionale în domeniul învăţământului şi managementului*: conf. şt. internaţ., 20-21 martie 2003. Chişinău: Editura ASEM, 2003, pp. 31-45.
- [Bol003c] Bolun, I.; Andronatiev, V. The verification of Ethernet networks physical configuration. In: *Digital Economy: Proceedings of the sixth International Conference on Economic Informatics*, 8-11 May 2003. Bucureşti: INFOREC Printing House, 2003, pp. 43-47.
- [Bol004a] Bolun, I. Cu privire la concentrarea raţională a resurselor infrastructurii informatice pentru iMoldova. În: *Integrarea europeană şi competitivitatea economică*: simp. şt. internaţ., 23-24 sept., 2004. Chişinău: Editura ASEM, 2004. vol. 3, pp. 192-196.
- [Bol004b] Bolun, I; Andronatiev, V. Configurarea mediului de transfer date pentru reţele Ethernet. În: *Ştiinţa, businessul, societatea: evoluţii şi intercorelări în condiţiile integrării în spaţiul economic european*, conf. internaţ., 12-14 februarie 2004. Chişinău: Editura ASEM, 2004, vol. 1, pp. 28-30.
- [Bol004c] Bolun, I. Cu privire la concentrarea raţională a resurselor infrastructurii informatice pentru iMoldova. În: *Integrarea europeană şi competitivitatea economică*: simpozion internaţ., 23-24 sept., 2004. Vol. III. Chişinău: Editura ASEM, 2004. pp. 192-196.
- [Bol005a] Bolun, I.; Andronatiev, V. Distribuirea memoriei disc pentru utilizatori la servere. *Economica*. 2005, nr.4(52), pp. 138-147.
- [Bol005b] Bolun, I.; Ciumac, A.; Sveriniuc, A. Practical aspects of the configuration of homogenous set of servers. In: *Microelectronics and Computer Science: Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Conference*, sept. 15-17, 2005. Chisinau: Elan Poligraf, 2005, vol. 2, pp. 32-35.

- [Bol005c] Bolun, I.; Ciumac, A.; Sveriniuc, A. Practical results on the configuration of no homogenous set of servers. In: *Innovative Applications of Information Technologies in Business and Management: Proc. of the Intern. Symp.*, October 14-15 2005. Iasi: TEHNOPRESS, 2005, pp. 54-58.
- [Bol005d] Bolun, I.; Ciumac, A.; Sveriniuc, A. Homogenous Set of Servers Configuration. In: *Informatica economică*. 2005, vol. 9, nr. 3(35), pp. 104-108.
- [Bol005e] Bolun, I.; Covalenco, I. *Bazele informaticii aplicate*. Ediția a 3-a. Iași: Editura BONITAS, 2005. 727 p.
- [Bol006a] Bolun, I. Determinarea fluxurilor de saturație pentru unele sisteme de deservire. *Analele Academiei de Studii Economice din Moldova*. 2006, vol. 4, pp. 294-300.
- [Bol006b] Bolun, I.; Andronatiev, V. The effects of Ethernet LAN's fragmentation. *Computer Science Journal of Moldova*. 2006, vol. 14, no. 2(41), pp. 251-283.
- [Bol006c] Bolun, I.; Ciumac, A. Caracteristica și folosirea serverelor în rețelele locale. În: *Dezvoltarea durabilă a României și Republicii Moldova în context european și mondial*, conf. șt. internaț., 22-23 septembrie 2006. Chișinău: Editura ASEM, 2007, vol. 2, pp. 174-177.
- [Bol007f] Bolun, I.; Amarfii, I. *Rețele informatice: practicium de laborator*. Chișinău: Editura ASEM, 2007. 190 p.
- [Bol007g] Bolun, I.; Costăș, I.; Covalenco, I. Intranetul ASEM: stare și perspective de dezvoltare. În: *Dezvoltarea durabilă a României și Republicii Moldova în context european și mondial*, conf. șt. internaț., 22-23 septembrie 2006. Chișinău: Editura ASEM, 2007, vol. 2, pp. 182-185.
- [Bol007h] Bolun, I.; Costăș, I.; Covalenco, I. Logistica infrastructurii informaționale în ASEM. În: *Obstacole și oportunități în cadrul scenariului Europei Integrate*, conf. șt. internaț., 3 noiembrie 2006. Chisinau: Editura ASEM, 2007, pp. 46-50.
- [Bol009] Bolun, I.; Cojocar, I. Telecomunicațiile și tehnologiile informaționale. În: *Enciclopedia Republica Moldova*. Chișinău: AȘM, 2009, pp. 322-338.
- [Bol024b] Bolun, I. Performance required for common-use components of computer networks. *Journal of Engineering Science*. 2024, 31 (3), pp. 63-74.

- [Bol025a] Bolun, I. Message segmentation vs. latency in computer networks. In: *Proceedings of Workshop on Intelligent Information Systems WIIS2025*, October 16-18, 2025. Chisinau: IMI, 2025, pp. 54-67.
- [Bol025b] Bolun, I. Optimal size of data packets in computer networks. *Computer Science Journal of Moldova*. 2025, vol. 33, no. 3 (99), pp. 405-429.
- [Vol974a] Болун, И.Ф.; Патратий, И.З.; Сербушка, М.Д. Информационная модель системы управления республики. В: *Тезисы докладов Второго Всесоюзного совещания по автоматизированным системам управления народным хозяйством союзных республик, ДСП*. Ташкент: Институт Кибернетики с ВЦ АН УзССР, 1974, т.1, сс. 150-157.
- [Vol974b] Болун, И.Ф.; Патратий, И.З.; Юраш, И.П. Алгоритм расчета сети ВЦ республики. *Тезисы докладов Второго Всесоюзного совещания по автоматизированным системам управления народным хозяйством союзных республик, ДСП*. Ташкент: Институт Кибернетики с ВЦ АН УзССР, 1974, т.4, сс. 81-87.
- \*Vol975+ Болун, И.Ф. Размещение приборов одной простой сети массового обслуживания. В: *Автоматизированные системы и передача информации*. Кишинев: Штиинца, 1975, сс.24-32.
- \*Vol976a+ Болун, И.Ф.; Патратий, И.З.; Храмов С.А. Исследование однопроцессорной совместимой вычислительной системы с разделением времени. В: *Математическое моделирование и экономические процессы*. Кишинев: Штиинца, 1976, сс.122-129.
- \*Vol976b+ Болун И.Ф.; Патратий, И.З. *Методика расчета структуры вычислительных систем коллективного пользования*. Отчет о НИР. Кишинев: НИИП, 1976. 122 с.
- [Vol977a] Болун, И.Ф. О трактах из разнотипных каналов передачи. В: *Передача данных в АСУ*. Кишинев: Штиинца, 1977, сс. 89-96.
- [Vol977b] Болун, И.Ф. О целесообразности введения приоритетов в системах массового обслуживания из разнотипных приборов. В: *Достоверность и эффективность информационных процессов*. Кишинев: Штиинца, 1977, сс. 65-69.
- [Vol977c] Болун, И.Ф. Сравнение систем массового обслуживания из разнотипных приборов с приоритетами. В: *Достоверность и*

