



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**

## **Programare în rețea**

**Note de curs**



**2024**

**CZU 004.42(075.8)**

**P 94**

Lucrarea a fost discutată și aprobată pentru editare la ședința Consiliului Facultății Calculatoare, Informatică și Microelectronică, proces-verbal nr.1 din 30.08.2024.

Notele de curs prezente sunt un suport didactico-metodic pentru disciplinele în care *programarea în rețea* este instrumentul prin care aplicațiilor li se atribuie calitate de comunicare în rețelele de calculatoare. Lucrarea este o dezvoltare a unor reperi publicate în resursele informaționale universitare, reieșind din experiențele studenților programelor de studii *Tehnologia informației și Securitate informațională* din cadrul Universității Tehnice a Moldovei, dar poate fi utilă și la dezvoltarea profesională a studenților oricăror programe care îndeplinesc condițiile necesare.

Complexitatea programării de rețea este tratată prin explicarea materiei într-un mod accesibil, furnizând exemple și scenarii practice. Astfel, notele de curs nu se focusează doar pe cunoștințele teoretice, ci dezvoltă și abilitățile practice indispensabile viitorilor specialiști în domeniul tehnologiei și securității informației.

Autori: ing., dr. științe tehnice Dumitru CIORBĂ

ing., magistrul în tehnologia informației Andrei POȘTARU

ing., magistrul în calculatoare și rețele Ana ȚURCAN

ing., magistrul în tehnologia informației Ernest BÎTCĂ

Recenzent: conf. univ., dr. Viorica SUDACEVSCHI

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

**Programare în rețea:** Note de curs / Dumitru Ciorbă, Andrei Poștaru, Ana Țurcan, Ernest Bîtcă; Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică, Departamentul Ingineria Software și Automatică.

– Chișinău: Tehnica-UTM, 2024. – 110 p.: fig. color, tab.

Aut. indicați pe verso f. de tit. – Bibliogr.: p. 107-110 (35 tit.). – 50 ex.

**ISBN 978-9975-64-463-1.**

**© UTM, 2024**

# CUPRINS

1	ELEMENTE ALE PROCESĂRII CONCURRENTE .....	4
1.1.	Evoluția și impactul multithreading-ului asupra procesării concurrente .....	5
1.2.	Modele de execuție concurrentă și tehnici de sincronizare.....	6
1.3.	Programarea concurrentă în limbajul C#.....	12
1.3.1.	Fundamente privind organizarea concurenței.....	12
1.3.2.	Crearea și utilizarea firelor de execuție .....	15
1.3.3.	Structuri C# pentru sincronizare.....	18
1.3.4.	Colecții sigure în contextul multiplelor fire de execuție.....	20
1.3.5.	Aspecte de proiectare ale aplicațiilor concurrente .....	22
1.4.	Recomandări privind lucrul individual.....	29
1.5.	Sarcini tip pentru activitățile individuale .....	31
2	COMUNICAREA ÎN WEB: PROTOCOL ȘI APLICAȚIE CLIENT HTTP ..	36
2.1.	Date istorice .....	37
2.2.	Considerații generale privind protocolul HTTP .....	39
2.3.	Aspecte ale securității informatice .....	44
2.3.1.	Securizarea comunicațiilor HTTP .....	44
2.3.2.	Antete de securitate .....	48
2.4.	Recomandări privind lucrul individual.....	53
2.4.1.	Utilitarul cURL.....	53
2.4.2.	Postman API Client.....	56
2.4.3.	Clasa HttpClient .....	61
2.5.	Sarcini tip pentru activitățile individuale .....	63
3	APLICAȚII ȘI PROTOCOALE DE POȘTĂ ELECTRONICĂ .....	65
3.1.	Date istorice .....	66
3.2.	Considerații generale privind transmisia scrisorilor electronice .....	66
3.3.	Aspecte ale securității informatice .....	68
3.3.1.	Aspecte de securitate în protocoalele de poștă electronică .....	68
3.3.2.	Antete de securitate în protocoalele de poștă electronică .....	69
3.4.	Recomandări privind lucrul individual.....	73
3.4.1.	Servicii de poștă electronică: SMTP și POP3.....	73
3.4.2.	Librăria MailKit pentru poșta electronică.....	82
3.5.	Sarcini tip pentru activitățile individuale .....	88
4	SOCKETS API.....	89
4.1.	Date istorice .....	90
4.2.	Sockets – model generic pentru interfața de rețea.....	91
4.3.	Modele pentru tratarea cererilor.....	97
4.4.	Recomandări privind lucrul individual.....	99
4.5.	Sarcini tip pentru activitățile individuale .....	105
	CODURI SURSĂ .....	106
	BIBLIOGRAFIE.....	107

