

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

**ACADEMIC SCIENTIFIC
JOURNAL OF COMPUTER SCIENCE**

**№4
2025**

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



CENTRAL ASIAN ACADEMIC
RESEARCH CENTER



**ACADEMIC SCIENTIFIC
JOURNAL OF COMPUTER
SCIENCE**

4 (356)

OCTOBER – DECEMBER 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>

MAMYRBAEV 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 Zhanabaevich, 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 Aldazarovna, 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>

Academic Scientific Journal of Computer Science

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Owner: «Central Asian Academic Research Center» LLP (Almaty).

Certificate № **KZ77VPY00121154** on the re-registration of the periodical printed and online publication of the information agency, issued on **05.06.2025** 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.*

<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>

БАЙҒҮНЧЕКОВ Жұмаділ 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 Алдаржарқызы, 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>

Academic Scientific Journal of Computer Science

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Меншіктеуші: «Орталық Азия академиялық ғылыми орталығы» ЖШС (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 **05.06.2025** ж. берген № **KZ77VPY00121154** Куәлік.

Тақырыптық бағыты: *ақпараттық-коммуникациялық технологиялар*

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

Мерзімділігі: *жылына 4 рет.*

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

© «Орталық Азия академиялық ғылыми орталығы» ЖШС, 2025

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

МУТАНОВ Галимжаир 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» КН МНВО РК, заведующий лабораторией (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 Валдемар, 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 Анджей, 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>

Academic Scientific Journal of Computer Science

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Собственник: *ТОО «Центрально-азиатский академический научный центр» (г. Алматы).*

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания, информационного агентства и сетевого издания № **KZ77VPY00121154**. Дата выдачи **05.06.2025**

Тематическая направленность: *информационно-коммуникационные технологии.*

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

Периодичность: *4 раза в год.*

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

© ТОО «Центрально-азиатский академический научный центр», 2025

CONTENTS

B. Assanova, Zh. Moldasheva, A.T. Kishubaeva Decision support system structure and blocks for selecting efficient delayed coking modes.....	11
Zh.T. Abildayeva, R.K. Uskenbayeva, G.S. Beketova, N.B. Konyrbaev, S.B. Seydazimov Multi-criterion optimization of advertising budget allocation in the agro-industrial complex based on NSGA-III algorithm.....	26
A.O. Aliyeva, B.S. Omarov, R.B. Abdrakhmanov, D.R. Sultan, A.B. Toktarova Neural network model for automatic detection of Kazakh-language hatespeech.....	40
O. Auyelbekov, E. Bostanov, S. Sapakova, L. Tukenova, A. Kozhagul Modeling and analysis of a generator with permanent and variable magnets.....	55
G. Autova, G. Nurtayeva, E. Zulfukharova, G. Yeleussizova, R. Zhumabekova Theoretical foundations of interdisciplinary integration of physics and computer science.....	73
A.Zh. Akhmetova, M.A. Kantureyeva, A.A. Abisheva, A. Aubakirova, A.A. Shekerbek Analysis of the social network user's environment.....	89
A.Sh. Barakova, K.S. Shadinova, A.S. Orynbaeva, G. Sugurzhanova Design of a model for protecting a website's authentication data and content based on blockchain technology.....	102
A.N. Zhidebayeva, G.U. Madaliyeva, B.O. Tastanbekova, S.S. Karzhaubekova, G.S. Shaimerdenova Deep neural network Conv-LSTM for ECG-based cardiac disorder identification.....	122
N.M. Zhunissov, A.B. Aben, A.B. Amanzholova The fraud detection model in text messages.....	138
A. Issakhov, A. Alzhanov, A. Akhmedov, A. Amanzholov, T. Murat Numerical simulation of thermohydrodynamics during heated water discharge into Lake Balkhash.....	152

Z. Kaderkeyeva, B. Razakhova, G. Bekmanova, A. Nazyrova, M. Zhasuzakova
Q-Bilim: an intelligent system for assessing learning outcomes based on competencies.....171

N. Karymsakova, A. Boltaboyeva, D. Turmakhanbet, M. Maulenbekov, T. Abdirova
Unsupervised learning for the identification of critical conditions in renewable energy production.....184

A.Kulakayeva, E.Daineko, B. Medetov, A. Nurlankyzy
Evaluation of the effectiveness of modern neural network architectures for VAD under low snr ratio conditions.....203

B. Orazbayev, A. Zhumadillayeva, K. Orazbayeva, R. Yessirkessinov, Zh. Tuleuov
Development of models of sulfur production processes based on artificial neural networks and simulation.....216

