

**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII  
MOLDOVA**

**Universitatea Tehnică a Moldovei  
Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică  
Departamentul Ingineria Software și Automatică**

**Admis la susținere  
Șef departament:  
I. Fiodorov, conf. univ. dr.**

**”\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2022**

# **Analiza instrumentelor de monitorizare și modelare a fluxurilor de transport din unitățile discrete**

**Teză de masterat**

<b>Student:</b>	Gramă Marcel, TI-201M
<b>Conducător:</b>	Postovan Dumitru, lector univ, dr.
<b>Consultant:</b>	Cojocaru Svetlana, lector univ.

**Chișinău, 2022**

## ADNOTARE

### la teza de master

**Marcel Grama, tema: „ Analiza instrumentelor de monitorizare si modelare a fluxurilor de transport’’, Universitatea Tehnică din Moldova, FCIM**

**Structura tezei.** Lucrarea de master este formată din adnotări în limbile română și engleză, lucrarea propriu zisa, care conține: introducere, trei capitole, concluzii, recomandări finale , referințe bibliografice , anexe cu materiale ilustrative.

**Obiectul de studiu al tezei.** Studiul tezei se axează pe crearea și cercetarea modelelor de rețele de transport din urbe, fluxurilor de transport din aceste rețele cu scopul fluidizării traficului rutier.

**Problematika studiului.** Minimizarea resurselor în practicele de modelare a fluxurilor continue, utilizând modele virtuale discrete interactive.

**Obiectivele.** Elaborarea instrumentariului integrat de simulare digitală a traficului rețelilor urbane de transport în timp real cu scopul fluidizării traficului .

**Metodele aplicate la realizarea cercetării** –Sinteza logică, proiectare asistată de calculator, analiza rezultatelor modelării bazată pe metodici din statistica matematică.

**Semnificația teoretică** –Minimizarea instrumentarului de modelare a fluxurilor continue de transport din unități discrete, de exemplu prin schimbarea direcției traficului pe anumite străzi.

**Noutatea și originalitatea științifică.** Lucrarea prezintă sinteza unei structuri de instrumentariu pentru modelarea fluxurilor de transport. Rezultatele obținute au o valoare aplicativă și pot fi implementate cu succes în practică .

Rezultatele pot fi utile la studiile de prognozare și fluidizare a traficului, mai ales în mediul urban, unde frecvent se înregistrează blocaje de circulație din cauza numărului mare de autoturisme. Originalitatea științifică o reprezintă structura instrumentariului elaborat, care rămâne neschimbată și în cazul când se cunosc date statistice colectate din practică, fapt ce permite utilizatorului să facă pronosticuri cu marja de eroare stabilită preventiv.

**Cuvinte-cheie ale tezei** - instrumentar, flux continuu, surse discrete de informație, unitate discretă, canal discret, sistem continuu.

## ANNOTATION

### the master's thesis

**Marcel Grama, theme: "Analysis of tools for monitoring and modeling transport flows",  
Technical University of Moldova, FCIM**

**Thesis structure.** The master's thesis consists of annotations in Romanian and English, the actual paper, which contains: introduction, three chapters, conclusions, final. recommendations, bibliographic references and illustrative materials.

**The object of study of the thesis.** The study of the thesis focuses on the creation and research of models of transport networks in cities, transport flows in these networks in order to streamline road traffic.

**The issue of the study.** Minimize resources in continuous flow modeling practices, using discrete interactive virtual models.

**The objectives.** Elaboration of the Integrated Instrumentation for digital simulation of urban transport networks in order to streamline urban traffic in real time

**Methods applied to conducting research** - logical method, comparison method, empirical methods, etc.

**Theoretical significance** - the study investigates the instrumentation of modeling continuous transport flows from discrete units, scientific research deepens the topic under study Scientific novelty and originality. The paper presents a model of tools for modeling transport inflows, the ideas presented have an applicative value, can be successfully implemented in practice and can lead to traffic flow, especially in urban areas where a large number of cars are registered. The scientific originality is represented by the elaborated recommendations.

**Thesis keywords** - instrumental, continuous flow, discrete sources of information, discrete unit, discrete channel, continuous system.

