

ISSN 2518-1726 (Online),
ISSN 1991-346X (Print)



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН»

N E W S

OF THE NATIONAL ACADEMY OF
SCIENCES OF THE REPUBLIC OF
KAZAKHSTAN

SERIES OF PHYSICS AND MATHEMATICS

2 (354)

APRIL – JUNE 2025

PUBLISHED SINCE JANUARY 1963
PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

CHIEF EDITOR:

MUTANOV Galimkair Mutanovich, doctor of technical sciences, professor, academician of NAS RK, acting General Director of the Institute of Information and Computing Technologies CS MES RK (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506682964>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1423665>

EDITORIAL BOARD:

KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich, (Deputy Editor-in-Chief), Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Advisor to the General Director of the Institute of Information and Computing Technologies of the CS MES RK, Head of the Laboratory (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56153126500>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2428551>

Mamyrbayev Orken Zhumazhanovich, (Academic Secretary), PhD in Information Systems, Deputy Director for Science of the Institute of Information and Computing Technologies CS MES RK (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55967630400>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1774027>

BAIGUNCHEKOV Zhumadil Zhanabaeovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Institute of Cybernetics and Information Technologies, Department of Applied Mechanics and Engineering Graphics, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506823633>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1923423>

WOICIK Waldemar, Doctor of Technical Sciences (Phys.-Math.), Professor of the Lublin University of Technology (Lublin, Poland), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7005121594>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/678586>

SMOLARJ Andrej, Associate Professor Faculty of Electronics, Lublin polytechnic university (Lublin, Poland), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56249263000>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1268523>

KEILAN Alimkhan, Doctor of Technical Sciences, Professor (Doctor of science (Japan)), chief researcher of Institute of Information and Computational Technologies CS MES RK (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8701101900>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1436451>

KHAIROVA Nina, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher of the Institute of Information and Computational Technologies CS MES RK (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=37461441200>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1768515>

OTMAN Mohamed, PhD, Professor of Computer Science Department of Communication Technology and Networks, Putra University Malaysia (Selangor, Malaysia), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56036884700>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/747649>

NYSANBAYEVA Saule Yerkebulanovna, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher of the Institute of Information and Computing Technologies CS MES RK (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55453992600>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/3802041>

BIYASHEV Rustam Gakashevich, doctor of technical sciences, professor, Deputy Director of the Institute for Informatics and Management Problems, Head of the Information Security Laboratory (Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603642864>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/3802016>

KAPALOVA Nursulu Aldazharovna, Candidate of Technical Sciences, Head of the Laboratory cybersecurity, Institute of Information and Computing Technologies CS MES RK (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57191242124>

KOVALYOV Alexander Mikhailovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician of the National Academy of Sciences of Ukraine, Institute of Applied Mathematics and Mechanics (Donetsk, Ukraine), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7202799321>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/38481396>

MIKHALEVICH Alexander Alexandrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of Belarus (Minsk, Belarus), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004159952>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/46249977>

TIGHINEANU Ion Mihailovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician, President of the Academy of Sciences of Moldova, Technical University of Moldova (Chisinau, Moldova), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006315935>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/524462>

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

Series of Physics and Mathematics

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (Almaty).

Certificate No. **KZ20VPY00113741** on the re-registration of the periodical printed and online publication of the information agency, issued on **28.02.2025** by the Republican State Institution «Information Committee» of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan

Subject area: *information and communication technologies.*

Currently: *included in the list of journals recommended by the CCSES MSHE RK in the direction of «Information and communication technologies».*

Periodicity: *4 times a year.*

Editorial address: *28, Shevchenko str., of. 219, Almaty, 050010, tel. 272-13-19*

<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>

БАС РЕДАКТОР:

МҮТАНОВ Ғалымқайыр Мұтанұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР ҒЖБМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты» бас директорының м.а. (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506682964>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1423665>

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

ҚАЛИМОЛДАЕВ Максат Нұрәділұлы, (бас редактордың орынбасары), физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР ҒЖБМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты» бас директорының кеңесшісі, зертхана меңгерушісі (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56153126500>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2428551>

МАМЫРБАЕВ Өркен Жұмажанұлы (ғалым хатшы), Ақпараттық жүйелер саласындағы техника ғылымдарының (PhD) докторы, ҚР ҒЖБМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты» директорының ғылым жөніндегі орынбасары (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55967630400>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1774027>

БАЙГҮНЧЕКОВ Жүмаділ Жанабайұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Кибернетика және ақпараттық технологиялар институты, Қолданбалы механика және инженерлік графика кафедрасы, Сәтбаев университеті (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506823633>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1923423>

ВОЙЧИК Вальдемар, техника ғылымдарының докторы (физ-мат), Люблин технологиялық университетінің профессоры (Люблин, Польша), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7005121594>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/678586>

СМОЛАРЖ Анджей, Люблин политехникалық университетінің электроника факультетінің доценті (Люблин, Польша), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56249263000>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1268523>

КЕЙЛАН Әлімхан, техника ғылымдарының докторы, профессор (ғылым докторы (Жапония)), ҚР ҒЖБМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институтының» бас ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8701101900>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1436451>

ХАЙРОВА Нина, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҒЖБМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институтының» бас ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=37461441200>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1768515>

ОТМАН Мохаммед, PhD, Информатика, Коммуникациялық технологиялар және желілер кафедрасының профессоры, Путра университеті Малайзия (Селангор, Малайзия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56036884700>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/747649>

НЫСАНБАЕВА Сауле Еркебұланқызы, техника ғылымдарының докторы, доцент, ҚР ҒЖБМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институтының» аға ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55453992600>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/3802041>

БИЯШЕВ Рустам Гакашевич, техника ғылымдарының докторы, профессор, Информатика және басқару мәселелері институты директорының орынбасары, Ақпараттық қауіпсіздік зертханасының меңгерушісі (Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603642864>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/3802016>

КАПАЛОВА Нұрсұлу Алдажарқызы, техника ғылымдарының кандидаты, ҚР ҒЖБМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты», Киберқауіпсіздік зертханасының меңгерушісі (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57191242124>,

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, Украина Ұлттық Ғылым академиясының академигі, Қолданбалы математика және механика институты (Донецк, Украина), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7202799321>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/38481396>

МИХАЛЕВИЧ Александр Александрович, техника ғылымдарының докторы, профессор, Беларусь Ұлттық Ғылым академиясының академигі (Минск, Беларусь), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004159952>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/46249977>

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, академик, Молдова Ғылым Академиясының президенті, Молдова техникалық университеті (Кишинев, Молдова), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006315935>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/524462>

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика-математика сериясы».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Меншіктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы).

Ақпарат агенттігінің мерзімді баспасөз басылымын, ақпарат агенттігін және желілік басылымды қайта есепке қою туралы ҚР Мәдениет және Ақпарат министрлігі «Ақпарат комитеті» Республикалық мемлекеттік мекемесі **28.02.2025** ж. берген №**KZ20VPY00113741** Куәлік.

Тақырыптық бағыты: *ақпараттық-коммуникациялық технологиялар*

Қазіргі уақытта: *«ақпараттық-коммуникациялық технологиялар» бағыты бойынша ҚР БҒМ БҒСБК ұсынған журналдар тізіміне енді.*

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Редакцияның мекен-жайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., тел.: 272-13-19

<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>

© «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ, 2025

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

МУТАНОВ Галимканр Мутанович, доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, и.о. генерального директора «Института информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506682964>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1423665>

Редакционная коллегия:

КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович, (заместитель главного редактора), доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, советник генерального директора «Института информационных и вычислительных технологий» Комитета науки МНВО РК (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56153126500>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2428551>

МАМЫРБАЕВ Оркен Жумажанович, (ученый секретарь), доктор философии (PhD) по специальности «Информационные системы», заместитель директора по науке РГП «Институт информационных и вычислительных технологий» Комитета науки МНВО РК (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55967630400>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1774027>

БАЙГУНЧЕКОВ Жумадил Жанабаевич, доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, Институт кибернетики и информационных технологий, кафедра прикладной механики и инженерной графики, Университет Сатпаева (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506823633>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1923423>

ВОЙЧИК Вальдемар, доктор технических наук (физ.-мат.), профессор Люблинского технологического университета (Люблин, Польша), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7005121594>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/678586>

СМОЛЯРЖ Андей, доцент факультета электроники Люблинского политехнического университета (Люблин, Польша), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56249263000>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1268523>

КЕЙЛАН Алимхан, доктор технических наук, профессор (Doctor of science (Japan)), главный научный сотрудник РГП «Института информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8701101900>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1436451>

ХАЙРОВА Нина, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник РГП «Института информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=37461441200>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1768515>

ОТМАН Мохамед, доктор философии, профессор компьютерных наук, Департамент коммуникационных технологий и сетей, Университет Путра Малайзия (Селангор, Малайзия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56036884700>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/747649>

НЫСАНБАЕВА Сауле Еркебулановна, доктор технических наук, доцент, старший научный сотрудник РГП «Института информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55453992600>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/3802041>

БИЯШЕВ Рустам Гакашевич, доктор технических наук, профессор, заместитель директора Института проблем информатики и управления, заведующий лабораторией информационной безопасности (Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603642864>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/3802016>

КАПАЛОВА Нурсулу Алдажаровна, кандидат технических наук, заведующий лабораторией кибербезопасности РГП «Института информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57191242124>

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, доктор физико-математических наук, академик НАН Украины, Институт прикладной математики и механики (Донецк, Украина), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7202799321>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/38481396>

МИХАЛЕВИЧ Александр Александрович, доктор технических наук, профессор, академик НАН Беларуси (Минск, Беларусь), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004159952>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/46249977>

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, доктор физико-математических наук, академик, президент Академии наук Молдовы, Технический университет Молдовы (Кишинев, Молдова), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006315935>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/524462>

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Собственник: *Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы).*

Свидетельство о постановке на переучет периодического печатного издания, информационного агентства и сетевого издания № **KZ20VPU00113741**. Дата выдачи **28.02.2025**

Тематическая направленность: *информационно-коммуникационные технологии.*

В настоящее время: *вошел в список журналов, рекомендованных КОКШВО МНВО РК по направлению «информационно-коммуникационные технологии».*

Периодичность: *4 раза в год.*

Адрес редакции: *050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, оф. 219, тел.: 272-13-19*
<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>

© РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан», 2025

CONTENTS

INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

O. Auyelbekov, E. Bostanov, R. Berkutbayeva, A. Seidildayeva, I. Musabekova ANALYSIS OF AGRICULTURAL YIELDS IN KAZAKHSTAN USING UNMANNED AERIAL VEHICLES AND AI.....	12
S.T. Akhmetova, S.U. Ismailov, A.A. Batyrbekov, A.S. Ismailova PREREQUISITES FOR CREATION OF A VIRTUAL 3D MODEL OF AN UNMANNED UNIVERSAL CROPPING TRACTOR.....	33
A. Bekarystankyzy, O. Mamyrbayev, D. Oralbekova, A. Yerimbetova, M. Turdalyuly TESTING THE AUDIO-TEXT DATASET FOR KAZAKH LANGUAGE USING THE CONFORMER ENCODER.....	50
G. Bekmanova, M. Kantureeva, A. Omarbekova, B. Ergesh, A. Zakirova THE USE AND IMPACT ASSESSMENT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN HIGHER EDUCATION.....	61
N.S. Yesmukhamedov, S. Sapakova, Syed Abdul Rahman Al-Haddad, D. Daniyarova DEVELOPMENT OF AN INFORMATION SYSTEM ARCHITECTURE FOR HEALTHCARE INSTITUTIONS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE.....	74
T. Zhukabayeva, V. Desnitsky, Y. Mardenov, N. Karabayev INFORMATION SECURITY INCIDENT MANAGEMENT IN IIOT SYSTEMS WITH EDGE COMPUTING.....	92
M. Ilesbay, A. Tynymbayev, S. Mambetov, A. Barakova, O. Joldasbayev INTEGRATED METHOD OF INFORMATION PROTECTION BASED ON DATA COMPRESSION, ENCRYPTION AND SEPARATION.....	107
B.A. Karibayev, N. Meirambekuly, M. Ibraim, A.S. Baikenov, G.B. Ikhsan DESIGN OF A SIX-ELEMENT S-BAND ANTENNA ARRAY FOR CUBESAT.....	125
N. Karymsakova, K. Ozhikenov, M. Bolysbek, R. Beisembekova ARCHITECTURE OF THE MEDICAL REHABILITATION PLATFORM.....	140