## BIBLIOGRAFIE

1. Andrews, G.R. *Foundations of Multithreaded, Parallel, and Distributed Programming*; Addison-Wesley: Reading, Mass, 2000; ISBN 978-0-201-35752-3.
2. Tanenbaum, A.S.; Bos, H. *Modern Operating Systems*; Fourth edition, global edition.; Pearson: Boston Columbus Indianapolis, 2015; ISBN 978-1-292-06142-9.
3. Akhter, S.; Roberts, J. *Multi-Core Programming: Increasing Performance through Software Multi-Threading*; Books by engineers, for engineers; 1. print.; Intel Press: Hillsboro, Or, 2006; ISBN 978-0-9764832-4-3.
4. Herlihy, M. The Multicore Revolution. In *FSTTCS 2007: Foundations of Software Technology and Theoretical Computer Science*; Arvind, V., Prasad, S., Eds.; Lecture Notes in Computer Science; Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg, 2007; Vol. 4855, pp. 1–8 ISBN 978-3-540-77049-7.
5. Georgescu, H. *Programare concurentă: teorie și aplicații*; Editura Tehnică: București, 1996; ISBN 978-973-31-0895-5.
6. Downey, A. *The Little Book of Semaphores*; 2nd ed.; SoHoBooks: United States, 2008; ISBN 978-1-4414-1868-5.
7. Albahari, J. Threading in C#. In *C# 12 in a Nutshell: The Definitive Reference*; O'Reilly Media, 2023; p. 1083 ISBN 1-09-814744-8.
8. Wagner, B.; Sharkey, K.; Warren, G.; Wenzel, M.; Kulikov, P.; Jones, M.; Latham, L. Threading Objects and Features Available online: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/standard/threading/threading-objects-and-features> (accessed on 3 February 2024).
9. Wagner, B.; Dykstra, T.; Warren, G.; Kulikov, P.; Wenzel, M.; Jones, M.; Latham, L. Threads and Threading Available online: <https://learn.microsoft.com/en->

- us/dotnet/standard/threading/threads-and-threading (accessed on 3 February 2024).
10. Pine, D.; Warren, G.; Poojari, P.; Schonning, N.; Wagner, B.; Coulter, D.; Lee, D.; Wenzel, M.; Schlotbohm, M.; Kulikov, P.; et al. Thread-Safe Collections Available online: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/standard/collections/thread-safe/> (accessed on 3 February 2024).
  11. Cleary, S. *Concurrency in C# Cookbook: Asynchronous, Parallel, and Multithreaded Programming*; Second edition.; O'Reilly Media: Sebastopol, CA, 2019; ISBN 978-1-4920-5450-4.
  12. Berners-Lee, T.; Fielding, R.; Frystyk, H. Internet Engineering Task Force (IETF), RFC Editor. *Hypertext Transfer Protocol - HTTP/1.0*; RFC1945; **1996**. DOI: <https://doi.org/10.17487/RFC1945>.
  13. Fielding, R.; Gettys, J.; Mogul, J.; Frystyk, H.; Masinter, L.; Leach, P.; Berners-Lee, T. Internet Engineering Task Force (IETF), RFC Editor. *Hypertext Transfer Protocol -- HTTP/1.1*; RFC2616; **1999**. DOI: <https://doi.org/10.17487/RFC2616>.
  14. Belshe, M.; Peon, R.; Thomson, M. Internet Engineering Task Force (IETF), RFC Editor. *Hypertext Transfer Protocol Version 2 (HTTP/2)*; RFC7540; **2015**. DOI: <https://doi.org/10.17487/RFC9113>.
  15. Thomson, M.; Benfield, C. Internet Engineering Task Force (IETF), RFC Editor. *HTTP/2*; RFC9113; **2022**. DOI: <https://doi.org/10.17487/RFC9113>.
  16. Bishop, M. Internet Engineering Task Force (IETF), RFC Editor. *HTTP/3*; RFC9114; **2022**. DOI: <https://doi.org/10.17487/RFC9114>.
  17. Tanenbaum, A.S. *Computer Networks*; 4. ed.; Prentice Hall PTR: Upper Saddle River, NJ, 2003; ISBN 978-0-13-066102-9.