## CUPRINS

<b>INTRODUCERE.....</b>	<b>8</b>
<b>CAPITOLUL I. ASPECTE TEORETICE PRIVIND FLUXURILE CONTINUE DE TRANSPORT DIN UNITĂȚI DISCRETE.....</b>	<b>12</b>
1.1 Conceptul de flux continuu de transport.....	12
1.2 Definiții și terminologie privind sursele discrete de informație.....	17
1.3 Tipuri de surse discrete .....	19
<b>CAPITOLUL II. ANALIZA INSTRUMENTARULUI DE MODELARE A FLUXURILOR CONTINUE DE TRANSPORT DIN UNITĂȚI DISCRETE.....</b>	<b>25</b>
2.1 Parametrii surselor discrete.....	25
2.2 Modele de canale discrete.....	27
2.3 Exemple de canale discrete.....	31
<b>CAPITOLUL III. STUDIU PRACTIC. INSTRUMENTARIU DE MODELARE A FLUXURILOR CONTINUE DE TRANSPORT DIN UNITĂȚI DISCRETE.....</b>	<b>33</b>
3.1 Măsură informației în sisteme continue.....	33
3.2 Instrumentariu de modelare a fluxurilor continue de transport din unități discrete.....	33
3.3 Modelarea traficului rutier urban .....	61
<b>CONCLUZII.....</b>	<b>76</b>
<b>BIBLIOGRAFIE.....</b>	<b>78</b>

## INTRODUCERE

**Actualitatea și importanța temei.** În studiul de față ne-am propus să abordăm o temă de actualitate și anume: modelarea fluxurilor continue de transport din unități discrete. Gestionarea traficului este una dintre cele mai importante sarcini. În megaurbele moderne, urbanizarea împreună cu dezvoltarea industriei transportului rutier a dus la apariția fluxuri uriașe de mașini care se deplasează pe străzile moderne a orașelor mari. Nu este de mirare că o mare aglomerație de mașini în condiții limitată - în mare măsură stabilită - infrastructura de transport rutier duce la congestionarea pe drumuri și, ca urmare, la întârzieri forțate în lanțurile de aprovizionare.

Acesta din urmă, la rândul său, implică pierderi serioase în economie. Acest fapt, împreună cu multe altele, implică necesitatea în formarea de strategii și concepte de management pentru management fluxurile de trafic și redistribuirea acestora.

Primele orașe din lume care s-au confruntat cu problema aglomerației și a „blocurilor de trafic” pe drumuri, erau New York și Tokyo. Desigur, astăzi momentul în care aceste orașe au cea mai semnificativă experiență în rezolvare probleme de trafic rutier. Este cunoscut, ca metodele de modelare a transportului pot utiliza o serie de teorii, inclusiv probabilitatea și statisticile, ecuațiile diferențiale și metodele numerice. (Wikipedia, Смирнов Н.Н., Киселёв А.Б., Никитин В.Ф., Юмашев М.В. Математическое моделирование автотранспортных потоков // мех-мат МГУ, 1999.)

Gestionarea traficului este una dintre cele mai importante sarcini a megaorașelor moderne. Într-adevăr, urbanizarea împreună cu dezvoltarea industriei transportului rutier a dus la apariția fluxurilor uriașe de mașini care se deplasează pe străzile moderne în orașele mari. Nu este de mirare că o mare aglomerație de mașini în condiții limitate - în mare măsură stabilite de infrastructura de transport rutier duce la congestionarea pe drumuri și, ca urmare, la întârzieri forțate în lanțurile de aprovizionare. ([https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/71/Simulation\\_Table.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/71/Simulation_Table.JPG))

Acesta din urmă, la rândul său, implică pierderi serioase în economie. Acest fapt, împreună cu multe altele, implică necesitatea de formare de strategii și concepte de management a fluxurilor de trafic și redistribuirea acestora. Primele orașe din lume care s-au confruntat cu problema aglomerației și a „blocurilor de trafic” pe drumuri, erau New York și Tokyo. Desigur, astăzi aceste orașe au cea mai semnificativă experiență în rezolvare probleme de trafic rutier.

Simularea traficului sau simularea sistemelor de transport este simularea matematică a sistemelor de transport (de exemplu, intersecții de autostrăzi, trasee arteriale, sensuri giratorii, sisteme în rețea în centrul orașului etc.) prin utilizarea unui software de calculator care ajută la o mai bună planificare, proiectare și opera sisteme de transport. Modelarea sistemelor de transport a început în urmă cu peste patruzeci de ani și este astăzi un domeniu important al disciplinei în ingineria traficului și planificarea transportului.

Diverse agenții de transport naționale și locale, instituții academice și firme de consultanță folosesc simulări pentru a ajuta la gestionarea rețelelor de transport. Modelarea transportului este importantă deoarece poate studia modele prea complexe pentru procesare analitică sau numerică, poate fi folosită pentru cercetări experimentale, poate studia relații detaliate care s-ar putea pierde în procesarea analitică sau numerică și poate crea afișări vizuale convingătoare ale prezent și viitor.scenarie. Pentru a înțelege modelarea, este important să înțelegem conceptul de stare a sistemului, care este o colecție de variabile care conține suficiente informații pentru a descrie evoluția unui sistem în timp. Starea sistemului poate fi discretă sau continuă. Modelele de simulare a traficului sunt clasificate după timp, stare și spațiu discret și continuu. Simulare de trafic (-[https://ru.abcdef.wiki/wiki/Traffic\\_simulation](https://ru.abcdef.wiki/wiki/Traffic_simulation))

**Metoda Monte Carlo** - una dintre cele mai vechi simulări ale evenimentelor discrete este simularea Monte Carlo, care utilizează o serie de numere aleatorii pentru a sintetiza condițiile de mișcare.