- эффективность информационных процессов.* Кишинев: Штиинца, 1977, сс. 93-100.
- [Vol977d] Болун, И.Ф.; Патратий, И.З. Результаты расчета характеристик одномашинных ВЦКП. В: *Проблемы организации вычислительных центров коллективного пользования*, тезисы докл. всесоюзной конф. Тюмень, 1977, сс. 24-28.
- [Vol978a] Болун, И.Ф.; Нищий, М.Е. *Выбор и анализ производительности ЭВМ одномашинной вычислительной системы коллективного пользования для первой очереди АСУ КГУ.* Отчет о НИР. Кишинев: РМВЦ Минвуза МССР, 1978. 37 с. N гос.рег. 76056577.
- [Vol978b] Болун, И.Ф. Распределение запросов между местными и базовыми ВЦ сети. В: *Создание автоматизированных систем управления.* Кишинев: Штиинца, 1978, сс. 139-148.
- [Vol978c] Болун, И.Ф. *Синтез сетей вычислительных центров небольших регионов (на примере Молдавской ССР)*, дисс. канд. техн. наук. Киев: Киевский политехнический институт, 1978. 226 с.
- [Vol978d] Болун, И.Ф. *Синтез сетей вычислительных центров небольших регионов (на примере Молдавской ССР)*, автореф. дисс. канд. техн. наук. Киев: Киевский политехнический институт, 1978. 22 с.
- [Vol979a] Болун, И.Ф. Исследование одномашинного ВЦКП с многомерным потоком запросов. В: *Создание Республиканской автоматизированной системы управления.* Кишинев: Штиинца, 1979, сс. 143-154.
- [Vol979b] Болун, И.Ф.; Болун, Н.Ф. К вопросу синтеза дуальных вычислительных систем. В: *Создание Республиканской автоматизированной системы управления.* Кишинев: Штиинца, 1979, сс. 154-164.
- [Vol980] Патратий, И.З.; Болун, И.Ф.; Храмов С.А. Инженерный расчет и организация эффективного функционирования вычислительных систем коллективного пользования. В: *Обработка информации в "АСУ-Молдавия"*. Кишинев: Штиинца, 1980, сс. 45-80.
- \*Vol981a+ Болун, И.Ф. Модель одномашинной вычислительной системы, учитывающая ограниченность объема оперативной

- памяти. В: *Моделирование различных процессов в АСУ*. Кишинев: Штиинца, 1981, сс.73-80.
- \*Vol981с+ Болун, И.Ф.; Недельчук, В.П.; Урсу, Б.П. *Комплекс программ управления экспериментальной вычислительной сетью коллективного пользования*. Отчет о НИР. Кишинев: НИИП, 1981. 175 р.
- \*Vol981d+ Болун И.Ф.; Мартин В.Г. *Эскизный проект РАСУ Молдавской ССР. Т.2. Техническое обеспечение*. Отчет о НИР. Кишинев: НИИП, 1981. 104 с. N гос.рег. 0181.7006697, Инв. N 0283.0085744.
- [Vol981e] Болун, И.Ф. Система массового обслуживания из разнотипных приборов с дополнительной очередью. В: *Моделирование различных процессов в АСУ*. Кишинев: Штиинца, 1981, сс. 65-73.
- [Vol981f] Болун, И.Ф.; Недельчук, В.П.; Урсу, Б.П. *Комплекс программ управления экспериментальной вычислительной сетью коллективного пользования*. Отчет о НИР. Кишинев: НИИП, 1981. 175 с.
- [Vol981g] Болун, И.Ф. Модель одномашинной вычислительной системы, учитывающая ограниченность объема оперативной памяти. В: *Моделирование различных процессов в АСУ*. Кишинев: Штиинца, 1981, сс. 73-80.
- \*Vol982+ Болун, И.Ф. Распределение запросов в вычислительных системах коллективного пользования. В: *Методология АСУ*. Кишинев: Штиинца, 1982, сс. 53-83.
- [Vol983a] Болун, И.Ф. Аналитические модели центрального вычислительного комплекса ВЦКП. В: *Математические вопросы проектирования территориальных автоматизированных систем управления*. Кемерово: Кемеровский госуниверситет, 1983, сс. 136-142.
- [Vol983b] Болун, И.Ф.; Урсу, Б.П.; Цуркан, М.Д.; Чуперка, Ф.Д. и др. *Исследование возможностей создания среднескоростных трактов передачи данных на основе каналов связи телефонной сети общего пользования г. Кишинева*. Отчет о НИР. Кишинев: НИИП, 1983. 87 с. N гос.рег. 0181.4002470, Инв. N 0283.0085747.
- \*Vol984a+ Болун, И.Ф.; Недельчук В.П. Диспетчеризация работ в сети вычислительных центров. В: *Математическое обеспечение АСУ*. Кишинев: Штиинца, 1984, сс.96-102.