D. Kuanyshbay, A. Shoiynbek, K. Rabbany, A. Bekarystankyzy, A. Mukhametzhanov COMPARISON OF MACHINE LEARNING AND REINFORCEMENT LEARNING FOR DEPRESSION RECOGNITION FROM SPEECH.....	155
E. Nysanov, Zh. Kemelbekova, E. Abdrashova, S. Kurakbaeva, A. Baydibekova MODELING AND CALCULATION OF THE FLOW OF THREE-PHASE MEDIA WITH VARIABLE CONCENTRATIONS.....	169
B. Orazbaev, Z. Kuzhukhanova, K. Orazbaeva, A. Kishubaeva DEVELOPMENT OF MODELS OF ATMOSPHERIC AND RECTIFICATION COLUMNS IN PRIMARY OIL REFINING.....	181
D. Rakhimova, A. Sarsenbayeva, A. Turarbek, A. Auezova THE USE OF DEEP LEARNING TO IMPROVE THE ACCURACY OF ANSWERS IN MULTILINGUAL QUESTION-AND-ANSWER SYSTEMS...	196
L. Rzayeva, D. Pogolovkin, A. Myrzatay DEVELOPMENT OF A MODULAR NLP-BASED CORRESPONDENCE ANALYSIS SERVICE FOR DIGITAL FORENSICS.....	212
A.T. Sankibayev, I. Makhambayeva, K. Kanibaikyzy, A. Temirbek MODELING OF VIBRATIONAL PROCESSES IN WOLFRAM MATHEMATICA SYSTEM.....	234
N.M. Temirbekov, A.K. Turarov NUMERICAL SOLUTION OF THE DIRECT AND INVERSE PROBLEM OF GAS LIFT OIL PRODUCTION PROCESS BY THE METHOD OF CONJUGATE EQUATIONS.....	251
Z. Utemaganbetov, Kh. Ramazanova, K. Bizhanova, R. Assylbayeva AN ANALYTICAL AND NUMERICAL METHOD FOR TRANSFERRING BOUNDARY CONDITIONS FOR A ONE-DIMENSIONAL DIFFUSION EQUATION.....	280
M. Khizirova, K. Chezhimbayeva, A. Kassimov, M. Yermekbayev RESEARCH ON DISTRIBUTION TRAFFIC AND DISTRIBUTION METHODS IN VANET NETWORKS.....	294
K. Yakunin, D. Kusain, R.I. Mukhamediev, N. Yunicheva, N. Kuldeyev INTEGRATION OF FLIGHT PATH PLANNING PROGRAMS AND CONTROL SYSTEMS OF UNMANNED AERIAL VEHICLES.....	317

МАЗМҰНЫ

АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Ө. Әуелбеков, Е. Бостанов, Р. Беркутбаева, А. Сейдилдаева, І. Мусабекова ҚАЗҚАСТАНДА АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ӨНІМДІЛІГІН ҰШҚЫШСЫЗ ҰШУ АППАРАТТАРЫ МЕН ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ КӨМЕГІМЕН ТАЛДАУ.....	12
С.Т. Ахметова, С.У. Исмаилов, А.А. Батырбеков, А.С. Исмаилова ЖҮРГІЗУШІСІЗ ӘМБЕБАП ЕГІН ЕГЕТІН ТРАКТОРДЫҢ ВИРТУАЛДЫ 3D МОДЕЛІН ҚҰРУДЫҢ АЛҒЫ ШАРТТАРЫ.....	33
А. Бекарыстанқызы, О. Мамырбаев, Д. Оралбекова, А. Еримбетова, М. Тұрдалыұлы CONFORMER ШИФРЛАУШЫСЫН ҚОЛДАНЫП ҚАЗАҚ ТІЛІНДЕ АУДИО- МӘТІН ТҮРІНДЕ ЖИНАЛҒАН МӘЛІМЕТТЕР ҚОРЫН СЫНАУ.....	50
Г.Т. Бекманова, М.А. Кантуреева, А.С. Омарбекова, Б. Ж. Ергеш, А.Б. Закирова ЖОҒАРЫ БІЛІМ БЕРУДЕ ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТТІ ҚОЛДАНУ ЖӘНЕ ӘСЕРІН БАҒАЛАУ.....	61
Н.С. Есмұхамедов, С. Сапақова, Сайд Абдул Рахман Әл-Хаддад, Д. Даниярова, МЕДИЦИНАЛЫҚ МЕКЕМЕЛЕРГЕ АРНАЛҒАН ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТТІ ҚОЛДАНАТЫН АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕ АРХИТЕКТУРАСЫН ӘЗІРЛЕУ.....	74
Т. Жукабаева, В. Десницкий, Е. Марленов, Н. Карабаев ПОТ-ЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІК ИНЦИДЕНТТЕРІН ШЕТКІ ЕСЕПТЕУЛЕРДІ ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП БАСҚАРУ.....	91
М.А. Ілесбай, Ә.Б. Тынымбаев, С.Т. Мамбетов, А.Ш. Баракова, О.К. Джолдасбаев ДЕРЕКТЕРДІ СЫҒУ, ШИФРЛАУ ЖӘНЕ БӨЛУ НЕГІЗІНДЕ АҚПАРАТТЫ ҚОРҒАУДЫҢ БІРІКТІРІЛГЕН ӘДІСІ.....	107
Б.А. Карибаев, Н. Мейрамбекұлы, М. Ибраим, А.С. Байкенов, Г.Б. Ихсан CUBESAT ҮШІН АЛТЫ ЭЛЕМЕНТТІ S-ДИАПАЗОНДЫ АНТЕННА ТОРЫН ЖОБАЛАУ.....	125
Н.Т. Карымсакова, К.А. Ожикенов, М.Е. Болысбек, Р.Н. Бейсембекова МЕДИЦИНАЛЫҚ ОҢАЛТУ ПЛАТФОРМА АРХИТЕКТУРАСЫ.....	140

Д. Қуанышбай, А. Шойынбек, К. Раббани, А. Мұхаметжанов, Б. Мералиев
СӨЙЛЕУ АРҚЫЛЫ ДЕПРЕССИЯНЫ ТАҢУ ҮШІН МАШИНАЛЫҚ
ОҚЫТУ МЕН КҮШЕЙТУ АРҚЫЛЫ ОҚЫТУДЫ САЛЫСТЫРУ.....155

**Е.А. Нысанов, Ж.С. Кемельбекова, Э.Т. Абдрашова, С.Ж. Куракбаева,
А.О. Байдибекова**
АЙНЫМАЛЫ КОНЦЕНТРАЦИЯЛЫ ҮШ ФАЗАЛЫ ОРТАЛАРДЫҢ
АҒЫНЫН МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ ЕСЕПТЕУ.....169

Б. Оразбаев, Ж. Кужуханова, К. Оразбаева, А. Кишубаева
МҰНАЙДЫ БАСТАПҚЫ ӨНДЕУ КЕЗІНДЕ АТМОСФЕРАЛЫҚ
ЖӘНЕРЕТИФИКАЦИЯЛЫҚКОЛОНОЛАРЫНЫҢ МОДЕЛЬДЕРІН
ӘЗІРЛЕУ.....181

Д. Рахимова, А. Сарсенбаева, Ә. Турарбек, Ә. Ауезова
КӨП ТІЛДІ СҰРАҚ-ЖАУАП ЖҮЙЕЛЕРІНДЕ ЖАУАПТАРДЫҢ
ДӘЛДІГІН АРТТЫРУ ҮШІН ТЕРЕҢ ОҚЫТУДЫ ҚОЛДАНУ.....196

Л. Рзаева, Д. Поголовкин, А.Мырзатай
ЦИФРЛЫҚ КРИМИНАЛИСТИКА ҮШІН NLP НЕГІЗІНДЕГІ МОДУЛЬДІК
ХАТ АЛМАСУДЫ ТАЛДАУ ҚЫЗМЕТІН ӘЗІРЛЕУ.....212

А.Т. Санкибаев, И. Махамбаева, К. Канибайқызы, А. Темирбек
ТЕРБЕЛІСТЕР ҮДЕРІСІН WOLFRAM MATHEMATICA ЖҮЙЕСІНДЕ
МОДЕЛДЕУ.....234

Н.М. Темирбеков, А.К. Тураров
МҰНАЙ ӨНДІРУДІҢ ГАЗЛИФТТІК ПРОЦЕСІНІҢ ТУРА ЖӘНЕ КЕРІ
ЕСЕПТЕРІН ТҮЙІНДЕС ТЕҢДЕУЛЕР ӘДІСІМЕН САНДЫҚ ШЕШУ.....251

З. Утемаганбетов, Х. Рамазанова, К. Бижанова, Р. Асылбаева
БІРӨЛШЕМДІ ДИФФУЗИЯ ТЕҢДЕУІ ҮШІН ШЕКАРАЛЫҚ
ШАРТТАРДЫ КӨШІРУДІҢ АНАЛИТИКАЛЫҚ-САНДЫҚ ӘДІСІ.....280

М. Хизирова, К. Чежимбаева, А. Касимов, М. Ермекбаев
VANET ЖЕЛІЛЕРІНДЕ ТАРАТУ ТРАФИГІН ЖӘНЕ ТАРАТУ
ӘДІСТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....294

К. Якунин, Д. Құсайын, Равиль И. Мухамедиев, Н. Юничева, Н. Кульдеев
ҰШУ МАРШРУТТАРЫН ЖОСПАРЛАУ БАҒДАРЛАМАЛАРЫ МЕН
ҰШҚЫШСЫЗ ҰШУ АППАРАТТАРЫН БАСҚАРУ ЖҮЙЕЛЕРІН
ҰШТАСТЫРУ.....317

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

О. Ауелбеков, Е. Бостанов, Р. Беркутбаева, А. Сейдилдаева, И. Мусабекова АНАЛИЗ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ УРОЖАЙНОСТИ В КАЗАХСТАНЕ С ПОМОЩЬЮ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И ИИ.....	12
С.Т. Ахметова, С.У. Исмаилов, А.А. Батырбеков, А.С. Исмаилова ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ 3D МОДЕЛИ БЕСПИЛОТНОГО УНИВЕРСАЛЬНОГО ПРОПАШНОГО ТРАКТОРА.....	33
А. Бекарыстанкызы, О. Мамырбаев, Д. Оралбекова, А. Еримбетова, М. Турдалыулы ТЕСТИРОВАНИЕ КОРПУСА ДАННЫХ В ВИДЕ АУДИО-ТЕКСТ НА КАЗАХСКОМ ЯЗЫКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ CONFORMER	50
Г.Т. Бекманова, М.А. Кантуреева, А.С. Омарбекова, Б.Ж. Ергеш, А.Б. Закирова ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ.....	61
Н.С. Есмухамедов, С. Сапакова, Сайед Абдул Рахман Аль-Хаддад, Д. Даниярова РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА.....	74
Т. Жукабаева, В. Десницкий, Е. Марденов, Н. Карабаев УПРАВЛЕНИЕ ИНЦИДЕНТАМИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ПОТ-СИСТЕМАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАНИЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ.....	92
М.А. Илесбай, А.Б. Тынымбаев, С.Т. Мамбетов, А.Ш. Баракова, О.К. Джолдасбаев ИНТЕГРИРОВАННЫЙ МЕТОД ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ СЖАТИЯ, ШИФРОВАНИЯ И РАЗДЕЛЕНИЯ ДАННЫХ.....	107

Б.А. Каримаев, Н. Мейрамбекулы, М. Ибраим, А.С. Байкенов, Г.Б. Ихсан ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШЕСТИЭЛЕМЕНТНОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ S-ДИАПАЗОНА ДЛЯ CUBESAT.....	125
Н.Т. Карымсакова К.А. Ожикенов, М.Е. Болысбек, Р.Н. Бейсембекова АРХИТЕКТУРА ПЛАТФОРМЫ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ.....	140
Д. Куанышбай, А. Шойынбек, К. Раббани, А. Бекарыстанкызы, А. Мухаметжанов СРАВНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ДЕПРЕССИИ ПО РЕЧИ.....	155
Е.А. Нысанов, Ж.С. Кемельбекова, Э.Т. Абдрашова, С.Ж. Куракбаева, А.О. Байдибекова МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ТЕЧЕНИЯ ТРЕХФАЗНЫХ СРЕД С ПЕРЕМЕННЫМИ КОНЦЕНТРАЦИЯМИ.....	169
Б. Оразбаев, Ж. Кужуханова, К. Оразбаева, А. Кишубаева РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ АТМОСФЕРНЫХ И РЕКТИФИКАЦИОННЫХ КОЛОНН ПРИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ НЕФТИ.....	181
Д. Рахимова, А. Сарсенбаева, А. Турарбек, А. Ауезова ПРИМЕНЕНИЕ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ОТВЕТОВ В МУЛЬТИЯЗЫЧНЫХ ВОПРОСНО-ОТВЕТНЫХ СИСТЕМАХ.....	196
Л. Рзаева, Д. Поголовкин, А. Мырзатай РАЗРАБОТКА МОДУЛЬНОГО СЕРВИСА АНАЛИЗА ПЕРЕПИСОК НА ОСНОВЕ NLP ДЛЯ ЦИФРОВОЙ КРИМИНАЛИСТИКИ.....	212
А.Т. Санкибаев, И. Махамбаева, К. Канибайкызы, А. Темирбек МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИБРАЦИОННОГО ПРОЦЕССА В СИСТЕМЕ WOLFRAM MATHEMATICA.....	234
Н.М. Темирбеков, А.К. Тураров ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ПРЯМОЙ И ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ГАЗЛИФТНОГО ПРОЦЕССА ДОБЫЧИ НЕФТИ МЕТОДОМ СОПРЯЖЕННЫХ УРАВНЕНИЙ.....	251