**Modelul automatului celular** Acesta a fost urmat de modelul automatului celular, care generează aleatoriu din reguli deterministe.

### **Simularea evenimentelor discrete și în timp continuu**

Metodele ulterioare folosesc fie simularea evenimentelor discrete, fie simularea în timp continuu. Modelele de simulare ale evenimentelor discrete sunt atât stocastice (cu componente aleatoare) cât și dinamice (timpul este o variabilă). Cozile cu un singur server, de exemplu, pot fi modelate foarte bine prin simularea evenimentelor discrete, deoarece serverele sunt de obicei situate în aceeași locație și, prin urmare, sunt discrete (de exemplu, semafoare). Pe de altă parte, modelarea temporală continuă poate rezolva problema modelării evenimentelor discrete atunci când doriți ca modelul să aibă căi de intrare, stare și ieșire într-un interval de timp. Această metodă necesită utilizarea ecuațiilor diferențiale, în special a metodelor de integrare numerică. Aceste ecuații pot varia de la metode simple, cum ar fi metoda Euler, până la metodele serie Taylor de ordin superior, cum ar fi metoda Heun și Runge-Kutta. Modele auto O clasă de modele microscopice în timp continuu cunoscute sub numele de modele de urmărire a vehiculelor se bazează, de asemenea, pe ecuații diferențiale.

Modelele semnificative includ trompeta, modelele de șofer inteligent și modelul GUIPS. Ei modelează comportamentul fiecărui vehicul individual ("microscopic") pentru a vedea cum afectează întregul sistem de transport ("macroscopic"). Utilizarea unei metode numerice cu un model de urmărire a vehiculelor (cum ar fi un model Gippsian cu un model Heun) poate oferi informații importante despre condițiile drumului, cum ar fi întârzierile sistemului și blocajele. Planificarea sistemului Tehnicile de mai sus sunt utilizate în mod obișnuit pentru a modela comportamentul unui sistem existent și adesea se concentrează pe zone specifice de interes în

diferite condiții (cum ar fi replanificarea, închiderea benzilor și diferite niveluri de trafic). Planificarea și prognoza traficului pot fi utilizate pentru a obține o înțelegere mai largă a nevoilor de trafic într-o zonă geografică extinsă și pentru a prezice nivelurile viitoare de trafic la diferite legături (secțiuni) din rețea, inclusiv diferite scenarii de creștere, cu bucle de feedback pentru a lua în considerare efectele congestiei. privind repartizarea deplasărilor. (Simulare de trafic - [https://ru.abcdef.wiki/wiki/Traffic\\_simulation#Traffic\\_models](https://ru.abcdef.wiki/wiki/Traffic_simulation#Traffic_models))

**Obiective:**

1. fluidizarea traficului
2. elaborarea instrumentarului care permite fluidizarea a traficului

**Metodele utilizate:**

- metoda logică a fost folosită în vederea sintezei punctelor de vedere ale autorilor menționați cu privire la tema investigată, precum și în expunerea concluziilor proprii;
- metodele grafică și tabelară – utilizate pentru prezentarea mai accesibilă a materialului tezei.

**Baza informațională.** Tema dată este pe larg abordată în literatura de specialitate. Sinteza bibliografică a tezei au constituit-o conceptele, propunerile, publicațiile, experiența și cunoștințele vaste ale îndrumătorilor contemporani precum: Chițul I, Nicolaev P. etc.

**Structura lucrării.** Scopul și sarcinile cercetării au prefigurat structura lucrării, care constă din adnotare, introducere, trei capitole, concluzii și referințe bibliografice.

În primul capitol “**ASPECTE TEORETICE PRIVIND FLUXURILE CONTINUE DE TRANSPORT DIN UNITĂȚI DISCRETE**”, este prezentat conceptul de flux continuu de transport, definițiile și terminologia privind sursele discrete de informație și tipurile de surse discrete.

Capitolul doi intitulat “**ANALIZA INSTRUMENTARULUI DE MODELARE A FLUXURILOR CONTINUE DE TRANSPORT DIN UNITĂȚI DISCRETE**”, în cadrul acestui capitol sunt analizați parametrii surselor discrete, modelele de canale discrete și exemplele de canale discrete.