L. Rzayeva, A. Ryzhova, M. Zhaparkhanova, A. Myrzatay, Zh. Kozhakhmet
A new LSTM-based web application for automated password strength evaluation.....234

D. Sagidoldin, A. Zhetpisbayeva, B. Zhumazhanov, B. Zhumazhanov
Increasing the reliability of data transmission from small spacecraft using SDR equipment.....259

A.N. Seraly, A.D. Mekhtiyev, G.Z. Ziyatbekova, K.B. Begalieva, R.A. Mekhtiyev
Development of hardware for monitoring optical parameters.....274

A.A. Taurbekova, M.V. Markosyan
Development and implementation of a computational model of magmatic processes in the bowls of the Earth and on its surface.....288

K. Chezhimbayeva, A. Mukhamejanova, Y. Garmashova
Fuzzy-logic-based expert system for predicting QoS in 5G networks.....306

МАЗМҰНЫ

Б.У. Асанова, Ж.Ж. Молдашева, А. Кишубаева Баяу кокстеу қондырғысы үшін тиімді жұмыс режимдерін таңдауға шешім қолдау жүйесі құрылымы.....	11
Ж.Т. Әбілдаева, Р.К. Ускенбаева, Г.С. Бекетова, Н.Б. Қоңырбаев, С.Б. Сейдазимов NSGA-III алгоритмі негізінде агроөнеркәсіптік кешендегі жарнамалық бюджетті бөлуді көп критериялы оңтайландыру.....	26
А.О. Әлиева, Б.С. Омаров, Р.Б. Абдрахманов, Д.Р. Султан, А.Б. Тоқтарова Қазақ тіліндегі дискриминацияны автоматты анықтауға арналған нейрондық желілік моделі.....	40
О. Әуелбеков, Е. Бостанов, С. Сапақова, Л. Түкенова, А. Қожағұл Тұрақты және айнымалы магниттері бар генераторды модельдеу және талдау.....	55
Г.М. Аутова, Г.К. Нуртаева, Ә.М. Зильбухарова, Г.С. Елеусизова, Р.Р. Жұмабекова Физика мен информатика пәндерінің пәнаралық интеграциясының теориялық негіздері.....	73
А.Ж. Ахметова, М.А. Кантуреева, А.А. Абишева, А. Аубакирова, А.А. Шекербек Әлеуметтік желі қолданушыларының ортасын талдау.....	89
А.Ш. Баракова, К.С. Шадинова, А.С. Орынбаева, Г. Сугуржанова Блокчейн технологиясы негізінде веб сайттың аутентификациялық деректері мен өнімін қорғау моделін құрастыру.....	102
А.Н. Жидебаева, Г.У. Мадалиева, Б.О. Тастанбекова, С.С. Қаржаубекова, Г.С. Шаймерденова Жүрек ауруларын анықтауда Conv-LSTM архитектурасына негізделген терең нейрондық желі.....	122
Н.М. Жунисов, А.Б. Абен, Ә.Б. Аманжолова Мәтіндік хабарламалардағы алаяқтықты анықтау моделі.....	138
А.А. Исахов, А. Альжанов, А. Ахмедов, А. Аманжолов, Т. Мурат Балқаш көліне жылы су ағызу кезіндегі термогидродинамиканы сандық модельдеу.....	152

З.К. Кадеркеева, Б.Ш. Разахова, Г.Т. Бекманова, А.Е. Назырова, М.Ж. Жасұзақова Q-Bilim: құзыреттерге негізделген оқу нәтижелерін бағалауға арналған интеллектуалды жүйе.....	171
Н. Карымсакова, А. Болтабоева, Д. Тұрмаханбет, М. Мауленбеков, Т. Абдирова Жанартылатын энергия өндірісіндегі критикалық режимдерді анықтауға арналған мұғалімсіз оқыту.....	184
А. Кулакаева, Е. Дайнеко, Б. Медетов, А. Нурланқызы Сигнал/шуыл қатынасы төмен жағдайларда заманауи нейрондық желілік VAD архитектураларының тиімділігін бағалау.....	203
Б. Оразбаев, А. Жумадиллаева, К. Оразбаева, Р. Есиркесинов, Ж. Тулеуов Күкірт өндіру процесстерінің модельдерін жасанды нейрондық желілер негізінде әзірлеу және модельдеу.....	216
Л. Рзаева, А. Рыжова, М. Жапарханова, А. Мырзатай, Ж. Кожамет, Құпиясөздің беріктігін автоматты бағалауға арналған LSTM негізіндегі жаңа веб-қосымша.....	234
Д.Т. Сагидолдин, А.Т. Жетписбаева, Б.Р. Жумажанов, Б.С. Жумажанов SDR жабдықтарын пайдалану арқылы, шағын ғарыш аппараттарынан деректерді берудің сенімділігін арттыру.....	259
А.Н. Сералы, А.Д. Мехтиев, Г.З. Зиятбекова, К.Б. Бегалиева, Р.А. Мехтиев Оптикалық параметрлерді бақылауға арналған аппараттық құрылғыны әзірлеу.....	274
А.А. Таурбекова, М.В. Маркосян Жер көзіндегі және оның бетіндегі магматтық процестердің есептік моделін әзірлеу және енгізу.....	288
К.С. Чежимбаева, А. Мухамеджанова, Ю. Гармашова Айқын емес логика негізінде 5G желілеріндегі QoS болжау expertтік жүйесі.....	306