З. Утемаганбетов, Х. Рамазанова, К. Бижанова, Р. Асылбаева АНАЛИТИКО-ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД ПЕРЕНОСА КРАЕВЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ОДНОМЕРНОГО УРАВНЕНИЯ ДИФФУЗИИ.....	280
М. Хизирова, К. Чежимбаева, А. Касимов, М. Ермекбаев ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАФИКА И МЕТОДОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В СЕТЯХ VANET.....	294
К. Якунин, Д. Кусайын, Р.И. Мухамедиев, Н. Юничева, Н. Кульдеев СОПРЯЖЕНИЕ ПРОГРАММ ПЛАНИРОВАНИЯ МАРШРУТОВ ПОЛЕТА И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.....	317

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES
ISSN 1991-346X
Volume 2. Number 354 (2025). 294–316

<https://doi.org/10.32014/2025.2518-1726.358>

ӘОЖ 535.24; 535.6

©**M. Khizirova, K. Chezhimbayeva*, A. Kassimov, M. Yermekbayev, 2025.**

G. Daukeev Almaty University of Energy and Communications,

Almaty, Kazakhstan.

E-mail: k.chezhimbayeva@aes.kz

RESEARCH ON DISTRIBUTION TRAFFIC AND DISTRIBUTION METHODS IN VANET NETWORKS

Khizirova Muhabbat Abdissattarovna — Professor-lecturer of the Department of “Telecommunication Engineering” at the Almaty University of Energy and Communications named after G. Daukeev, Almaty, Kazakhstan,

E-mail m.khizirova@aes.kz <https://orcid.org/0000-0002-2242-7756>; **Chezhimbayeva Katipa**

Slambayevna — Professor-lecturer of the Department of “Telecommunication Engineering” at the Almaty University of Energy and Communications named after G. Daukeev, Almaty, Kazakhstan,

E-mail k.chezhimbayeva@aes.kz, <https://orcid.org/0000-0002-1661-2226>;

Kassimov Abdurazak Orazgeldievich — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Research Professor of the Department of “Telecommunication Engineering” at the Almaty University of Energy and Communications named after G. Daukeev, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: a.kasimov@aes.kz, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7270-5577>;

Yermekbayev Muratbek Madalievich — PhD, Associate Professor of the Department of “Telecommunication Engineering” at the Almaty University of Energy and Communications named after G. Daukeev, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: m.yermekbayev@aes.kz, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5051-0047>.

Abstract. Abstract. This paper is devoted to the study of network traffic distribution mechanisms and routing methods in VANETs (Vehicular Ad Hoc Networks). The main problem considered in the paper is to ensure stable and efficient data transmission in conditions of high node mobility and frequent topology changes, which is typical for automotive networks. The relevance of the topic is due to the rapid development of intelligent transport systems (ITS), unmanned vehicles and the need for reliable communication between vehicles and road infrastructure. The study used simulation methods, teletraffic theory and performance analysis of routing protocols. To build realistic traffic scenarios, the SUMO traffic simulator was used, and the interaction of network nodes was modeled in the MatLab environment. The main hypothesis of the study is that the use of position-oriented routing protocols (such as GPSR and GSR) provides higher reliability of data transmission compared to topology-oriented methods (AODV, DSR) in VANETs. The findings of the study confirm that the correct choice of routing protocol

depending on the characteristics of the road scenario can significantly improve such metrics as average delivery delay, packet delivery ratio and network throughput. The results of the work can be applied in the design of intelligent transport systems, collision warning systems, traffic management systems and other applications that require reliable and adaptive data transmission between vehicles.

Keywords: VANET, wireless technology, messenger, network, node

©М. Хизирова, К. Чежимбаева*, А. Касимов, М. Ермекбаев, 2025.

Ғ. Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті,
Алматы, Қазақстан.

E-mail: k.chezhimbayeva@aes.kz

VANET ЖЕЛІЛЕРІНДЕ ТАРАТУ ТРАФИГІН ЖӘНЕ ТАРАТУ ӘДІСТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Хизирова Мухаббат Абдисаттаровна — Ғ. Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті «Телекоммуникациялық инженерия» кафедрасының профессор-оқытушысы, Алматы, Қазақстан,

E-mail m.khizirova@aes.kz, <https://orcid.org/0000-0002-2242-7756>;

Чежимбаева Катипа Сламбаевна — Ғ. Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университетінің «Телекоммуникация инженериясы» кафедрасының профессоры және оқытушысы, Алматы, Қазақстан,

E-mail k.chezhimbayeva@aes.kz, <https://orcid.org/0000-0002-1661-2226>;

Касимов Абдуразак Оразгелдиевич — Ғ. Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті «Телекоммуникациялық инженерия» кафедрасының профессор-зерттеушісі, Алматы, Қазақстан,

E-mail a.kasimov@aes.kz, <https://orcid.org/0000-0001-7270-5577>;

Ермекбаев Муратбек Мадалиевич — Ғ. Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті «Телекоммуникациялық инженерия» кафедрасының қауымдас-тырылған профессоры, Алматы, Қазақстан,

E-mail: m.yermekbayev@aes.kz, <https://orcid.org/0000-0002-5051-0047>.

Аннотация. Бұл жұмыс VANET (Vehicular Ad Hoc Networks) жүйесінде желілік трафикті тарату механизмдері мен маршруттау әдістерін зерттеуге арналған. Жұмыста қарастырылатын негізгі мәселе - көлік желілеріне тән жоғары түйіндердің қозғалғыштығы және топологияның жиі өзгеруі жағдайында деректерді тұрақты және тиімді беруді қамтамасыз ету. Тақырыптың өзектілігі интеллектуалды көлік жүйесінің (ITS), ұшқышсыз көліктің қарқынды дамуымен және көлік құралдары мен жол инфрақұрылымы арасындағы сенімді байланыс қажеттілігімен түсіндіріледі. Зерттеуде имитациялық модельдеу әдістері, телетрафик теориясы және маршруттау хаттамаларының өнімділігін талдау қолданылды. Шынайы трафик сценарийлерін жасау үшін SUMO трафик симуляторы қолданылды, ал желі түйіндерінің өзара әрекеттесуі MatLab ортасында модельденді. Зерттеудің негізгі гипотезасы VANET жағдайында топологияға бағытталған әдістермен (AODV, DSR) салыстырғанда позицияға бағытталған маршруттау

протоколдарын (мысалы, GPSR және GSR) пайдалану деректерді берудің жоғары сенімділігін қамтамасыз етеді. Зерттеу нәтижелері жол сценарийінің сипаттамаларына байланысты маршруттау протоколын дұрыс таңдау жеткізудің орташа кешігуі, пакетті жеткізу коэффициенті және желілік өткізу қабілеті сияқты көрсеткіштерді айтарлықтай жақсартуға болатынын растайды. Жұмыстың нәтижелері интеллектуалды көлік жүйелерін, соқтығыстар туралы ескерту жүйелерін, қозғалысты басқару жүйелерін және көліктер арасында сенімді және бейімделген деректерді беруді қажет ететін басқа қолданбаларды жобалауда қолданылуы мүмкіндігін айтуға болады. Сонымен қатар, тағыда нәтижелер қалалық ұтқырлық ерекшеліктерін ескере отырып, VANET хаттамаларын оңтайландыру саласындағы одан әрі зерттеулерге негіз бола алатынын көз жеткіздік.

Түйін сөздер: VANET, сымсыз технология, мессенджер, желі, түйін

©М. Хизирова, К. Чежимбаева*, А. Касимов, М. Ермекбаев, 2025.

Алматинский университет энергетики и связи им. Г. Даукеева,

Алматы, Казахстан.

E-mail: k.chezhimbayeva@aes.kz

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАФИКА И МЕТОДОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В СЕТЯХ VANET

Хизирова Мухаббат Абдисаттаровна — профессор-преподаватель кафедры «Телекоммуникационной инженерии» Алматинского Университета энергетики и связи имени Г. Даукеева, Алматы, Казахстан,

E-mail: m.khizirova@aes.kz, <https://orcid.org/0000-0002-2242-7756>;

Чежимбаева Катипа Сламбаевна — профессор-преподаватель кафедры «Телекоммуникационной инженерии» Алматинского Университета энергетики и связи имени Г. Даукеева, Алматы, Казахстан,

E-mail: k.chezhimbayeva@aes.kz, <https://orcid.org/0000-0002-1661-2226>;

Касимов Абдуразак Оразгелдиевич — кандидат технических наук, ассоц.проф., профессор-исследователь кафедры «Телекоммуникационная инженерия» Алматинского Университета энергетики и связи имени Г. Даукеева, Алматы, Казахстан,

E-mail: a.kasimov@aes.kz, <https://orcid.org/0000-0001-7270-5577>;

Ермекбаев Муратбек Мадалиевич — PhD, ассоц. проф. кафедры «Телекоммуникационная инженерия» Алматинского Университета энергетики и связи имени Г. Даукеева, Алматы, Казахстан,

E-mail: m.yermekbayev@aes.kz, <https://orcid.org/0000-0002-5051-0047>.

Аннотация. Данная работа посвящена исследованию механизмов распределения сетевого трафика и методов маршрутизации в сетях VANET (Vehicular Ad Hoc Networks). Основной проблемой, рассматриваемой в работе, является обеспечение устойчивой и эффективной передачи данных в условиях высокой подвижности узлов и частых изменений топологии, что характерно для автомобильных сетей. Актуальность темы обусловлена стремительным развитием интеллектуальных транспортных систем (ITS), беспилотного транспорта и потребности в надежной связи между транспортными

средствами и дорожной инфраструктурой. В ходе исследования были использованы методы имитационного моделирования, теория телетрафика и анализ производительности протоколов маршрутизации. Для построения реалистичных сценариев движения применялся симулятор дорожного движения SUMO, а взаимодействие сетевых узлов моделировалось в среде MatLab. Основная гипотеза исследования заключается в том, что применение позиционно-ориентированных протоколов маршрутизации (таких как GPSR и GSR) обеспечивает более высокую надежность передачи данных по сравнению с топологически-ориентированными методами (AODV, DSR) в условиях VANET. Выводы исследования подтверждают, что корректный выбор протокола маршрутизации в зависимости от характеристик дорожного сценария позволяет существенно повысить такие метрики, как средняя задержка доставки, коэффициент успешной доставки (Packet Delivery Ratio) и пропускная способность сети. Результаты работы могут быть применены при проектировании интеллектуальных транспортных систем, систем предупреждения о столкновениях, систем управления движением и других приложений, требующих надежной и адаптивной передачи данных между транспортными средствами. А также результаты могут служить основой для дальнейших исследований в области оптимизации протоколов VANET с учетом специфики городской мобильности.