18. Fielding, R.T.; Nottingham, M.; Reschke, J.F. Internet Engineering Task Force (IETF), RFC Editor. *HTTP Semantics*; 9110; **2022**. DOI: <https://doi.org/10.17487/RFC9110>.
19. Hodges, J.; Jackson, C.; Barth, A. Internet Engineering Task Force (IETF), RFC Editor. *HTTP Strict Transport Security (HSTS)*; RFC6797; **2012**. DOI: <https://doi.org/10.17487/RFC6797>.
20. West, M. Internet Engineering Task Force (IETF), RFC Editor. *Initial Assignment for the Content Security Policy Directives Registry*; RFC7762; **2016**. DOI: <https://doi.org/10.17487/RFC7762>.
21. Stenberg, D. CURL: Command Line Tool and Library for Transferring Data with URLs Available online: <https://curl.se/> (accessed on 29 January 2024).
22. Reitz, K. Httpbin.Org - a Simple HTTP Request & Response Service Available online: <https://httpbin.org/> (accessed on 30 January 2024).
23. Asthana, A.; Sobti, A.; Kane, A. Postman API Client Available online: <https://www.postman.com/product/api-client/> (accessed on 10 February 2024).
24. Ceci, L. Number of E-Mail Users Worldwide from 2017 to 2026 Available online: <https://www.statista.com/statistics/255080/number-of-e-mail-users-worldwide> (accessed on 30 January 2024).
25. van der Mee, P. Quick 'n Easy Mail Server Available online: [http://www.pablosoftwaresolutions.com/html/quick\\_\\_n\\_easy\\_mail\\_server.html](http://www.pablosoftwaresolutions.com/html/quick__n_easy_mail_server.html) (accessed on 31 January 2024).
26. Klensin, J. Internet Engineering Task Force (IETF), RFC Editor. *Simple Mail Transfer Protocol*; 2821; **2001**. DOI: <https://doi.org/10.17487/RFC2821>.
27. Myers, J.; Rose, M. Internet Engineering Task Force (IETF), RFC Editor. *Post Office Protocol - Version 3*; RFC1939; **1996**. DOI: <https://doi.org/10.17487/RFC1939>.

28. Winett, J.M. RFC Editor. *Definition of a Socket*; RFC0147; **1971**. DOI: <https://doi.org/10.17487/RFC0147>.
29. IEEE. *IEEE Standard Portable Operating System Interface for Computer Environments*; IEEE Std 1003.1-1988/INT; **1988**. DOI: 10.1109/IEEESTD.1988.8684566.
30. Windows Sockets 2 Available online: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows/win32/winsock/windows-sockets-start-page-2> (accessed on 7 August 2024).
31. Stevens, W.R. *UNIX Network Programming*; 2nd ed.; Prentice Hall PTR: Upper Saddle River, NJ, 1998; Vol. 1; ISBN 978-0-13-490012-4.
32. Hall, B. *Beej's Guide to Network Programming: Using Internet Sockets*; Independently published, 2019; ISBN 978-1-70530-990-2.
33. Pine, D. Sockets in .NET Available online: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/fundamentals/networking/sockets/sockets-overview> (accessed on 1 February 2024).
34. Holzmann, G.J. *Design and Validation of Computer Protocols*; Prentice Hall software series; Prentice Hall: Englewood Cliffs, N.J, 1991; ISBN 978-0-13-539925-5.
35. Duca, Ludmila; Cojuhari, Irina; Ciorba, Dumitru; Cojocaru, Svetlana *Limbaje formale și automate finite: Ghid pentru lecțiile practice*; 1st ed.; Editura Tehnica-UTM: Chisinau, 2024; ISBN 978-9975-64-381-8.