СОДЕРЖАНИЕ

Б.У. Асанова, Ж.Ж. Молдашева, А. Кишубаева Структура и функциональные блоки системы поддержки решений для выбора режимов замедленного коксования.....	11
Ж.Т. Абилдаева, Р.К. Ускенбаева, Г.С. Бекетова, Н.Б. Конырбаев, С.Б. Сейдазимов Многокритериальная оптимизация распределения рекламного бюджета в апк на основе алгоритма NSGA-III.....	26
А.О. Алиева, Б.С. Омаров, Р.Б. Абдрахманов, Д.Р. Султан, А.Б. Токтарова Нейросетевая модель для автоматического обнаружения дискриминации в казахском языке.....	40
О. Ауельбеков, Е. Бостанов, С. Сапакова, Л. Туkenова, А. Кожугул Моделирование и анализ генератора с постоянными и переменными магнитами.....	55
Г.М. Аутова, Г.К. Нуртаева, Э.М. Зулбухарова, Г.С. Елеусизова, Р.Р. Жумабекова Теоретические основы междисциплинарной интеграции физики и информатики.....	73
А.Ж. Ахметова, М.А. Кантуреева, А.А. Абишева, А. Аубакирова, А.А. Шекербек Анализ окружения ползователей социальной сети.....	89
А.Ш. Баракова, К.С. Шадинова, А.С. Орынбаева, Г. Сугуржанова Разработка модели защиты аутентификационных данных и контента веб-сайта на основе технологии блокчейн.....	102
А.Н. Жидебаева, Г.У. Мадалиева, Б.О. Тастанбекова, С.С. Каржаубекова, Г.С. Шаймерденова Глубокая нейронная сеть на основе архитектуры Conv-LSTM для выявления сердечных заболеваний.....	122
Н.М. Жунисов, А.Б. Абен, А.Б. Аманжолова Модель обнаружения мошенничества в текстовых сообщениях.....	138
А.А. Исахов, А. Альжанов, А. Ахмедов, А. Аманжолов, Т. Мурат Численное моделирование термогидродинамики при сбросе подогретых вод в озеро Балхаш.....	152

З.К. Кадеркеева, Б.Ш. Разахова, Г.Т. Бекманова, А.Е. Назырова, М.Ж. Жасузакова Q-Bilim: интеллектуальная система оценки результатов обучения на основе компетенций.....	171
Н. Карымсакова, А. Болтабоева, Д. Тұрмаханбет, М. Мауленбеков, Т. Абдирова Обучение без учителя для выявления критических режимов в производстве возобновляемой энергии.....	184
А. Кулакаева, Е. Дайнеко, Б. Медетов, А. Нурланкызы Оценка эффективности современных нейросетевых архитектур VAD при низком отношении сигнал/шум.....	203
Б. Оразбаев, А. Жумадиллаева, К. Оразбаева, Р. Есиркесинов, Ж. Тулеуов Разработка моделей процессов производства серы на основе искусственных нейронных сетей и моделирование.....	216
Л. Рзаева, А. Рыжова, М. Жапарханова, А. Мырзатай, Ж. Кожамет Новое веб-приложение на основе LSTM для автоматизированной оценки надежности паролей.....	234
Д.Т. Сагидолдин, А.Т. Жетписбаева, Б.Р. Жумажанов, Б.С. Жумажанов Повышение надёжности передачи данных с малых космических аппаратов с применением SDR оборудования.....	259
А.Н. Сералы, А.Д. Мехтиев, Г.З. Зиятбекова, К.Б. Бегалиева, Р.А. Мехтиев Разработка аппаратного средства для контроля оптических параметров.....	274
А.А. Таурбекова, М.В. Маркосян, Н.Т. Карымсакова Разработка и реализация вычислительной модели магматических процессов в недрах земли и на её поверхности.....	288
К.С. Чежимбаева, А. Мухамеджанова, Ю. Гармашова Экспертная система прогнозирования QoS в 5G-сетях на основе нечеткой логики.....	306

© A.N. Seraly¹, A.D. Mekhtiyev², G.Z. Ziyatbekova^{3,4,5*}, K.B. Begaliev¹,
R.A. Mekhtiyev¹, 2025.