Ключевые слова: VANET, беспроводная технология, мессенджер, сеть, узел

Кіріспе. Қазіргі заманда ақпараттық технологиялар мен коммуникация саласындағы қарқынды даму деректер қауіпсіздігіне деген сұранысты күрт арттырып отыр. Әсіресе, көлік жүйелері мен интеллектуалды көлік желілерінде (VANET – Vehicle Ad-Hoc Network) ақпаратты қауіпсіз беру мәселесі ерекше назар аударуды талап етеді. VANET желілері жылжымалы құрылғылар арасындағы тікелей байланыс арқылы деректер алмасуды қамтамасыз етеді, сондықтан бұл желілерде динамикалық және сенімсіз орталармен жұмыс істеу өзекті мәселе болып табылады. Мобильді түйіндер стационарлы инфрақұрылыммен өзара әрекеттесетін дәстүрлі коммуникация архитектурасымен қатар, өздігінен ұйымдасатын желілердің ерекше қасиеті – бір деңгейлі (peer-to-peer) желіні қалыптастыру мүмкіндігі болып табылады. ХХІ ғасырдың басында Заттар Интернеті (IoT) концепциясы шеңберінде жол қозғалысы қатысушыларын қауіпсіздікке қатысты ақпаратпен ғана емес, сонымен қатар қосымша ақпараттық қызметтермен қамтамасыз ететін инфокоммуникациялық жүйені дамыту идеясы пайда болды. VANET-те жіберілетін дестелерде өмірлік маңызды ақпарат бар, сондықтан солай бұл дестелерді шабуылдаушы өзгертпеу үшін қажет (Кучерявый, et al., 2009; Ярцев, 2015; Кучерявый, et al., 2016). Қауіпсіздік болмаса, жүйе көптеген шабуылдарға, жалған ескертулердің таралуына, сонымен қатар жазатайым оқиғаларға әкелетін нақты ескертулердің жолын кесуге ашық. VANET жүйесіндегі қа-

уіпсіздік – қауіпсіздік коммуникацияларының маңызды аспектісі. Қауіпсіздікке бағытталған қосымшалар өнімділікке қойылатын талаптар тұрғысынан да жоғары талаптарды қамтитындықтан, қауіпсіз байланыс хатаммалары осы өнімділік талаптарын да қанағаттандыруы қажет. Бұл жұмыстың ауқымы тек көлік пен көлік арасындағы тікелей байланыстарды (V2V) қамтитын, қауіпсіздікке маңызды VANET қосымшаларымен шектеледі. Сонымен қатар, зерттеуде аутентификация хатаммаларының қауіпсіздікке маңызды қосымшалардың талаптарын (аутентификация, құпиялылық және аудит жүргізу мүмкіндігі) қанағаттандыратыны қарастырылады (Ярцев, et al., 2018; Nasrouny, et al., 2017; Lu, et al., 2019).

Бұл зерттеудің теориялық және практикалық маңыздылығы:

Теориялық маңыздылығы – VANET желілері үшін ашық мобильді мессенджерлер трафигін тарату әдістері класын кеңейтуде. Сонымен қатар, хабарламаларды тарату процесіне қатысатын түйіндер санының уақытқа тәуелділігі трафикті қайталауды шектеу алгоритмі негізінде орнатылды. Бұл телетрафик (ТТ) теориясы мен жаппай қызмет көрсету теориясының (ЖҚТ) қолдану аясын кеңейтуде маңызды үлес болып табылады.

- Практикалық маңыздылығы – ұсынылған алгоритмді желі түйіндерінің ашық мобильді мессенджер трафигіне қатысты функционалын модификациялайтын бағдарламалық код түрінде жүзеге асыру мүмкіндігі. Сонымен қатар, алынған нәтижелер VANET өзін-өзі ұйымдастыратын сымсыз желілердің шекті сипаттамаларын жоспарлау және есептеу үшін қолданылуы мүмкін.

Материалдар мен әдістер.

Қазіргі заманғы автокөліктердің дамуы Интеллектуалды көлік жүйелерін (ИКЖ) қолданусыз мүмкін емес. ИКЖ-ның бастапқы міндеті – жол қозғалысына қатысушыларды жол-көлік оқиғаларының алдын алу үшін қажетті ақпаратпен қамтамасыз ету мақсатында көлік құралдары (КҚ) арасында ақпарат алмасуды ұйымдастыру болды. Дәл осы міндетке ХХ ғасырдың соңынан бастап ғылыми қауымдастық үлкен назар аудара бастады.

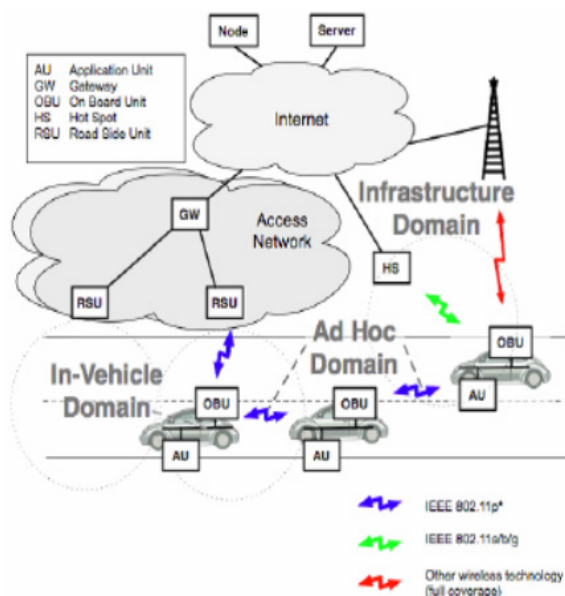
ИКЖ-нің жаһандық мақсаты – көлік ағындарын бақылау мен басқару, өзара іс-қимыл мен қызмет көрсету процестерін тиімді ұйымдастыруға бағытталған кешенді жүйені құру. Мұндай кешенді жүйе тек ақпараттық жүйелер, сенсорлық желілер, контроллерлер, өзара әрекеттесу әдістері мен математикалық оңтайландыру әдістерін қолдану арқылы ғана іске асуы мүмкін. Бұл инновациялық тәсілдер жоғары жылжымалылық жағдайында негізгі қызметтердің тұрақтылығын қамтамасыз етеді, бұл қауіпсіздікпен және коммерциялық қызметтермен байланысты жүйелер үшін маңызды көрсеткіш болып табылады (Sharma, 2018; Москалев, 2020).

Көліктерге коммуникациялық және есептеу мүмкіндіктерін біріктіру. Көліктерге коммуникациялық және есептеу мүмкіндіктерін біріктіру көлікаралық байланысты жүзеге асыру мақсатында орындалуда. VANET желілері жол қозғалысының қауіпсіздігі мен тиімділігін арттырудан басқа,

электронды төлем жинау, интернетке қосылу, тұраққа қою, ақпараттық-ойын-сауық қызметтері, жол жағдайы туралы жаңартулар және басқа да қосымшаларды қолдайды. Дегенмен, қауіпсіздік VANET зерттеулерінің басты бағыты болып қала берді.

VANET қосымшалары әртүрлі жағдайларға (қозғалыс тығыздығы, апат сценарийлері, инфрақұрылыммен әрекеттесу) байланысты жіктеледі.

VANET қосымшаларының қауіпсіздік, тиімділік және ақпараттық-ойын-сауық қызметтерін қамтамасыз ету үшін әртүрлі талаптары бар. Әртүрлі жіктеулер қосымшаларды нақты сценарийлерде қолдану үшін оңтайлы шешімдерді табуға мүмкіндік береді.



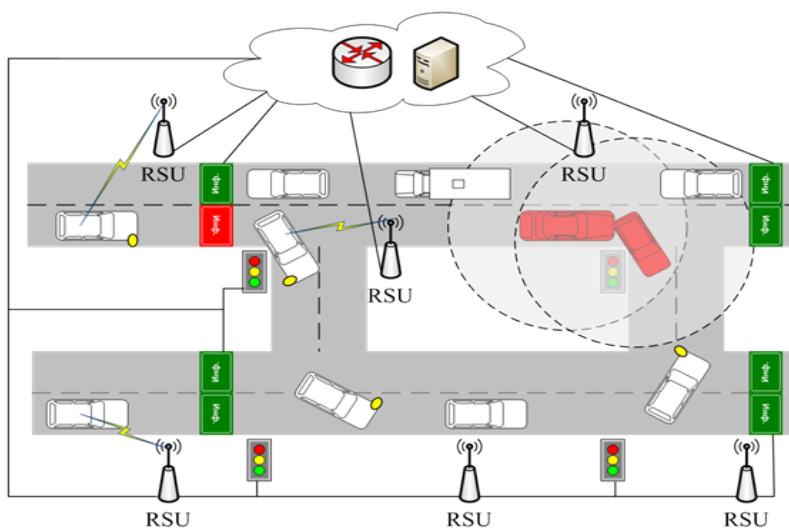
1 Сурет VANET жүйесінің архитектурасы

VANET жүйесінің архитектурасы әртүрлі домендер мен көптеген жеке компоненттерден тұрады, олар 1-суретте көрсетілген. Суретте үш түрлі домен (көліктегі, ад-хок және инфрақұрылымдық) және жеке компоненттер (қолданба модулі, борттық модуль және жол бойындағы модуль) көрсетілген.

VANET жиі ажыратылатын жоғары ұтқырлық сияқты айқын сипаттамаларына байланысты шабуылдарға сезімтал. VANET топологиясы көліктердің жоғары қозғалғыштығына байланысты өте жылдам өзгереді. Осы себепті VANET шабуылға осал. VANET-ті тиімді қорғау үшін бізде жеке шабуылдар туралы білім болуы керек. Шабуылдар жеке қауіпсіздік талаптарына назар аударуға қарай қосымша бөлінеді.

VANET желілерінің негізгі функционалы жол-көлік оқиғаларының алдын алуға бағытталған және желі түйіндерінің жағдайы туралы ақпарат алмасуды

уактылы әрі сенімді түрде жүзеге асыру қажеттілігімен байланысты. Алайда, бұл желілердің ерекшеліктері, мысалы, түйіндердің тығыз орналасуы және олардың жоғары жылдамдықта қозғалуы, стационарлық немесе аз қозғалатын өзін-өзі ұйымдастыратын желілерде қолданылатын стандартты шешімдерді пайдалануға бірқатар шектеулер қояды. Жол қозғалысы қауіпсіздік жүйелерін құру тәсілдерін талдау барысында желілік инфрақұрылымның жол жабынының топологиясымен тығыз байланысы ескерілуі керек. Бұл ерекшелік жүйені құру кезінде қосымша техникалық шешімдерді қолдануға мүмкіндік береді және оның сипаттамаларын зерттеу процесінде ескерілуі тиіс. Төтенше жағдай туралы хабарламаларды қабылдағаннан кейін, стационарлық инфрақұрылым элементтері ақпаратты әрі қарай тарату функциясын толығымен өз мойнына ала алады. Бұл жағдайда қауіпті аймақта орналасқан барлық түйіндерді ескерту RSU арқылы сәйкес хабарламаларды жіберу немесе ақпараттық таблоларға ескерту хабарламаларын көрсету арқылы жүзеге асырылуы мүмкін. Егер жол толығымен жабылған жағдайда, стационарлық басқару жүйесі бағдаршамдардың сигналдық сұлбаларын (2 сурет) өзгертіп, жолдың жабық бөлігін айналып өтуге жағдай жасай алады.



2 Сурет – Стационарлық инфрақұрылымды пайдаланатын жол қозғалысы қауіпсіздігі жүйесі

Бұл тәсіл өте тиімді және функционалды, бірақ жүйені орналастыру жылдамдығы мен құны түрінде үлкен кемшіліктерге ие. Жоғарыда келтірілген кемшіліктерден тек OBU-дан жасалған тең-теңімен өзін-өзі ұйымдастыратын желілік құрылымды пайдалану арқылы құтылуға болады. Сонымен қатар, хабарламаларды желі арқылы тарату процесінде соқтығысу ықтималдығының төмендеуіне бірқатар техникалық немесе алгоритмдік шешімдерге қол жеткізуге болады.

Интеллектуалды көлік жүйелері және, атап айтқанда, VANET желілері ақпараттық технологиялар саласының салыстырмалы түрде жаңа даму бағыты болып табылады, сондықтан олар практикалық қолдануда өте төмен деңгейге ие. Бұл әсіресе, желі жұмысының режимін өзгерту қажеттілігімен байланысты зерттеулерді нақты желілерде жүргізуді іс жүзінде мүмкін емес етеді. Зертханалық жағдайларда өз стендтерін жасау өте қымбат және көптеген зерттеушілер үшін қолжетімсіз болып табылады. Сонымен қатар, зертханада нақты желілердің инфрақұрылымын және олар қолданылатын жағдайларды толық қайта құру қиын. Мысалы, желінің жұмысқа қабілеттілігінің негізгі мәселелерін зерттеу үшін, көлік ағындарының жоғары тығыздығы жағдайында, алдыңғы тарауларда егжей-тегжейлі сипатталғандай, үлкен аумақты полигон құру қажет болар еді. Ал желіні ұйымдастыру үшін кем дегенде 500 телекоммуникациялық модульді және оларды орнату үшін сонша көлік құралын сатып алу қажет.

Жоғарыда аталған барлық факторлар қойылған міндеттерді шешу үшін алынған статистиканы бағалаумен бірге мамандандырылған имитациялық модельдеу жүйелерін қолдану қажеттілігін көрсетеді. Қазіргі уақытта NS-2, NS-3, GTNeS, OPNET, OMNeT++, NISTNET, DummyNet, ModelNet, COOJA/MSPSim, ENDE, Emulab, EMPOWER, NSE, Vint/NS, NETWARS, MatLAB сияқты жүйелер кеңінен қолданылады. Бұл жүйелерде VANET желілерін зерттеуге арналған кеңейтулер бар (Хакимов, et al., 2019, Raza, et al., 2019, Liu, et al., 2019, Хизирова, et al., 2025, Хизирова, et al., 2025). Имитациялық модельдеу жүйелері арасында MatLAB жетекші орындардың бірін иеленеді.