- [Vol984d] Болун, И.Ф.; Урсу, Б.П. Определение маршрутов передачи запросов в сети вычислительных центров. В: *Математическое обеспечение АСУ*. Кишинев: Штиинца, 1984, сс. 133-140.
- \*Vol985a+ Болун, И.Ф. Моделирование центрального вычислительного комплекса ВЦКП. В: *Телеобработка плано-экономической информации*. Кишинев: Штиинца, 1985, сс.50-61.
- \*Vol985с+ Болун, И.Ф.; Урсу, Б.П.; Бортник, М.И.; Чуперка, Ф.Д. и др. *Методическая документация по созданию и внедрению ВЦКП в Молдавской ССР*. Отчет о НИР. Кишинев: НИИП, 1985. 315 с. N гос.рег. 0181.4002470, Инв. N 0285.0056647.
- \*Vol985d+ Болун, И.Ф.; Урсу, Б.П. Комплекс программ экспериментального определения эксплуатационных характеристик каналов передачи данных с помощью ЭВМ. *Инф. бюлл. Алгоритмы и программы*, N6(69). М.: ГосФАП СССР, 1985. 48 с. N гос.рег. 50850000362.
- \*Vol985e+Болун, И.Ф.; Чуперка, Ф.Д. Программа макросинтеза ВЦКП и его абонетской сети. *Инф. бюлл. Алгоритмы и программы*, N6(69). М.: ГосФАП СССР, 1985. 61 с. N гос.рег. 50850000364.
- \*Vol985f+ Болун, И.Ф.; Мартин, В.Г. Комплекс программ определения характеристик вычислительных комплексов и трактов передачи данных. *Инф. бюлл. Алгоритмы и программы*, N6(69). М.: ГосФАП СССР, 1985. 77 с. N гос.рег. 50850000363.
- [Vol985g] Болун, И.Ф.; Бортник, М.И. Аналитико-имитационное моделирование вычислительных комплексов. В: *Проблемы совершенствования планирования и управления народным хозяйством Молдавской ССР*, тезисы докл. респ. конф. Кишинев: НИИП, 1985, сс. 155-156.
- [Vol985h] Болун, И.Ф.; Урсу, Б.П.; Цуркан, М.Д. Определение эксплуатационных характеристик каналов передачи данных. В: *Телеобработка плано-экономической информации*. Кишинев: Штиинца, 1985, сс. 33-40.
- [Vol989a] Болун, И. Ф. *Техно-рабочий проект Республиканской системы передачи данных Молдавской ССР. Книга 1. Пояснительная записка*. Отчет о НИР. Кишинев: НИИП, 1989. 13 с.
- [Vol989b] Болун, И. Ф.; Урсу, Б.П.; Чуперка, Ф.Д. и др. *Техно-рабочий проект Республиканской системы передачи данных Молдавской*

- ССР. Книга 2. Основные проектные решения. Отчет о НИР. Кишинев: НИИП, 1989. 129 с.
- [Bol989c] Болун, И. Ф.; Бобичева, В.Л.; Тутован, С.И. *Техно-рабочий проект Республиканской системы передачи данных Молдавской ССР. Книга 3. Положение о функционировании первой очереди РСПД Молдавской ССР.* Отчет о НИР. Кишинев: НИИП, 1989. 44 с.
- [Bol996b] Bolun, I.; Şmigliuc, R. Arhitectura reţelei de calculatoare a ASEM. În: *Strategia evoluţiei cooperăţiei de consum în Moldova: aspecte teoretice şi practice*: simpozion ştiinţific, 17-18 aprilie 1996. Chişinău: UCCM, 1996, pp. 145-146.
- [Bol997a] Bolun, I. Internet şi reformele în R.Moldova. În: *Utilizare reţele informatice*, conf. ştiinţifico-practică cu partip.internaţ., 23-24 ianuarie 1997. Chişinău: Editura ASEM, 1997, pp. 7-18.
- [Bol997b] Bolun, I. Reţele informatice în R. Moldova. În: *Proceedings of the II International Conference on Microelectronics and Computer Science*. Chişinău: Tehnica Publishing House, 1997, pp. 264-267.
- [Bol997c] Bolun, I.; Bazilenco, O.; Şmigliuc, R. Servicii Internet prin intermediul reţelei informatice a ASEM. În: *Utilizare reţele informatice*, conf. ştiinţifico-practică cu partip.internaţ., 23-24 ianuarie 1997. Chişinău: Editura ASEM, 1997, pp. 67-71.
- [Bol997d] Bolun, I.; R.Şmigliuc. Tehnologic solutions concerning computer network usage. In: *Computer Science: Proceedings of the 3rd International Symposium on Economic Informatics*, May 1997. Bucharest: INFOREC Printing House, 1997, pp. 227-230.
- [Bol997e] Bolun, I.; Şmigliuc, R. *Lucrări de laborator la cursul "Teleinformatica"*. Chişinău: Editura ASEM, 1997. 80 p.
- [Bol998] Bolun, I. Tehnologiile de reţea majore. În: *Reformele economice în Republica Moldova şi România: realizări, tendinţe, probleme*: simpozion şt. internaţ., 24-25 septembrie 1998. Chişinău: Editura ASEM, 1998, vol. 2, pp. 277-285.
- [Bol999a] Bolun, I. *Macrosinteza reţelelor de calculatoare*. Chişinău: Editura ASEM, 1999. 265 p.
- [Bol999b] Bolun, I. Regional Computer Networks: Research Aspects, Solutions. *Computer Science Journal of Moldova*. 1999, vol. 7, no. 1, pp. 18-54.