¹S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan;

²Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, Kazakhstan;

³Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan;

⁴Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan;

⁵Institute of Information and Computational Technologies SC MSHE RK,
Almaty, Kazakhstan.

E-mail: ziyatbekoval@gmail.com

DEVELOPMENT OF HARDWARE FOR MONITORING OPTICAL PARAMETERS

Seraly Aigul — Doctoral student of the specialty «8D07107-Technical system management»,
S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan,

E-mail: seralyaigul8@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-3836-4582>;

Mekhtiyev Ali — Candidate of Technical Sciences, professor, Vice-Rector for Research NCJSC
«Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Karaganda, Kazakhstan,

E-mail: barton.kz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2633-3976>;

Ziyatbekova Gulzat—PhD, Associate Professor, Almaty Technological University; Al-Farabi
Kazakh National University; Institute of Information and Computational Technologies SC MSHE
RK, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: ziyatbekoval@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9290-6074>;

Begaliev Kalamkas — PhD, S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana,
Kazakhstan,

E-mail: kalamkas_b@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4216-9184>;

Mekhtiyev Ruslan — Master of Science in Engineering, Research Associate Department of Electrical
Equipment Operation, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Astana, Kazakhstan,

E-mail: ruslanmekhtiyev@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5416-3444>.

Abstract. This article describes the device of an experimental installation for obtaining data in the format of images or short videos. Fiber-optic sensors (BPS), new generation lasers, and an FLG camera were used to create the experimental setup. The sequential functionality of the experimental stand is described, as well as the data and metrological characteristics of lasers, which make it possible to choose when used in various circumstances. In addition, further research and the choice of machine learning methods for data classification depend on the quality of the information being processed, so the article discusses the technical characteristics of lasers. The article presents the results of checking the stability of laser emitters

(diode lasers) according to parameters such as optical power and wavelength, conducted in an accredited laboratory. At the current stage of our research, the focus is on data collection and monitoring of optical parameters that change when exposed to fiber-optic sensors, so laser selection is crucial to obtain accurate data. The article presents the research of Russian scientists who used fiber-optic sensors widely used in construction and security systems, such as the Brega grid. Further research will focus on data recognition and determining the nature of the impact on sensors over a certain period of time using neural networks and deep learning methods. Modern technologies are developing rapidly, so significant changes in the choice of software solutions and data integration may occur during the research process. Therefore, the experimental setup has unique characteristics and can be upgraded and improved depending on the technologies used, such as modern lasers and FLG cameras.

Keywords: fiber optic sensors, lasers, machine learning, Bragg lattice, neural networks

© А.Н. Сералы¹, А.Д. Мехтиев², Г.З. Зиятбекова^{3,4,5*}, К.Б. Бегалиева¹,
Р.А. Мехтиев¹, 2025.

¹С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,
Астана, Қазақстан;

²Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті,
Қарағанды, Қазақстан;

³Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан;

⁴Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан;

⁵ҒК ҚР ҒЖБМ Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты,
Алматы, Қазақстан.

*E-mail: ziyatbekova1@gmail.com

ОПТИКАЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРДІ БАҚЫЛАУҒА АРНАЛҒАН АППАРАТТЫҚ ҚҰРЫЛҒЫНЫ ӨЗІРЛЕУ

Сералы Айгүль — «8D07107-Техникалық жүйелерді басқару» мамандығының 2 курс докторанты, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан,

E-mail: seralayaigul8@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-3836-4582>;

Мехтиев Али — техника ғылымдарының кандидаты, "Абылқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті" КеАҚ ғылыми-зерттеу ісі жөніндегі проректоры, Қарағанды, Қазақстан,

E-mail: barton.kz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2633-3976>;

Зиятбекова Гулзат — PhD, қауымдастырылған профессор Алматы технологиялық университеті; Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті; ҒК ҚР ҒЖБМ Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты, Алматы, Қазақстан,

E-mail: ziyatbekova1@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9290-6074>;

Бегалиева Каламкас — PhD, компьютерлік ғылымдар кафедрасының аға оқытушысы, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан,
E-mail: kalamkas_b@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4216-9184>;

Мехтиев Руслан — техника ғылымдарының магистрі, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің электр жабдықтарын пайдалану кафедрасының ғылыми қызметкері, Астана, Қазақстан,
E-mail: ruslanmekhtiyev@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5416-3444>.