Нәтижелер мен талқылау.

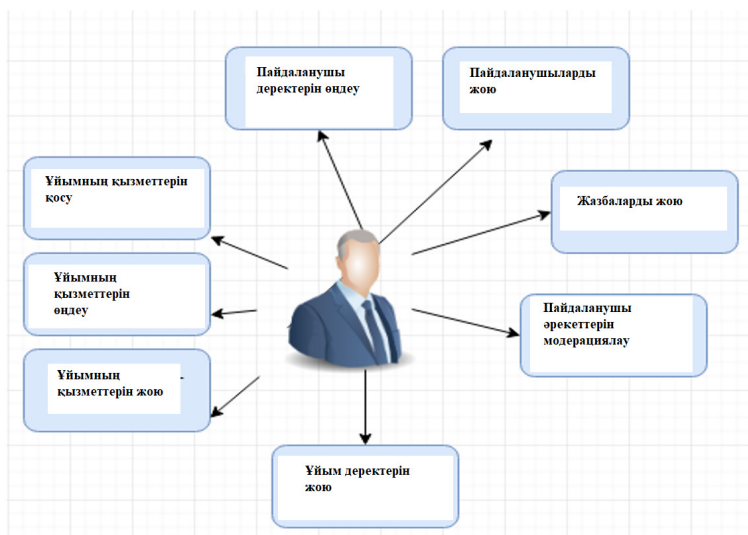
Хабар алмасуды қолдауға бағытталған жүйенің жұмысы келесідей. Негізгі тұлға – пайдаланушы (жүйені пайдаланушы), ол үшін келесі функционалдық белсенділік талаптары анықталған, 3 суретте көрсетілген.



3 Сурет Функционалдық белсенділік талаптары

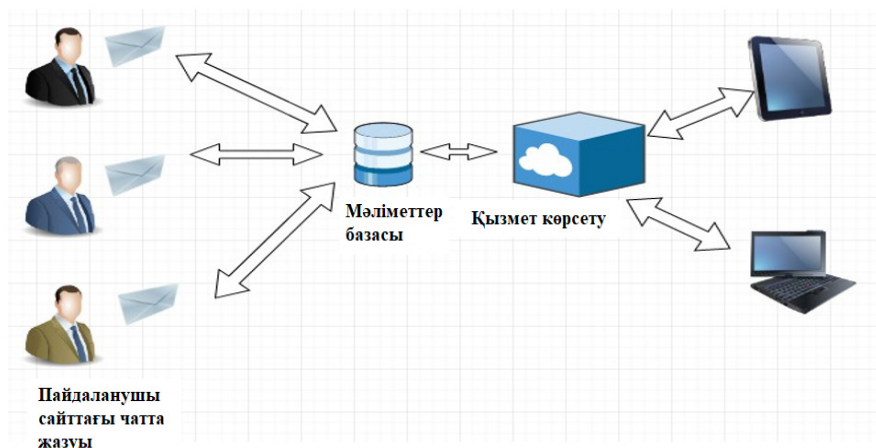
Диаграммада көрсетілген әрбір әрекет кірістірілген процестердің жиынтығы болып табылады.

Жүйелік әкімші орындайтын функционалдық талаптарды сипаттайық. Диаграмма 4- суретте көрсетілген.

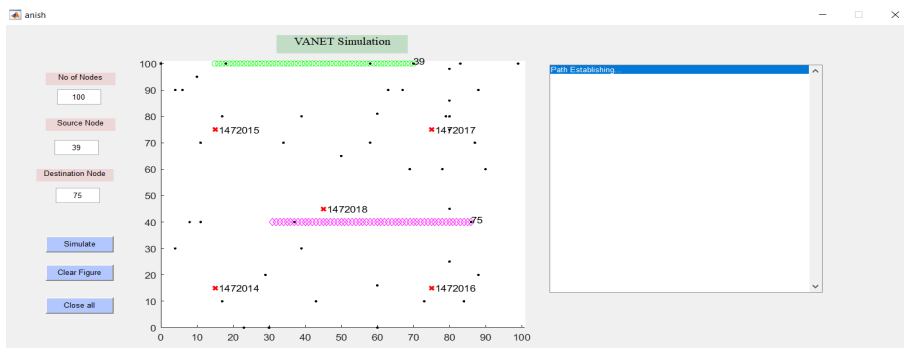


4 Сурет – Әкімші қызметінің функционалдық талаптары

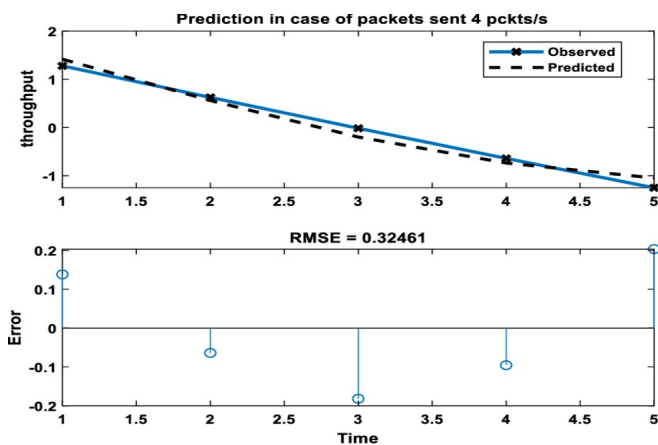
Жасалған ақпараттық жүйе пайдаланушыларға корпорация ішінде деректерді шифрлау арқылы хабарлама алмасу мүмкіндігін қамтамасыз етуі керек. Бұл желіні веб-портал ретінде ұйымдастыру ресурстың танымалдылығын және әртүрлі құрылғыларға бейімделуін айтарлықтай қамтамасыз етеді (5-сурет)



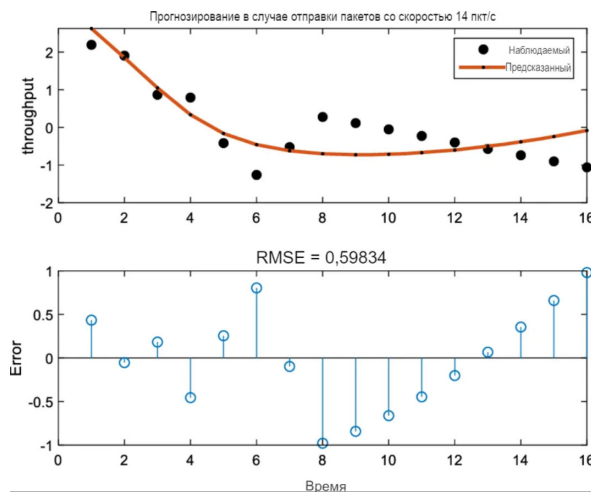
5 Сурет – Веб-сервер арқылы хабарлама алмасу



6 Сурет Веб-сервер арқылы хабарлама алмасуды Матлабта имитациялық модельдеу



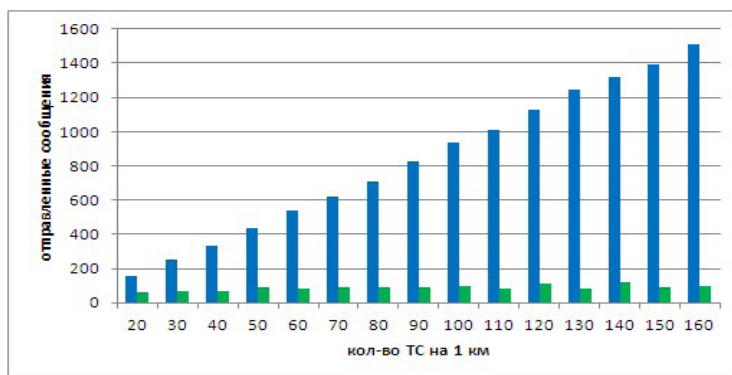
7 Сурет Дестелер саны 4 пкт/с болған кезде уақыт қатары үшін шығыс элементінің жауабы



8 Сурет 14 десте/с дестелер санындағы уақыт қатарына арналған шығыс элементінің жауабы

Зерттеу барысында жолдың зерттелетін учаскесіндегі түйіндердің тығыздығына байланысты желіге жіберілетін хабарламалардың көлемін қарапайым кенжолақты тарату әдісі мен осы мақалада ұсынылған әдіс үшін салыстырмалы талдау жүргізілді. Желідегі бастапқы жіберілім 10 хабарламадан тұрды, және барлық ретрансляцияларды ескере отырып, осы жіберілімнен туындаған хабарламалардың жалпы саны бағаланды. Осы жағдайды модельдеу нәтижелері 9 суретте көрсетілген.

Екі жағдайда да дестенің өмір сүру уақыты $TTL_{\max} = 3TTL_{\max} = 3$.

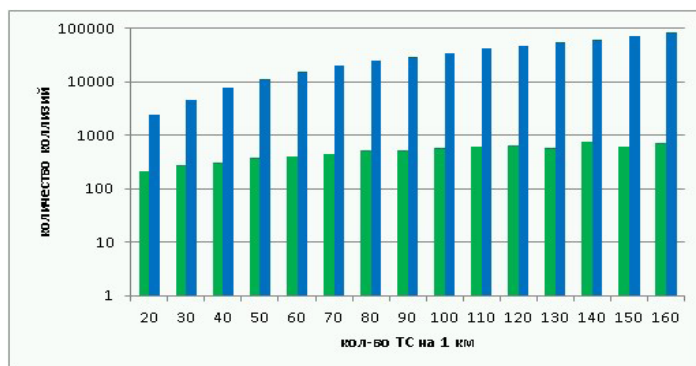


9 Сурет – Хабарламаларды тарату әдісіне байланысты желіні жүктеуді салыстыру

Көк түспен, мобильді мессенджерді жіберу әдісінің нәтижелері, жасыл түспен, хабарламаларды тарату әдісін қолданатын нәтижелер белгіленді.

Екі әдісті қолдану кезіндегі коллизиялар санын салыстырмалы бағалау үшін модельдеу сценарийі кеңейтіліп, желіге 150 хабарлама жіберу қарастырылды. Қарапайым мобильді мессенджерді тарату жағдайында коллизиялар саны бірнеше есе артатындықтан, нәтижелерді көрсету үшін логарифмдік шкала таңдалды.

Осы жағдайды модельдеу нәтижелері 10 суретте көрсетілген.



10 Сурет – Хабарламаларды қайта жіберу әдісіне байланысты соқтығысу санын салыстыру

Негізгі модельдеу сценарийінің инициализациялық деректері ретінде 1-кестеде келтірілген параметрлер орнатылды.

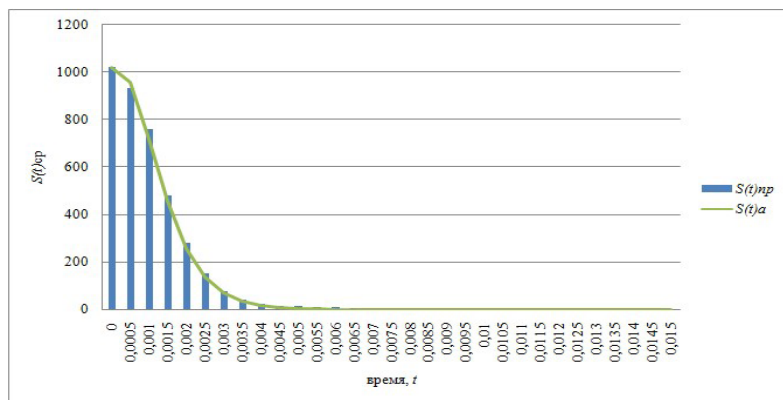
Кесте 1NS-2 моделінің инициализация параметрлері

Параметр атауы	Параметр мәні
Өткізу қабілеті	27 Мбит/с
Радиоарнаның моделі	Nakagami-m ($m=7$)
Таратқыштың қуаты	7.24 дБм
Антенна түрі	бағытталмаған
Трафик түрі	Тұрақты биттік жылдамдықпен (CBR)
Десте өлшемі	500 байт

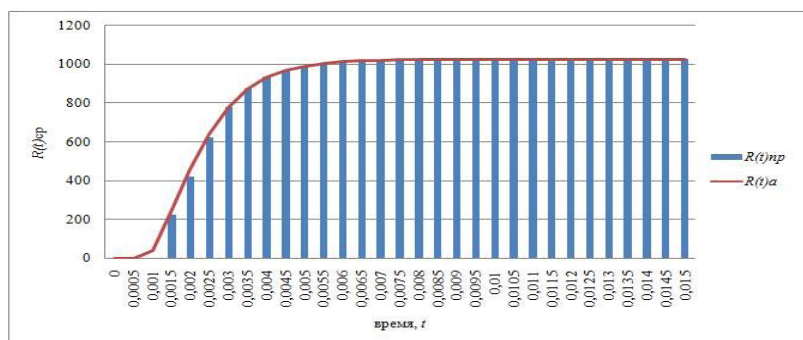
Ол үшін модельдеу сценарийінің топологиясы ретінде ұзындығы 1600 метрлік, әр бағытта үш жолағы бар түзу сызықты жол учаскесі таңдалды. Бір бағыттағы түйіндер арасындағы қашықтық 5 метрге тең болды.