- [Bol999c] Bolun, I. *Macrosinteza și valorificarea resurselor rețelelor de calculatoare regionale*: teză de dr.hab. în șt. tehn. Chișinău: ASEM, 1999. 265 p.
- [Bol999d] Bolun, I. *Macrosinteza și valorificarea resurselor rețelelor de calculatoare regionale*: autoref. al tezei de dr.hab. în șt. tehn. Chișinău: Tip. ASEM, 1999. 42 p.
- [Boo977] Boorstyn, R.; Frank, H. Large-scale Network Topological Optimization. *IEEE Trans. on Commun.* 1977, vol. COM-25, nr. 1.
- [Bran974] Brandwain, A. A Model of a Time-Sharing Virtual Memory System Solved Using Equivalence and Decomposition Methods. *Acta Informatica*. 1974, N 4, pp. 11-47.
- [Bran977] Brandwain, A. A Queuing Model of Multiprogrammed Computer System Under Full Load Conditions. *Journal of ACM*. 1977, vol. 24, N 2, pp. 222-240.
- \*Vrat976+ Братухин, П.И.; Квасницкий, В.Н. и др. *Основы построения больших информационно-вычислительных сетей*. М.: Статистика, 1976.
- [But981] Бутрименко, А.В. *Работка и эксплуатация сетей ЭВМ*. М.: Финансы и статистика, 1981.
- [Buz973] Buzen, J.P. Computational algorithms for closed queuing networks with exponential servers. *Communications of the ACM*. 1973, vol. 16, no. 9, pp. 527-531.
- [Cham973] Chamberlin, D.D.; Fuller, S.H.; Liu, L.Y. An analysis of page allocation strategies for multiprogramming systems with virtual memory. *IBM J.Res.Develop.* 1973, vol. 17, no. 5.
- [Chand972b] *Chandy, K. M.*; Howard, J.H., Jr; Towsley, D.F. Product form and local balance in queueing networks. *Journal of the ACM*. 1977, **24** (2), pp. 250–263.
- [Chand972c] **Chandy**, K.M.; **Russell**, R.A. The design of multipoint linkages in a teleprocessing tree network. *IEEE Trans. on Computers*. 1972, C-21, no. 10.
- [Cis024] *Cisco Multichannel Port Adapter*. Cisco Press. <https://www.cisco.com/c/en/us/products/interfaces-modules/multichannel-port-adapter/index.html> (accessed 15.12.2024).
- [Cob954] Cobham A. Priority Assignment in Waiting Line Problems. *Operations Research*. 1954, 2, pp. 70-76.

- [Conw989a] Conway, A.; Georganas, N.D. *RECAL – Queueing Networks - Exact Computational Algorithm: A Unified Theory Based on Decomposition and Aggregation*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1989.
- [Conw989b] Conway, A.E.; De Souza E Silva, E.; Lavenberg, S.S. Mean Value Analysis by Chain of Product-Form Queueing Networks. *IEEE Transactions on Computers*. 1989, vol. 38, no. 3.
- [Conf024] *Configuring Multilink Frame Relay*. Juniper Networks, 24.06.2024. <https://www.juniper.net/documentation/us/en/software/junos/interfaces-security-devices/topics/topic-map/security-interface-config-multilink-frame-relay.html> (accessed 20.08.2024).
- [Corn984] Корня, С.К.; Болун, И.Ф.; Недельчук, В.П. Концепция информационно-вычислительной системы аграрно-промышленного комплекса МССР. В: *Проблемы создания и развития общесистемных средств АСУ*, тезисы докл. респ. семинара. Кишинев, 1984, сс. 23-26.
- [Cost020] Costaş, Ilie; Varanița, Grigore; Godonoagă, Anatol. *Metode de dezvoltare și optimizare a rețelelor de comunicații electronice*. Chișinău: Editura ASEM, 2020. 183 p.
- [Dan973] Данилевский, Ю.Г. Одноканальные и многоканальные сети передачи данных. *Вопросы радиоэлектроники*. 1973, сер. ТПС, вып. 2.
- [Das013] Das, A. and Debbarma, S. Performance of Jumbo Sized Data on Jumbo Frame and Ethernet Frame Using UDP over IPv4/IPv6. In: *IEEE ADCONS*. IEEE, 2013, pp. 204–207.
- [Dav004] Davis, A.; Parikh, J.; Weihl, W. Edgecomputing: Extending enterprise applications to the edge of the internet. In: *Proceedings of the 13th international World Wide Web conference on Alternate track papers & posters - WWW Alt. '04*, pp. 180-187. doi:10.1145/1013367.1013397. ISBN 1581139128.S2CID 578337.
- [De S989] De Souza E Silva, E.; Lavenberg, S.S. Calculating Joint Queue-Length Distributions in Product-Form Queueing Networks. *Journal of the ACM*. 1989, vol. 36, no. 1.
- [Dee017] Deering, S. E.; Hinden, R. M. *Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification, RFC 8200*. IETF, July 2017, 42 p. <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc8200> (accessed 05.07.2025).
- [Dij959] Dijkstra, E.W. A note on two problems in connexion with graphs. *Numerische Mathematik*. 1959, 1, pp. 269–271.

- [Div976] Дивногорцев, Г.П.; Яшин, В.М. *Системы и аппаратура обмена информацией в сетях ВЦ*. М.: Связь, 1976. 216 с.
- \*Dod990+ Додонов, А.Г.; Клещев, Н.Т.; Клименко, В.Г. *Анализ отраслевых сетей вычислительных центров*. Л.: Судостроение, 1990.
- [Don011] Donahue, G. *Network warrior*. O'Reilly Media, 2011. 788 p.
- [Dys978] Dysart, H.G.; Georganas, N.D. New-Clust – An Algorithm for the Topological Design of Two-Level Multidrop Teleprocessing Networks. *IEEE Trans. on Communications*. 1978, vol. COM-26, no. 11.
- [Ena017] *Enabling Jumbo Packets*. Adaptive Vision, 2017. [https://docs.adaptive-vision.com/4.7/studio/technical\\_issues/gigevision/EnablingJumboPackets.html](https://docs.adaptive-vision.com/4.7/studio/technical_issues/gigevision/EnablingJumboPackets.html) (accessed 06.06. 2025).
- [Ess966] Essau, L.R.; Williams, K.C. On the Teleprocessing System Design. *IBM Syst. J.* 1966, vol. 5, no. 3.
- [Feld969] Feldman, E.; Leher, E.; Pay, T. Warehouse Location Under Continuous Economies of Scale. *Management Sci.* 1969, vol. 12.
- [Fell009] Feller, F.; Scharf, J. Increasing Packet Sizes to Mitigate Performance Issues in High-Speed Packet Networks. In: *ITG Symposium on Photonic Networks*, 04-05 May 2009. Leipzig, Germany, 2009, pp. 1-8.
- [Fer978] Ferrari, D. *Computer systems performance evaluation*. New-Jersey: Prentice Hall, 1978.
- [Fili990] Фильчаков, П.Ф. *Численные и графические методы прикладной математики*. Киев: Наукова думка, 1990.
- [For956] Ford, Lester R. Jr. *Network Flow Theory. Paper P-923*. Santa Monica, California: RAND Corporation, August 14, 1956.
- [Fran972] Frank, H.; Chou, W. Topological Optimization of Computer Networks. *Proc. of the IEEE*. 1972, vol. 60.
- [Fran978+Франк, Г.; Фриш, И. *Сети, связь и потоки*. М.: Связь, 1978.
- [Fraz967] Frazer, W. An Approximate Algorithm for Plant Location. In: *Research report RC 1985*. New York: IBM Research Center, 1967.
- [Fri956] Friend, E.H. Sorting on Electronic Computer Systems. *Journal of the ACM*. 1956, 3 (3), pp. 134–168.
- [Fru021] Fruhlinger, J.; Hogg, S. MTU size issues, fragmentation, and jumbo frames. *Network World*, Oct 20, 2021. <https://www.networkworld.com/article/745164/mtu-size-issues.html> (accessed 10.06.2025).