Capitolul III “**STUDIUL PRACTIC. INSTRUMENTARIU DE MODELARE A FLUXURILOR CONTINUE DE TRANSPORT DIN UNITĂȚI DISCRETE**”, este analizată măsura informației în sisteme continue, este prezentat instrumentarul de modelare a fluxurilor continue de transport din unități discrete, este prezentată modelarea traficului rutier urban.

În **concluzii** sunt formulate concluziile generale și recomandările elaborate asupra temei studiate. Lucrarea de față reprezintă un amplu studiu științific, fiind elaborate recomandări privind modelarea fluxurilor continue de transport din unități discrete.

## BIBLIOGRAFIE

### Cărți, monografii:

1. Al. Spătaru, Teoria Transmisiunii Informației, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983.
2. Al. Spătaru, Fondaments de la Theorie de la Transmission de l'Information, Presses Polytechnique Romandes, 1987.
3. A.T. Murgan, Principiile Teoriei Informației în Ingineria Informației și a Comunicațiilor, Editura Academiei Romane, București, 1998.
4. A.T. Murgan, Iulia Spanu, Inge Gavata, I. Sztojanov, V.E. Neagoe, Adriana Vlad, Teoria Transmisiunii Informației. Probleme, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983
5. Amariei V., Managementul transportului public urban municipiul Chișinău. Chișinău, Reclama, 2006.
6. Alcaz T., ș.a., Organizarea și securitatea circulației rutiere, Chișinău, U.T.M., 2006, 108 p.
7. Boroiu, A., Neagu E., Trafic rutier și siguranța circulației rutiere. Aplicații, Editura Universității din Pitești, 2015.
8. Chițul I. Teoria transmisiunii informației. UTM, 2004-2007.
9. Chițul I. și alții „Teoria transmisiunii informației”, note de curs, partea a doua, Semnale deterministe și sisteme liniare, Chișinău, Tehnica-UTM, 2016
10. Chițul I. și alții „Teoria transmisiunii informației”, note de curs, partea a treia, Semnale aliatoare și zgomote, Chișinău, Tehnica-UTM, 2016
11. Chițul I. și alții „Teoria transmisiunii informației”, note de curs, partea a patra, Semnale modulate analogic, Chișinău, Tehnica-UTM, 2016
12. Chițul I. și alții „Teoria transmisiunii informației”, note de curs, partea a cincea, Influența zgomotului în sistemele analogice de transmisiune a informației, Chișinău, Tehnica-UTM, 2017
13. Chițul I. și alții „Teoria transmisiunii informației”, note de curs, partea a șasea, Eșantionarea și conversia analogic-digitală a semnalelor, Chișinău, Tehnica-UTM, 2017
14. Nicolaev P. și alții. Teoria transmisiunii informației. Curs electronic. – Chisinau, Editura Tehnica-UTM, 2014.
15. Onceanu V. Organizarea și siguranța traficului rutier. Chișinău: Academia de poliție „Ștefan cel Mare, 2006.
16. R. Rădescu, Rodica Stoian, Teoria Informației și a Codurilor - îndrumar de laborator, Ed. Printech, 1998
17. Rodica Stoian, Lucian Andrei Perișoară, Teoria Informației și a Codurilor – Aplicații, Editura Politehnica Press, 2010.



18. Stănescu, M., Caramihai, S.I., Curaj, A., Popescu, O., Popescu D.C., Catana, D. Sisteme dinamice cu evenimente discrete, Universitatea "Politehnica" București (Tipar rotaprint)б 1996.
19. Бриллюэн Л. Наука и теория информации. – М.: Физматгиз, 1960.
20. Галлар Р. Теория информации и надежная связь. – М.: Сов.радио, 1974.
21. Дмитриев В.И. Прикладная теория информации. – М.: Высшая школа, 1989.
22. Кицул И и др. Теория передачи информации, ч.8. – Кишинэу: ТУМ, 2006.
23. Кудряшов Б.Д. Теория информации. – М.: Радио и Связь, 1981.
24. Коган И.М. Прикладная теория информации. – М.: Радио и Связь, 1981.
25. Хохлов Г.И. Основы теории информации. – М.: Академия, 2008.
26. Яглом А.М., Яглом И.М. Вероятность и информация.– М.: Комкнига, 2007.
27. Cover T.M., Joy A. Thomas. Elements of Information Theory, Wiley-Interscience, 2006
28. Yamalidou, E.C., Patsidou, E.P. and Kantor, J.C. "Modeling discrete-event dynamical systems for chemical process control – A survey of several new techniques", Computers chem. Engng., Vol. 14, No. 3, 1990.
29. Zhou, M.C. and DiCesare, F. Petri Net Synthesis for Discrete Event Control of Manufacturing Systems, Kluwer, Boston, 1993.