10 000 хабарламаны жіберуді модельдеу нәтижелерін өңдеу MATLAB бағдарламалау тілінде жазылған сценарийлермен жүргізілді. Өзірленген сценарийлерде модель уақыты 0,5 мс аралықтарға бөлінді және әр аралықта үш күйдің әрқайсысында түйіндер саны есептелді. Зерттеу аясында арнаның жүктелуін бағалау жүргізілмегендіктен, есептеулердегі дестелердің мөлшері ескерілмеді. Бұл ретте бағалауға жататын негізгі көрсеткіш ретінде дестелерді қайта тарату процесіне тартылған түйіндердің саны таңдалды. Бұл көрсеткіш ең маңыздыларының бірі болып табылады, өйткені ол арнаны жүктеуге және дестелерді желі арқылы таратудың кешігуіне тікелей әсер етеді.

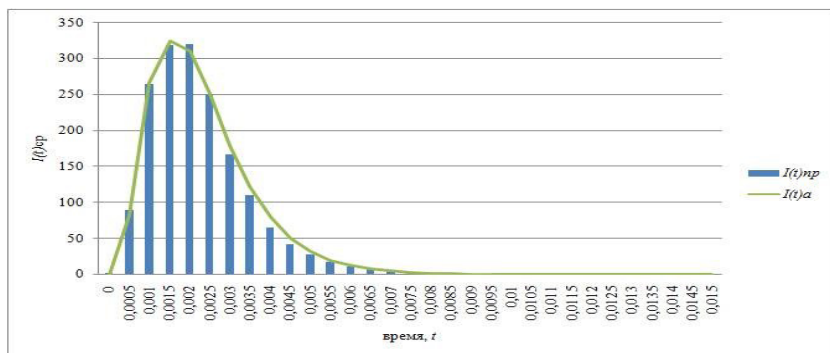
Статистиканы өңдеу нәтижелеріне сүйене отырып, түйіндердің барлық үш күйі үшін өтпелі диаграммалар жасалды. Сонымен, 11-суретте модельдеу нәтижелерін талдау негізінде эмпирикалық түрде алынған сезімтал түйіндердің уақыт бойынша бөлінген орташа санын көрсететін бағаналы диаграмма келтірілген. Үздіксіз конверт-бұрын алынған аналитикалық нәтиже. 12-суретте және 13-суретте бұрын алынған аналитикалық нәтижелермен және бірге калпына келтірілген және жұқтырған түйіндерді модельдеу нәтижелері келтірілген. Модельдеу сценарийінде жалпы ені 30 метр болатын түзу сызықты жол учаскесі пайдаланылғандықтан, таңдалған модельдеу параметрлерінде жол төсемінің ауданы радиосигналмен қамтудың жалпы ауданының шамамен 0,053 құрайды. Аналитикалық нәтижелерді алу үшін дәл осы мән таңдалды.



11 Сурет – Сезімтал түйіндердің орташа санының өзгеру диаграммасы

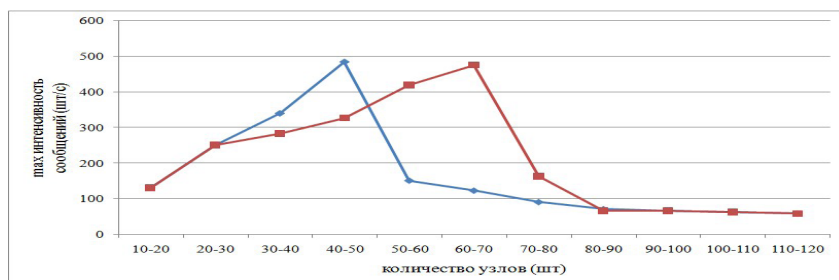


12 Сурет – Қалпына келтірілген түйіндердің орташа санының өзгеру диаграммасы



13 Сурет – Хабарланған түйіндердің орташа санының өзгеру диаграммасы

Алынған аналитикалық нәтижелердің 0.05 маңыздылық деңгейі үшін Пирсон критерийі бойынша модельдеу нәтижелерімен келісуін тексеру эмпирикалық нәтижелердің аналитикалық нәтижелермен сәйкестігі туралы гипотезаны растады.



14 Сурет – Қарқындылықты басқару алгоритмі

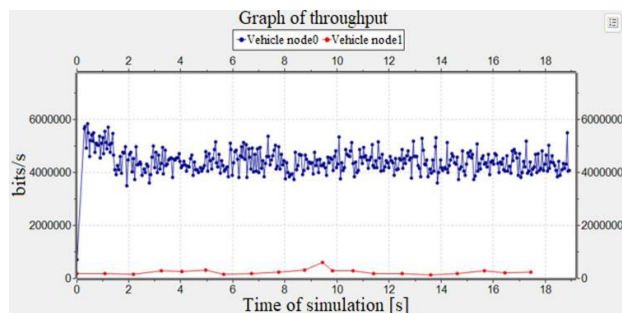
14 суретте модельдеу нәтижелерінен көріп отырғаныңыздай, ұсынылған қарқындылықты басқару алгоритмін қолдану жүйенің максималды өнімділігінің шыңын рейнонға 60-70 түйінге ауыстыруға мүмкіндік береді. Бұл VANET негізіндегі DBD жүйесі қызмет көрсетуге рұқсат етілген желі көлемінің шамамен 36% өсіміне сәйкес келеді.

Содан кейін біз QoS параметрлеріне (дестелерді түсіру, кідірту, өткізу қабілетіне кепілдік) және қызметтің қолжетімділігіне назар аудара отырып, модельденген шабуылдардың артықшылықтары мен кемшіліктерін бағалаймыз.

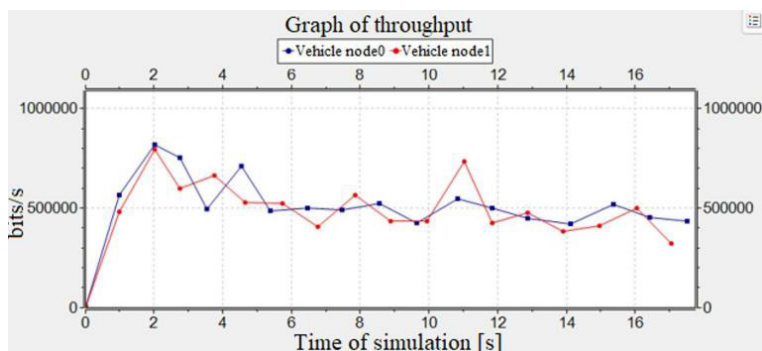
Сценарий №. 1 инфильтрация ықтималдығы $P=0,2$

Сценарийде біздестелік кідіріс шабуылын белсендірдік. Шабуылдаушы көлік құралы арқылы жүзеге асырылатын шамамен әрбір бесінші дестешамамен 0,1 секундқа кешіктіріледі. Node0 және node1 көліктері делдалдық түйін ретінде әрекет ететін шабуылдаушының көлігі арқылы бір-бірімен деректер алмасады. Шабуылдаушы түйін «ортадағы адам» (MITM) позициясында белсенді шабуылдаушы ретінде әрекет етеді және дестелерді кешіктіру арқылы байланысты өшіруге тырысады.

UDP хатамасын пайдалана отырып, node0 желіге жіберілген жалпы саны 19064 дестені (9,760 МБ) құрады. Алғаннан кейін зиянды түйін дестелерді жадта сақтайды және таңдамалы түрде кешіктірді. Шабуыл жасаушының көлігімен жіберілген жалпы 1006 дестенің 199 дестені кешіктірілді. Нысаналы көлік түйіні модельдеу кезінде 8,939 секунд орташа End-to-End кідірісімен 927 дестені (0,474 МБ) алды.



15 сурет TCP қолданбасының өткізу қабілеттілігінің графигі



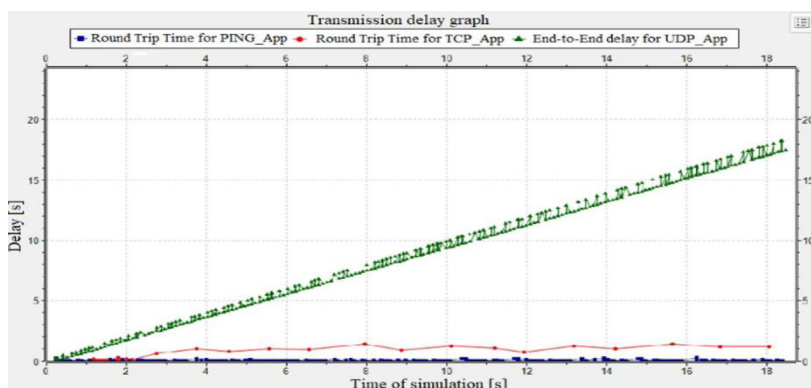
Сурет 16 - TCP қолданбасының өткізу қабілеттілігінің графигі

TCP көмегімен node0 симуляция кезінде 1 түйініне 790 дестені (1,147 МБ) жіберді. Жіберілген дестелер санының аз болуының себебі шабуылдаушылардың АСК растау хабарламаларының кешігуі, бұл белгілі бір уақытқа байланысты тоқтап қалуына әкелді. Модельдеу кезінде node0 орташа RTO 2,198 секунд болатын 740 дестеге 370 жеткізу түбіртегін алды. Деректерді тасымалдау 0,710 секунд алынған RTT мәнімен модельдеу кезінде үздіксіз орындалды.

Модельдеу кезінде біз пинг құралының көмегімен жіберу статистикасын бақылап отырдық. Node0 node1-ге 201 сұрау жіберді, ол 185 жауап алды.

$$LossRate[\%] = [(Жіберілген - Алынған)/Жіберілген]*100 \quad (1)$$

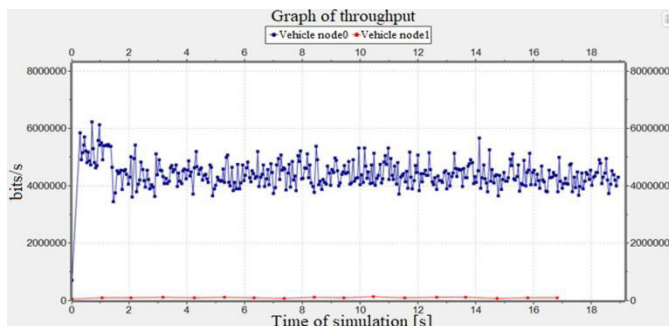
Формулаға сәйкес дестелердің жоғалуы үшін дестелердің 7,96% жоғалды. Десте кідіріс дестенің жойылуына емес, орташа RTT мәнінің жоғарылауына тікелей әсер етеді. RTT нәтижелері ең төменгі және ең жоғары мәндерге (1 172; 290 909) жетті, оның ішінде орташа 44 006 мс. Стандартты ауытқу 63 902 мс.



17 Сурет TCP қолданбасының өткізу қабілеттілігінің графигі

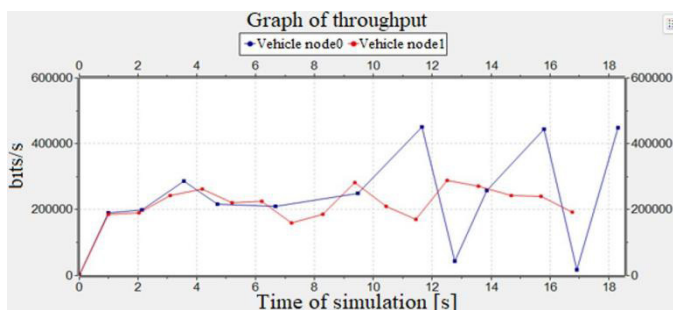
Сценарий №. 2 инфильтрация ықтималдығы $P=0,5$

Келесі сценарий ұлғайтылған десте кідірісін көрсетеді. Десте кідірістерінің жоғарылау ықтималдығы желілік трафиктің тұрақтылығы мен реакциясына тікелей әсер етеді және деректерді берудің толық бұзылуына әкелуі мүмкін.