- \*Gad975+ Гадасин, В.А.; Ушаков, И.А. *Надежность сложных информационно-управляющих систем*. М.: Советское радио, 1975.
- [Gal977] Gallager, R.G. A Minimum Delay Routing Algorithm Using Computation. *IEEE Trans.* 1977, vol. COM-25, nr. 1.
- [Garc015] Garcia Lopez, Pedro; Montresor, Alberto; Epema, Dick; Datta, Anwitaman; Higashino, Teruo; Iamnitchi, Adriana; Barcellos, Marinho; Felber, Pascal; Riviere, Etienne. Edge-centric Computing. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*. 2015, **45** (5), pp. 37–42.
- [Gel002] Gelenbe, Erol; Fourneau, Jean-Michel. G-Networks with resets. *Performance Evaluation*. 2002, **49**(1), pp. 179–191. doi:10.1016/S0166-5316(02)00127-X.
- [Gel989] Gelenbe, Erol. Random Neural Networks with Negative and Positive Signals and Product Form Solution. *Neural Computation*. 1989, **1**(4), pp. 502–510. doi:10.1162/neco.1989.1.4.502.S2CID\_207737442.
- [Gel991] Gelenbe, Erol. Product-form queueing networks with negative and positive customers. *Journal of Applied Probability*. 1991, **28** (3), pp. 656–663. doi:10.2307/3214499. JSTOR 3214499.
- [Gel993] Gelenbe, Erol. G-networks with triggered customer movement. *Journal of Applied Probability*. 1993, **30** (3), pp. 742–748.
- [Gel993a] Gelenbe, Erol. G-Networks with triggered customer movement. *Probability in the Engineering and Informational Sciences*. 1993, **7** (3), pp. 335–342.
- [Gha993] Ghafir, H.M.; Silio, C.B., Jr. Performance Analysis of a Multiple-Access Ring Network. *IEEE Transactions on Communications*. 1993, vol. 41, no. 10, pp. 1494-1506.
- [Gor967] Gordon, W.J.; Newell, G.F. Closed queueing systems with exponential servers. *Operations Research*. 1967, vol. 15, pp. 254-265.
- [Gor981] Gordon, G. The development of the General Purpose Simulation System (GPSS). In: *History of programming languages*. Academic Press, Inc. 1981, pp. 403-426.
- [Gou998] Gouda, M.G. *Elements of Network Protocol Design*. New York: John Wiley & Sons, 1998.
- [Gra966] Graham, R.I. Bounds for certain multiprocessor anomalies. *Bell System Technical Journal*. 1966, **45**, pp. 1563-1581.
- [Gra969] Graham, R.I. Bounds in multiprocessor anomalies. *SIAM Journal of Applied Informatics*. 1969, **17**, pp. 263-269.

- [Gra979] Graham, R.L.; Lawler, E.L.; Lenstra, J.K.; Rinnooy Kan, A.H.G. Optimization and approximation in deterministic sequencing and scheduling: a survey. *Annals of Discrete Mathematics*. 1979, 5, pp. 287-326.
- [Gre005] Gremalschi, A.; Bolun, I.; Mocanu, Iu.; Codreanu, D. Olimpiada Republicană la Informatică a elevilor, ediția 2005. Chișinău: Editura ASEM, 2005. 98 p.
- [Gri962] Григелионис, Б.И. О точности приближения композиции процессов восстановления пуассоновским процессом. *Литовский математический сборник*. 1962, Т. 2, № 2, сс. 135-143.
- [Gro953] Grosch, H.R.J. High Speed Arithmetic: The Digital Computer as a Research Tool. *Journal of the Optical Society of America*. 1953, 43(4), pp. 306-310.
- [Gui021] *Guide to Understanding the Total Impact of Fraud*. International Public Sector Fraud Forum, February 2020. [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/866608/2377\\_The\\_Impact\\_of\\_Fraud\\_AW\\_\\_4\\_.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/866608/2377_The_Impact_of_Fraud_AW__4_.pdf) (accessed 04.08.2021).
- \*Gut001+ Guțuleac, E.; Bolun, I. *Teoria și proiectarea rețelelor de calculatoare*: îndrumar de laborator. Chișinău: UTM, 2001. 48 p.
- [Gut004] Guțuleac, E. *Evaluarea performanțelor sistemelor de calcul prin rețele Petri stocastice*. Chișinău: Editura Tehnica Info, 2004.
- [Gut019] Guțuleac, E. *Sisteme și rețele de așteptare markoviene*. Chișinău: Tehnica-UTM, 2019. 284 p.
- [Gut982] Гуцуляк, Е.Н.; Болун, И.Ф. *Организация вычислительных процессов ЦВМ*: методические указания к лабораторному практикуму по курсу. Кишинев: КПИ им.С.Лазо, 1982. 51 p.
- [Hal978] Halachmi, B.; Franta, W.R. A diffusion approximation to the multi-server queue. *Management Science*. 1978, vol. 24, no. 5.
- [Han022] Han, Feixue; Li, Qing; Zhou, Jianer; Xu, Hong; Jiang, Yong. APS: Adaptive Packet Sizing for Efficient End-to-End Network Transmission. In: *Proceedings of The 2022 IEEE/ACM 30th International Symposium on Quality of Service (IWQoS)*, 10-12 June 2022. Oslo: IEEE, 05 July 2022, pp. 1-10.
- [Harc013] Harchol-Balter, M. *Performance modeling and design of computer systems: queueing theory in action*. Cambridge University Press, 2013.

- [Hen990] Henderson, W.; Taylor, P. G. Product form in networks of queues with batch arrivals and batch services. *Queueing Systems*. 1990, 6, pp. 71-87.
- [Hsi989] Hsiao M.-T.T.; Lazar A.A. An Extension to Norton's Equivalent. *Queueing Systems*. J.C.Baltzer A.G. Publishing Co., 1989, vol. 5.
- [Hwa984] Hwang, K.; Briggs, F.A. *Computer Architecture and Parallel Processing*. New York: McGraw-Hill, 1984.
- [Ian970] Янбых, Г.Ф. Эвристический алгоритм оптимизации сети вычислительных центров. *Изв. АН СССР. Техническая кибернетика*. 1970, N. 6.
- \*Вн987+ Янбых, Г.Ф.; Столяров, Б.А. *Оптимизация информационно-вычислительных сетей*. М.: Радио и связь, 1987.
- [IEE002] *IEEE Std 802.3-2002. Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications*. New York: IEEE, 8 March 2002.
- [IEE018] *IEEE 802.3-2018, IEEE Standard for Ethernet*. IEEE, 31 August 2018. [https://standards.ieee.org/standard/802\\_3-2018.html](https://standards.ieee.org/standard/802_3-2018.html) (accessed 05.06.2025).
- [Ign974] Игнатов, В.А. и др. Оптимизация многоканальных систем передачи информации по коэффициенту занятости. *Известия АН БССР, сер. физ.-техн. наук*. 1974, no. 3.
- [Inte981] *Internet protocol, RFC 791*. IETF, September 1981, 45 p. <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc791>. (accessed 05.06.2025).
- [ITU001] *ITU-T Recommendation G.1010: End-user multimedia QoS categories*. ITU, 2001, 18 p.
- [Jac957] Jackson, J.R. Networks of waiting lines. *Operations Research*. 1957, vol. 5, pp. 518-521.
- [Jai968] Jaiswal, N.K. *Priority queues*. New York: Academic Press, 1968.
- \*Ка979+ Каган, Б.М.; Каневский, М.И. *Цифровые вычислительные машины и системы*. М.: Энергия, 1979.
- [Kauf965] Кофман, А.; Крюон, Р. *Массовое обслуживание*. М.: Мир, 1965.
- [Ker974] Kerchenbaum, A.; Chou, W.C. A Unified algorithm for designing multidrop teleprocessing networks. *IEEE Transactions on Communications*. 1974, 22, no. 11.

- [Kir975] Кирток, О.В.; Патратий, И.З.; Болун, И.Ф. и др. *Техническое задание на проектирование комплекса вычислительных центров министерств и ведомств Молдавской ССР (ВЦКП)*. Кишинев: РВЦ ЦСУ МССР, 1975. 56 с.
- [Kle964a] Kleinrock, L.A. Delay Dependent Queue. *Naval Research Logistics Quarterly*. 1964, 11, pp. 329-341.
- [Kle964b] Kleinrock, L.A. *Communication Nets: Stochastic Message Flow and Delay*. New-York: McGraw-Hill, 1964. 209 p.
- [Kle976] Kleinrock, L. *Queuing systems, vol II: Computer applications*. New York: Willey, 1976.
- [Kop010] Koponen, T. Onix: A Distributed Control Platform for Large scale Production Networks. *Proceedings USENIX, Ser. OSDI'10. Vancouver, Canada: 2010*.
- [Kor998] Korn, G.A.; Korn T.M. *Mathematical handbook*. N.W.: McGrawHill, 1998.
- [Kuc963] Kuch, A.A.; Humburger, M.J. A Heuristic Programm for Locating Warehouses. *Management Sci.* 1963, vol. 9.
- [Kur013] Kurose, J.F.; Ross, K.W. *Computer networking: a top-down approach*. 6<sup>th</sup> edition. Pearson, 2013. 889 p.
- [Kuts974] Куценко, С.П. *Проектирование, организация и планирование районных вычислительных установок*. М.: Статистика, 1974.
- [Lea020] Leahu, A., Andrievschi-Bagrin, V. Lifetime distributions and their approximation in reliability of serial/parallel networks. *An. Șt. Univ. Ovidius Constanța*. 2020, vol. 28(2), pp. 161–172. <https://doi.org/10.2478/auom-2020-0025>.
- [Lea025] Leahu, A.; Andrievschi-Bagrin, V.; Ciorbă, D.; Fiodorov, I. (2025). On Dynamic Probabilistic Models in Network Reliability. In: Hoskova-Mayerova, S., Flaut, C., Flaut, D., Rackova, P. (eds) *Changes and Innovations in Social Systems. Studies in Systems, Decision and Control*, vol 505. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-43506-5\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-031-43506-5_5).
- [Los025] *Loss, Latency, and Speed*. DataExpedition Inc., 2025. <https://www.dataexpedition.com/support/notes/tn0021.html> (accessedt 24.06.2025).
- [Marti990] Martin, J. *Telecommunications and the computer*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1990.

- [Math997] [13] Mathis, M.; Semke, J.; Mahdavi, J.; Ott, T. The Macroscopic Behavior of the TCP Congestion Avoidance Algorithm. *SIGCOMM Comput. Commun. Rev.* 1997. vol. 27, pp. 67–82. DOI: <http://doi.acm.org/10.1145/263932.264023>.
- [May978] Майоров, С.А.; Новиков, Г.И.; Алиев, Т.И. и др. *Основы теории вычислительных систем*. М.: Высшая Школа, 1978. 408 с.
- [McK981] McKenna, J.; Mitra, D.; Ramakrishnan, K.G. A Class of Closed Markovian Queueing Networks: Integral Representation, Asymptotic Expansions, and Generalizations. *The Bell System Technical Journal*. 1981, vol. 60, no. 5.
- [McK986] McKenna, J.; Mitra, D. Asymptotic Expansions for Closed Markovian Networks with State-Dependent Service Rates. *Journal of the ACM*. 1986, vol. 33, no. 3.
- [Mih982] Михалевич, В.С.; Волкович, В.Л. *Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем*. М.: Наука, 1982.
- [Min022] Minh, Quy Nguyen; Nguyen, Van-Hau; Quy, Vu Khanh; Ngoc, Le Anh; Chehri, Abdellah; Jeon, Gwanggil. Edge Computing for IoT-Enabled Smart Grid: The Future of Energy". *Energies*. 2022, 15 (17): 6140. doi:10.3390/en15176140. ISSN 1996-1073.
- [Miz983] Мизин, И.А.; Богатырев, В.А.; Кулешов, А.П. Некоторые проблемы проектирования современных сетей обмена данными. *Вопросы кибернетики*. 1983, вып. 98.
- \*Mi986+ Мизин, И.А.; Богатырев, В.А.; Кулешов, А.П. *Сети коммутации пакетов*. М.: Радио и связь, 1986.
- [Mon020] Montazerolghaem, Ahmadsreza. Software-defined load-balanced data center: design, implementation and performance analysis. *Cluster Computing*. 2020, 24 (2), pp. 591–610. doi:10.1007/s10586-020-03134-x. ISSN 1386-7857. S2CID 220490312.
- [Mon021] Montazerolghaem, Ahmadsreza. Software-defined Internet of Multimedia Things: Energy-efficient and Load-balanced Resource Management. *IEEE Internet of Things Journal*. 2021, 9 (3), pp. 2432–2442. doi:10.1109/JIOT.2021.3095237. ISSN 2327-4662. S2CID 237801052.