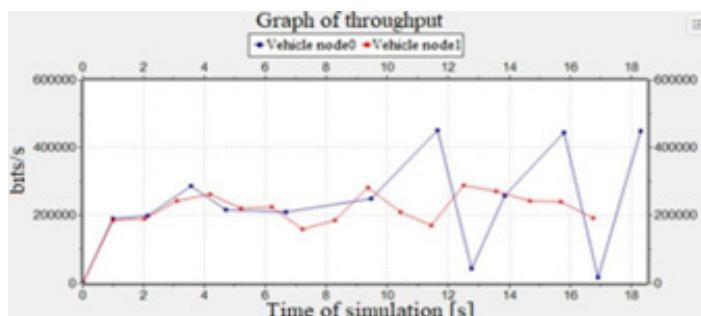
18 Сурет UDP қолданбасының өткізу қабілетінің графигі

UDP хатамасын пайдалана отырып, node0 1 түйініне жіберілген жалпы саны 19070 дестені (9,763 МБ) жасады. Шабуыл жасаушының көлігімен жіберілген 405 дестенің жалпы санының 197 десте кешіктірілді. Модельдеу кезінде Node1 396 дестені (0,203 МБ) алды, орташа 9,072 секундтық End-to-End кідірісімен.



18 Сурет UDP қолданбасының өткізу қабілетінің графигі

TCP көмегімен 0 node 1 түйініне 381 дестені (0,553 МБ) жіберді. Модельдеу барысында node0 332 дестені жеткізу туралы 167 растау алды. RTO мәні алдыңғымен салыстырғанда айтарлықтай өсті және бір деңгейге жетті, орташа мән 3152 секунд. Ол 5196 секунд мәнімен модельдеу соңында максималды мәнге жетті. Тасымалдау кезіндегі орташа RTT 1155 секундты құрайды.

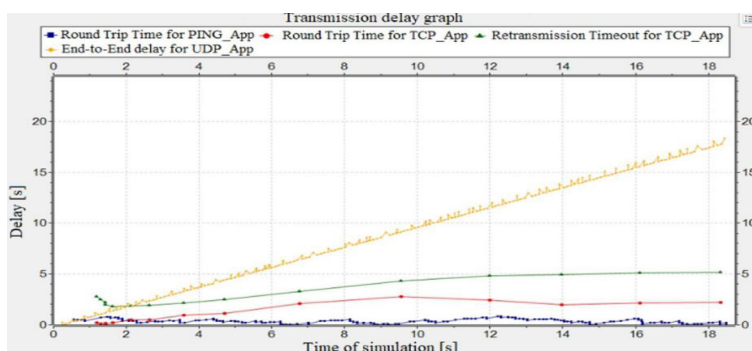


19 Сурет TCP қолданбасының өткізу қабілеттілігінің графигі

Көліктің қолжетімділігін тексеруден алынған мәндер желінің кідіріс уақытының айтарлықтай артқанын көрсетеді. Модельдеу кезінде node0 түйін1 түйініне 200 сұрау жіберіп, 185 жауап алды. (1) формулаға сәйкес дестелердің 7,5% жоғалды. Барлық имитацияланған сценарийлердің нәтижелерінен дестені кешіктіру шабуылы олардың жоғалуына әсер етпейді деген қорытынды жасауға болады. RTT нәтижелері ең төменгі және ең жоғары мәндерге (1,378; 805,655) жетті, оның ішінде орташа 349,404 мс. Осы үш мән арасындағы стандартты ауытқу 193 545 мс құрайды. (1) формулаға сәйкес дестелердің 7,5% жоғалды. Барлық имитацияланған сценарийлердің нәтижелерінен дестені кешіктіру шабуылы олардың жоғалуына әсер етпейді деген қорытынды жасауға болады.

Көліктің қолжетімділігін тексеруден алынған мәндер желінің кідіріс уақытының айтарлықтай артқанын көрсетеді. Модельдеу кезінде node0 түйін1 түйініне 200 сұрау жіберіп, 185 жауап алды. (1) формулаға сәйкес дестелердің 7,5% жоғалды. Барлық имитацияланған сценарийлердің нәтижелерінен дестені кешіктіру шабуылы олардың жоғалуына әсер етпейді деген қорытынды жасауға болады. RTT

нәтижелері ең төменгі және ең жоғары мәндерге (1,378; 805,655) жетті, оның ішінде орташа 349,404 мс. Осы үш мән арасындағы стандартты ауытқу 193 545 мс құрайды.



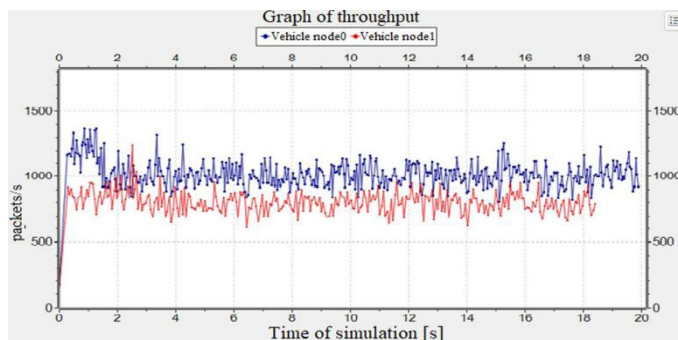
20 Сурет –Беріліс кідірістерінің және RTO мәндерінің графигі

Десте тастау шабуылы

Дестелерді түсіру шабуылы - бұл DOS шабуылының ең жиі кездесетін түріарнайы сымсыз желілер.

Сценарий №. R=0,2 лақтыру ықтималдығымен 1

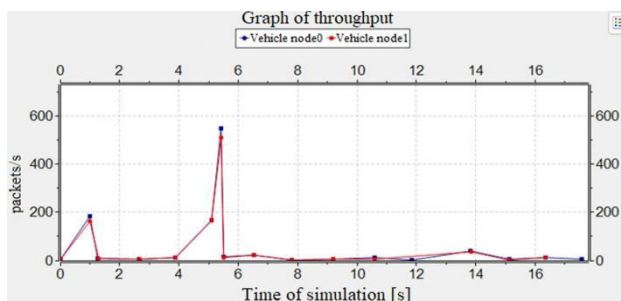
Сценарийде шабуылдаушының көлігі делдалдық жасайтын шамамен әрбір бесінші десте тасталады. Сондай-ақ, дестелердің көбірек санының түсуі, содан кейін уақытша тастаудың тоқтатылуы мүмкін. Бұрынғыдай көліктер бір-бірімен MITM позициясында орналасқан шабуылдаушының көлігі арқылы байланысады.



21 Сурет UDP қолданбасының өткізу қабілеттілігінің графигі

UDP хатамасын пайдалана отырып, көлік түйіні0 модельдеу кезінде желіге жіберілген жалпы саны 19994 дестені (10 236 МБ) жасады. Шабуылдаушының көлігі алған 19991 дестенің жалпы санынан 4160 десте тасталды. Node1 0,026 секунд орташа End-to-End кідірісімен модельдеу кезінде 14624 дестені (7,487 МБ) алды.

TCP көмегімен node0 симуляция кезінде 1 түйініне тек 344 дестені (0,499 МБ) жіберді. Node0 көлігі тағайындалған көлікке 321 дестені жеткізу туралы 192 растау алды. АСК растауларының қабылданбауына байланысты қайта жіберу RTO 1082 секунд орташа мәнімен он үш рет тоқтатылды. Нәтиже - TCP өткізу қабілетінің төмендеуі және жіберілетін дестелердің аз саны. Тасымалдау кезіндегі орташа RTT 0,061 секундқа жетті. UDP хатамасымен салыстырғанда шабуылдың жойқын әсері бар TCP хатамасын қолдану.

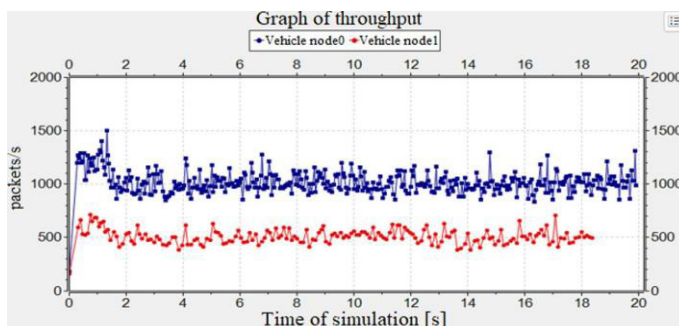


22 Сурет TCP қолданбасының өткізу қабілетінің графигі

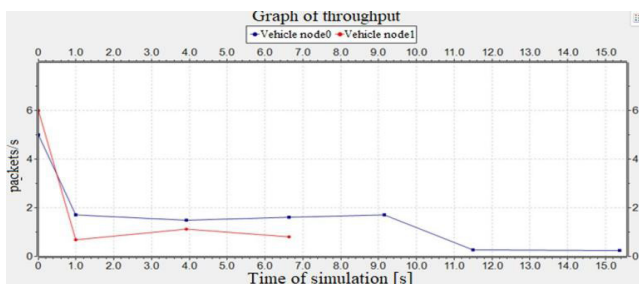
Қол жетімділікті тексеру арқылы node0 түйін1 түйініне 200 сұрау жіберіп, 118 жауап алды. Осы мәндерге сүйене отырып, дестелердің 41% жоғалды. RTT нәтижелері ең төменгі және максималды мәндерге жетті (1225; 251283), оның ішінде орташа 5,430 мс. Стандартты ауытқу 27 413 мс болды. Алдыңғы шабуылмен салыстырғанда дестені түсіру желінің кідірісін арттыруға әсер етпейді.

Сценарий №. R=0,5 тастау ықтималдығымен 2

Бұл сценарийде біз дестелерді тастау ықтималдығын 50% дейін арттырдық. Шабуылдаушының көлігі әрбір екінші дестені әдейі тастайды. UDP хатамасын пайдалана отырып, node0 модельдеу кезінде желіге жіберілген жалпы саны 19971 дестені (10 225 МБ) құрады. Алғаннан кейін зиянды түйін R = 0,5 болатын дестелерді таңдап тастады. Шабуыл жасаушының көлігі алған 19971 дестенің жалпы санынан 10004 десте тасталды. Түйін1 0,013 секунд орташа End-to-End кідіріс мәнімен модельдеу кезінде 9201 дестені (4,710 МБ) алды.



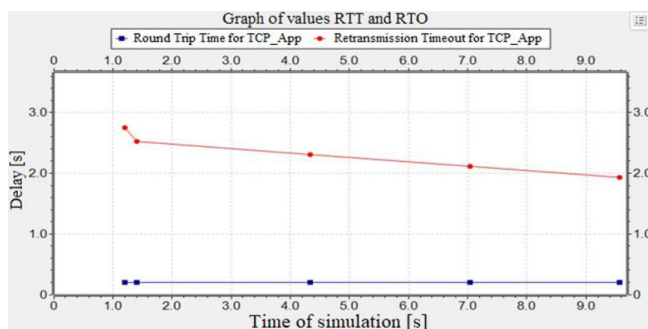
23 Сурет - UDP қолданбасының өткізу қабілетінің графигі



24 Сурет TCP қолданбасының өткізу қабілетінің графигі

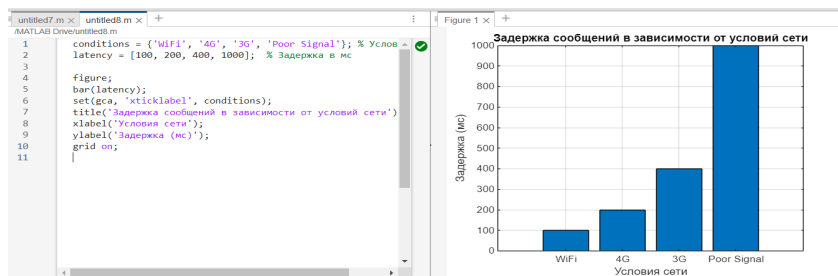
TCP көмегімен 0 түйіні модельдеу кезінде 1 түйініне 26 дестені (37 КБ) жіберді. Node0 көлігі тағайындалған көлікке 16 дестені жеткізу туралы 11 растау алды. № сценариймен салыстырғанда. 1, орташа RTT мәні беру кезінде айтарлықтай өсті және 0,203 секундқа жетті. Модельдеу кезінде беріліс орташа RTO мәнімен бес рет кідірілді 2326 секунд. Дестенің түсіп қалу ықтималдығының артуы жіберу кезінде дестенің өткізу қабілетіне және RTT мәндеріне тікелей әсер етеді.