- [Mur012] Murray, D.; Koziniec, T.; Lee, K.; Dixon, M. Large MTUs and internet performance. In: *IEEE HPSR*. IEEE, 2012, pp. 82–87.
- [Nar010] Narayan, S.; Lutui, P.R. Impact on network performance of jumbo-frames on IPv4/IPv6 network infrastructure: An empirical test-bed analysis. In: *IEEE IMSAA*, 2010, pp. 1–4.
- [Nar013] Narayan, S.; Lutui, P.R. Network Performance Evaluation of Jumbo Frames on a Network. In: *IEEE ICETET*, 2013, pp. 69–72.
- [New 024] *New mail*. <https://account.mail.ru/signup> (accessed 05.09.2024).
- [Newm096] Newman, P.; Edwards, W. L.; Hinden, R.; Hoffman, E.; Ching Liaw, F.; Lyon, T.; Minshall, G. *Ipsilon Flow Management Protocol Specification for IPv4 Version 1.0*. RFC 1953. Network Working Group, May 1996. doi:10.17487/RFC1953.
- [Ngo023] Ngobigha, F.; Koczian, G.; Walker, S.D. Towards Mobile Data Centres: Provision of End-to-End 10 Gbit/s and 40 Gbit/s Ethernet Train Backbones on International Rolling Stock. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, September 2023, pp. 1-9. doi: 10.1109/TVT.2023.3315516.
- [Nic999] Nichols, K.; Jacobson, V.; Zhang, L. *A Two-bit Differentiated Services Architecture for the Internet*. RFC 2638. IETF, July 1999.
- [Pac025] Pacini, A.; Scano, D; Sgambelluri, A.; Valcarengi, L.; Giorgetti, A. Hybrid-Hierarchical Synchronization for Resilient Large-Scale SDN Architectures. *IEEE Access*. 2025, vol. 13, Jan. 2025, pp. 9032-9046. doi: 10.1109/ACCESS.2025.3527224.
- \*Рetre972+ Петряков, Ю.А.; Ревельс, В.П.; Симонов, М.В. Метод анализа многоканальных двухполюсных систем связи. *Электросвязь*. 1972, N 3.
- \*Pir975+ Пирогов, В.В.; Петров, Ю.П., Гайстеров, С.Ф. Аналитическое моделирование вычислительных систем. *Моделирование сложных систем*. 1975, вып. 4.
- [Por003] Portolani, M.; Arregoces, M. *Data Center Design Overview*. Cisco Press, Dec. 31, 2003.
- [Pri957] Prim, R.C. Shortest Connection networks and some generalizations. *Bell Syst. Techn. J.* 1957, vol. 36.
- [Qin021] Qing, Y. Data center network architecture design for cloud computing. *Converter*. 2021 (1), pp. 23–29.

- [Rec000] *Recommandation G.828 Error performance parameters and objectives for international, constant bit rate synchronous digital paths*. Geneva: ITU-T, 2000, 24 p.
- [Rei980] Reiser, M.; Lavenberg, S.S. Mean Value Analysis of Closed Multichain Queueing Networks. *J. Of the ACM*. 1980, vol. 27, no. 2, pp. 313-322.
- [Rei981] Reiser, M.; Lavenberg, S.S. Mean-value Analysis and Convolution Method for Queue-Dependent Servers in Closed Queueing Networks. *Performance Evaluation*. 1981, vol. 1.
- [Rob994] Robertazzi, T.G. *Computer networks and systems: queuing theory and performance evaluation*. New York: Springer-Verlag, 1994, 368 p.
- [Ros001] Rosen, E.; Viswanathan, A.; Callon, R. *Multiprotocol Label Switching Architecture*. RFC 3031. IETF, January 2001. 61 p. <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc3031> (accessed 06.02.2024).
- [Sad022] Sadiku, I.B.; Ajayi, W.; Sakpere, W.; John-Dewole, T.; Badru, R.A. Effect of traditional and software-defined networking on performance of computer network. *Sci. J. Inform.* 2022, 9 (2), pp. 111–122.
- [Sche967] Scherr, A.L. *An Analysis of Time-Shared Computer Systems*. MIT Press, 1967. 115 p.
- [Schwa987] Schwartz, M. *Telecommunication Networks: Protocols, Modeling and Analysis*. Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1987.
- [Sha016] Sharma, K.; Badarla, V. Curtailing latency in data center network by adopting Jumbo Frames. In: *IEEE International Conference on Advanced Networks and Telecommunications*, pp. 1–6. doi:10.1109/ANTS. 2016. 7947785.
- [Sig991] Сигнаевский, В.А.; Коган, Я.А. *Методы оценки быстродействия вычислительных систем*. М.: Наука, 1991.
- [Sim997] Sima, D.; Fountain, T.; Kacsuc, P. *Advanced Computer Architecture: A Design Space Approach*. Addison-Wesley: Harlow, 1997.
- [Smir975] Смирнов, В.А. *Исследование вопросов математического моделирования сети вычислительных центров коллективного пользования*. Автореф. канд. дисс. М.: НИИАСУ, 1975.

- \*Sov990+ Советов, Б.Я.; Яковлев, С.А. *Построение сетей интегрального обслуживания*. Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1990.
- [Spr981] Sproule, D.E.; Mellor, F. Routing, Flow and Congestion Control in the Datarac Networks. *IEEE Trans.* 1981, vol. COM-29, no. 4.
- [Spu000] Spurgeon, C.E. *Ethernet The Definitive Guide*. O'Reilly&Association, Inc., 2000.
- [Stal997] Stallings W. *Local and Metropolitan Data Network*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1997. 603 p.
- [Stat966] *Статистика ошибок при передаче цифровой информации*. М., Связь, 1966.
- [Stei969] Steiglitz, K.; Wiener, P.; Kleitman, D. The Design of Minimum Cost Survivable Networks. *IEEE Trans.* 1969, vol. ST-16.
- [Stu985] Stuck, B.; Arthurs, E.A. *Computer Communications Network Performance Analysis Primer*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1985.
- \*Sva975+ Шварцман, В.О. *Расчет надежных характеристик трактов передачи данных*. М.: Связь, 1975.
- [Sve004] Sveriniuc, A.; Bolun, I. O aplicație de configurare a setului de servere și distribuire a interogărilor în rețelele locale. În: *Simpozionul internațional al tinerilor cercetători*. Chișinău: Editura ASEM, 2004.
- [Tane021] Tanenbaum, A.S.; Feamster, N.; Wetherall, D. *Computer networks*. 6th ed. Pearson Education Limited, 2021. 922 p.
- [Tob980] Tobagi, F.; Hunt, V. Performance Analysis of Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection. *Computer Networks*, October-November 1980.
- [Trig972+ Тригуб, В.Ф.; Янбых, Г.Ф. Об одном подходе к оптимизации структуры ведомственной сети связи. В: *Техническая кибернетика*. Киев: Изд-во АН УССР, 1972.
- [Tun015] Tuncer, Daphne; Charalambides, Marinos; Clayman, Stuart; Pavlou, George. Adaptive Resource Management and Control in Software Defined Networks. *IEEE Transactions on Network and Service Management*. 2015, 12 (1), pp. 18–33. doi:10.1109/TNSM.2015.2402752hdl:10044/1/ 63600 S2CID 9215618\_
- [Usi202] *Using Transaction Cost Analysis for Site Capacity Planning*. Microsoft Corporation, July 2002. <https://www.microsoft.com/>

- technet/prodtechnol/comm/comm2002/plan/cs02tcas.msp (accessed 19.03.2024).
- [Vad006] Vadakital, V.K.M.; Hannuksela, M.M.; Razaeei, M.; Gabbouj, M. Optimal IP Packet Size for Efficient Data Transmission in DVB-H. In: *Proceedings of the 7th Nordic Conference: Signal Processing Symposium, July 2006*. NORSIG, 2006. pp. 82-85.
- [Vic019] Vicentini, Cleverton; Santin, Altair; Viegas, Eduardo; Abreu, Vilmar. SDN-based and multitenant-aware resource provisioning mechanism for cloud-based big data streaming. *Journal of Network and Computer Applications*. 2019, 126, pp. 133–149. doi:10.1016/j.jnca.2018.11.005. S2CID57941895.
- \*Vor908+ Voronoï, Georges. Nouvelles applications des paramètres continus à la théorie des formes quadratiques. Premier mémoire. Sur quelques propriétés des formes quadratiques positives parfaites. *Journal für die Reine und Angewandte Mathematik*. 1908 (133), pp. 97–178.
- [Wai022] *The State of Waiting in Line*. June 2022. <https://waitwhile.com/assets/pdf/waiting-in-line-consumer-survey.pdf?ref=waitwhile-blog> (accessed 28.12.2024).
- [Wha023] *What is Bit Error Rate or BER?* EverythingRF. May 25, 2023. <https://www.everythingrf.com/community/what-is-bit-error-rate-or-ber#:~:text=Achieving%20a%20lower%20BER%20often,ensure%20more%20reliable%20data%20transmission> (accessed 10.06.2025).
- [Wha025] *What is BER (bit error ratio) and BERT (bit error ratio tester)?* Fiber Optics for Sale Co., 2025, [https://www.fiberoptics4sale.com/blogs/archive-posts/95047174-what-is-ber-bit-error-ratio-and-bert-bit-error-ratio-tester?srsltid=AfmBOopwKlGn\\_orBnWbGBmsz1uUaDdP1xjL32j-BIZaZ\\_MORiQiaVbXy](https://www.fiberoptics4sale.com/blogs/archive-posts/95047174-what-is-ber-bit-error-ratio-and-bert-bit-error-ratio-tester?srsltid=AfmBOopwKlGn_orBnWbGBmsz1uUaDdP1xjL32j-BIZaZ_MORiQiaVbXy) (accessed 24.07.2025).
- [Wint009] Winter, R.; Faustini, A.; Law, D. et al., *Ethernet Jumbo Frames*. Ethernet Alliance, 2009, 10 p. <http://www.ethernetalliance.org/wp-content/uploads/2011/10/EA-Ethernet-Jumbo-Frames-v0-1.pdf> (accessed 06.06.2025).
- [Yan004] Yang, L.; Dantu, R.; Anderson, T.; Gopal, R. *RFC 3746 Forwarding and Control Element Separation (ForCES) Framework*. Internet Engineering Task Force, 2004. doi:10.17487/RFC3746.

[Yeg012] Yeganeh, S.H.; Ganjali, Y. Kandoo: A Framework for Efficient and Scalable Offloading of Control Applications. In: *Proceedings of the first workshop on Hot topics in software defined networks*. Helsinki, August 13, 2012, pp. 19-24.

\*Zh982+ Захаров, Г.П. *Методы исследования сетей передачи данных*. М.: Радио и связь, 1982.

[Zai982] Зайченко, Ю.П.; Швецов, А.В. Исследование алгоритмов проектирования структуры абонентской сети передачи данных. *Механизация и автоматизация управления*. Киев, 1982.

\*Zai986+ Зайченко, Ю.П.; Гонта, Ю.В. *Структурная оптимизация сетей ЭВМ*. Киев: Техника, 1986.