1 түйінінің қолжетімділігін сынау арқылы (1) формулаға сәйкес 78% дестенік шығын есептелді. RTT нәтижелері ең төменгі және максимумға жеттімән (1,261; 1,846), барлық мәндердің орташа мәні 1,516 мс. Стандартты ауытқу 0,141 мс болды. UDP-ден айырмашылығы, TCP растау хабарламаларын жіберу арқылы дестелердің жеткізілуіне кепілдік береді. RTT және RTO мәндерінің графигі төмендеу ықтималдығы жоғары болғандықтан мақсатты түйінге деректерді жеткізудің АСК растауларының аз санын көрсетеді. Бұл байланыстың тоқтатылуына әкеледі, бұл TCP деректерінің өткізу қабілетінің төмендеуінен көрінеді.



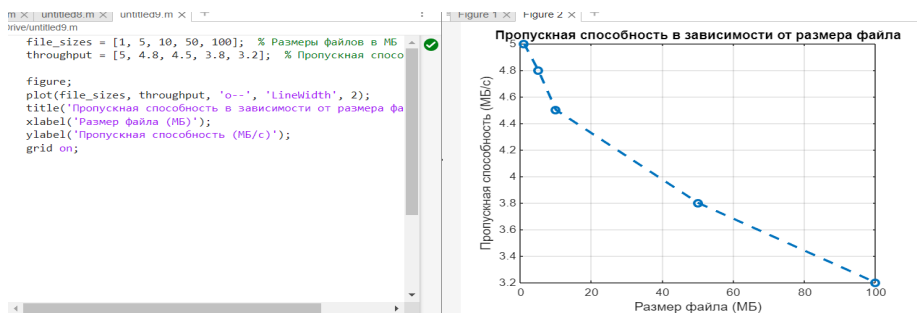
25 Сурет TCP App үшін RTT және RTO қол жеткізілген мәндерінің графигі

Желі жағдайына байланысты хабарламаның кідірісі 26 суретте көрсетілген. Онда Wi-Fi және 4G кідіріс деңгейі бойынша тиімдірек, әсіресе хабарламаларды жылдам жеткізуге арналған қосымшалар үшін. Poor Signal мессенджерлердің жұмысын айтарлықтай баяулатады.



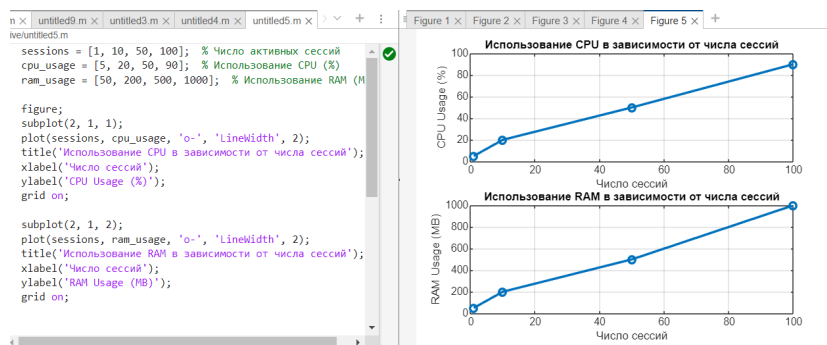
26 Сурет - Хабарламаның кідірісі

Өткізу қабілеті 27 суретте көрсетілген. Үлкен файлдар желінің ресурстарын көбірек пайдаланады, бұл кідірістерге немесе жылдамдықтың төмендеуіне әкелуі мүмкін. Файлдарды сегментациялау: үлкен файлдарды кішірек бөліктерге бөлу. Мәліметтерді сығу: жіберу жылдамдығын арттыру үшін файл көлемін азайту. Асинхронды жіберу: файлдарды бөліп-бөліп жеткізу.



27 Сурет - Өткізу қабілеті

Сеанстар санына байланысты CPU және RAM пайдалану 28 суретте көрсетілген.



28 Сурет - Сеанстар санына байланысты CPU және RAM пайдалану

Қорытынды

Мұндағы мақсат қызметтердің сапасы мен қолжетімділігіне әсер ететін параметрлерге жеке желілік шабуылдардың әсерін көрсету болды. Біз үшеуін модельдедік әрбір модельденген сценарий үшін әртүрлі параметрлерді пайдалана отырып, көлік желісіндегі MITM шабуылдарының түрлері. Шабуылдардың барлық түрлері желіге айтарлықтай әсер етеді, бұл жоғары E2E кідіріс мәндеріне, төмен деректер жылдамдығына, дестелердің жоғалуына әкеледі. және жүктырған дестелердің үлкен санының таралуы (RREP жалған жауаптары).

Деректер дестенің таңдамалы кешігуінің шабуылы UDP және TCP арқылы берілетін деректердің өткізу қабілетіне айтарлықтай әсер ету ықтималдығы аз болды. Уақыт бойынша UDP берудегі кідіріс сызықты түрде өсті және TCP жіберумен салыстырғанда жоғары мәндерге жетті. Деректерді жеткізу бойынша кері байланыссыз желіге деректерді сериялық түрде жіберетін UDP-тен айырмашылығы, TCP ағынды басқару механизмін пайдаланады. UDP жіберудегі таңдамалы дестені түсіру шабуылы деректердің өткізу қабілетіне және кешігуіне тікелей әсер етпейді, бірақ дестелердің жоғалуына.

Әдебиеттер

Hasrouny H., Samhat A.E., Bassil C., Laouiti A. (2027) VANet Security Challenges and Solutions: Vehicular Communications. — Vol. 7. — P. 7-20

Lu, G. Qu, and Z. Liu (2019). A survey on recent advances in vehicular network security, trust, and privacy, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. — Vol. 20. — no. 2. — P. 760–776.

Raza S. Survey on Vehicular Edge Applications, Technical Issues, and Future Directions. S. Raza, Sh. Wang, M. Ahmed, M.R. Anwar (2019) Wireless Communications and Mobile Computing. — Vol. 5. — P. 1–19.

S. Liu, L.Liu, B.Yu, Y. Wang, W. (2019) Computing for Autonomous Driving: Opportunities and Challenges: PROCEEDINGS OF THE IEEE. — Vol. 107. — P.1–17.

S. Sharma and A. Kaul, (2018) A survey on intrusion detection systems and honeypot based proactive security mechanisms in VANETs and VANET Cloud, Vehicular Communications. — Vol. 12, — P. 138–164

Кучерявый Е.А., Винель А.В., Ярцев С.В. (2009) Особенности развития и текущие проблемы автомобильных беспроводных сетей VANET, Электросвязь. — №1. — С. 24-28

Кучерявый Е.А., Ярцев С.В. (2016) Теория эпидемий как инструмент анализа распространения широковещательного трафика в сетях VANET, Информационно-управляющие системы. — №4. — С. 101-107

Москалев, П. А. Сетевые транспортные коммуникации VANET (2020) Инфокоммуникации: сборник тезисов докладов 56-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР. — Минск, — С. 94–95

Хакимов А.А, Суминов А.В., Мутханна А.С.А. (2019) Разработка метода организации распределения граничных вычислений в сетях VANET, Информационные технологии и телекоммуникации—. —Том 7. — № 2. — С. 47–55. DOI 10.31854/2307-1303-2019-7-2-47-55

Хизирова М.А. Ибрагимов А (2024) Анализ защищенного мобильного мессенджера с функцией автономной работы на базе открытого протокола в VANET сетях связи V International Scientific and Practical Conference RECENT ADVANCES IN GLOBAL SCIENCE held on December. — P. 6-8.

Хизирова М.А. Ибрагимов А (2025) VANET-те қауіпсізкөп-сатылы хабарлама тарату үшін смартфонға негізделген платформа XIV International Scientific and Practical Conference INTERNATIONAL FORUM: PROBLEMS AND SCIENTIFIC SOLUTIONS held on January. — P.16-18

Ярцев С.В., (2015) Механизмы управления широковещательным трафиком в сетях VANET, Электросвязь. — №3. — С. 27-31

Ярцев С.В., Кучерявый Е.А., Владыко А.Г. (2018) Исследование структуры потоков широковещательного трафика в сетях VANET, НТВ СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. — №3. — С. 7-18

Abuashour A., Abdelhaq M. (2017) A comprehensive survey on VANET security services in traffic management system. Modern Applied Science. — Vol. 11. — No. 3. — P. 28–43.

Ahmed M.S., Gharavi H. (2018) Cooperative vehicular networking: A survey. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. — Vol. 19. — No. 3. — P. 996–1014

References

Hasrouny H., Samhat A.E., Bassil C., Laouiti A. (2027) VANet Security Challenges and Solutions: Vehicular Communications. — Vol. 7. — P. 7-20. (in English)

Khakimov A.A, Suminov A.V., Mutkhanna A.S.A. (2019) Razrabotka metodov raspredeleniya granichnykh vychisleniy v setyakh VANET [Development of a method for organizing the distribution of edge computing in VANET networks], Informatsionnyye tekhnologii i telekommunikatsionnyye organizatsii, Tom 7. — № 2. — P.47–55. DOI 10.31854/2307-1303-2019-7-2-47-55 (oris tilinde)

Khizirova M.A. Ibragimov A (2024) Analiz zashchishchennogo mobil'nogo messendzhera s funktsiyei avtonomnoy raboty na baze otkrytogo protokola v VANET setyakh svyazi [Analysis of

a secure mobile messenger with an autonomous operation function based on an open protocol in VANET communication networks] V International Scientific and Practical Conference RECENT ADVANCES IN GLOBAL SCIENCE held on December. — P. 6-8, (in Russian).

Khizirova M.A. Ibragimov A (2025) Mobile instant messaging platform based on VANET for smartphone development [VANET-based mobile instant messenger platform for the development of smartphones] XIV International Scientific and Practical Conference INTERNATIONAL FORUM: PROBLEMS AND SCIENTIFIC SOLUTIONS January 16-18 (in Kazakh).

Kucheryavyy Ye.A., Vinel' A.V., Yartsev S.V. (2009) Osobennosti razvitiya i tekushchiye problemy avtomobil'nykh besprovodnykh setey VANET [Features of development and current problems of automotive wireless networks VANET], *Elektrosvyaz'*. — №1. — P. 24-28 (in Russian)

Kucheryavyy Ye.A., Yartsev S.V. (2016) Teoriya epidemiy kak instrument analiza rasprostraneniya shirokoveshchatel'nogo trafika v setyakh VANET [Epidemic theory as a tool for analyzing the spread of broadcast traffic in VANET networks], *Informatsionno-upravlyayushchiye sistemy*. — №4. — P. 101-107 (in Russian)

Lu, G. Qu, and Z. Liu (2019) A survey on recent advances in vehicular network security, trust, and privacy, *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. — Vol. 20. — no. 2. — P. 760–776. (in English)

Moskalev, P. A. (2020) Setevyye transportnyye nauchnyye komunikatsii VANET [Network transport communications VANET] Infokommunikatsii: sbornik tezisev dokladov 56-oy konferentsii aspirantov, magistrantov i studentov BGUIR, Minsk. — P. 94–95 (in Belarusian).

Raza S. Survey on Vehicular Edge Applications, Technical Issues, and Future Directions. S.Raza, Sh. Wang, M. Ahmed, M.R.Anwar (2019) *Wireless Communications and Mobile Computing*. — Vol. 5. — P. 1–19. (in English)

S. Liu, L.Liu, B.Yu, Y. Wang, W. (2019) Computing for Autonomous Driving: Opportunities and Challenges: *PROCEEDINGS OF THE IEEE*. — Vol. 107. — P.1–17. (in English)

S. Sharma and A. Kaul, (2018) A survey on intrusion detection systems and honeypot based proactive security mechanisms in VANETs and VANET Cloud, *Vehicular Communications*. — Vol. 12. — P. 138–164. (in English)

Yartsev S.V., (2015) Mekhanizmy upravleniya shirokoveshchatel'nym trafikom v setyakh VANET [Mechanisms for managing broadcast traffic in VANET networks], *Elektrosvyaz'*, №3. — P. 27-31, (in Russian)

Yartsev S.V., Kucheryavyy Ye.A., Vladyko A.G. (2018) Issledovaniye struktury potokov shirokoveshchatel'nogo trafika v setyakh VANET [Research of the structure of broadcast traffic flows in VANET networks], *NTV SPbGPU.Informatika.Telekommunikatsii. Upravleniye*. — №3. — P. 7-18 (in Russian)

Abuashour A., Abdelhaq M. (2017)A comprehensive survey on VANET security services in traffic management system // *Modern Applied Science*. — Vol. 11. — No. 3. — P. 28–43 (in English)

Ahmed M.S., Gharavi H. (2018) Cooperative vehicular networking: A survey. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. — Vol. 19. — No. 3. — P. 996–1014 (in English)

**Publication Ethics and Publication Malpractice in
the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://physics-mathematics.kz/index.php/en/archive>

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Директор отдела издания научных журналов НАН РК *А. Ботанқызы*

Редакторы: *Д.С. Аленов, Ж.Ш. Әден*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадыранова*

Подписано в печать 20.06.2025.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

20,0 п.л. Заказ 2.