Аннотация. Бұл құжат кескін пішіміндегі немесе қысқа бейнелердегі деректерді алуға арналған эксперименттік қондырғының дизайнын сипаттайды. Эксперименттік қондырғыны құру үшін талшықты-оптикалық сенсорлар (FOS), жаңа буын лазерлері және FLG камерасы пайдаланылды. Эксперименттік стендтің дәйекті функционалдығы сипатталған, сонымен қатар әртүрлі жағдайларда пайдаланған кезде таңдауды қамтамасыз ететін лазерлердің деректері мен метрологиялық сипаттамалары берілген. Зерттеулер және деректерді жіктеу үшін машиналық оқыту әдістерін таңдау, өңделетін ақпараттың сапасына байланысты, сондықтан мақалада лазерлердің техникалық сипаттамалары талқыланады. Мақалада аккредиттелген зертханада жүргізілген оптикалық қуат және толқын ұзындығы сияқты параметрлер бойынша лазерлік эмитенттердің (диодты лазерлердің) тұрақтылығын сынау нәтижелері берілген. Біздің зерттеуіміздің қазіргі кезеңі деректерді жинауға және талшықты-оптикалық сенсорларға (FOS) әсер еткенде өзгеретін оптикалық параметрлерді бақылауға бағытталған, сондықтан дәл деректерді алу үшін лазерді таңдау өте маңызды. Мақалада құрылыста және қауіпсіздік жүйесінде кеңінен қолданылатын талшықты-оптикалық сенсорларды пайдаланған отандық ғалымдардың зерттеулері берілген, мысалы, Vreg торы. Әрі қарайғы зерттеулер нейрондық желілер мен терең оқыту әдістерін пайдалана отырып, деректерді тануға және белгілі бір уақыт аралығында сенсорларға әсер ету сипатын анықтауға бағытталған. Заманауи технологиялар қарқынды дамып келеді, сондықтан зерттеу процесінде бағдарламалық шешімдерді таңдауда және деректерді біріктіруде елеулі өзгерістер болуы мүмкін. Сондықтан эксперименттік қондырғының бірегей сипаттамалары бар және заманауи лазерлер мен FLG камералары сияқты қолданылатын технологияларға байланысты жаңартылуы және жетілдірілуі мүмкін.

Түйін сөздер: талшықты-оптикалық сенсорлар, лазерлер, машиналық оқыту, Vreg торы, нейрондық желілер

© А.Н. Сералы¹, А.Д. Мехтиев², Г.З. Зиятбекова^{3,4,5*}, К.Б. Бегалиева¹,
Р.А. Мехтиев¹, 2025.

¹Казахский агротехнический исследовательский университет
им. С.Сейфуллина, Астана, Казахстан;

²Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова,
Караганда, Казахстан;

³Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан;

⁴Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Казахстан;

⁵Институт информационных и вычислительных технологий КН МНВО РК,
Алматы, Казахстан.

*E-mail: ziyatbekova1@gmail.com

РАЗРАБОТКА АППАРАТНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОПТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Сералы Айгуль — докторант специальности «8D07107-Управление техническими системами»,
Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина, Астана,
Казахстан,

E-mail: seralyaigul8@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-3836-4582>;

Мехтиев Али — кандидат технических наук, проректор по научно-исследовательской работе
НАО "Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова", Караганда,
Казахстан,

E-mail: barton.kz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2633-3976>;

Зиятбекова Гулзат — PhD, ассоциированный профессор, Алматинский технологический
университет; Казахский национальный университет имени аль-Фараби; Институт
информационных и вычислительных технологий КН МНВО РК, Алматы, Казахстан,

E-mail: ziyatbekova1@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9290-6074>;

Бегалиева Каламкас — Phd, Казахский агротехнический исследовательский университет
имени С. Сейфуллина, Астана, Казахстан,

E-mail: kalamkas_b@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4216-9184>;

Мехтиев Руслан — магистр технических наук, научный сотрудник кафедры «Эксплуатация
электрооборудования», Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, Астана,
Казахстан,

E-mail: ruslanmekhtiyev@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5416-3444>.

Аннотация. В данной статье описано устройство экспериментальной
установки для получения данных в формате изображения или коротких
видеороликов. Для создания экспериментальной установки были использованы
волоконно-оптические датчики (ВОП), лазеры нового поколения и камера
FLG. Описан последовательный функционал экспериментального стенда, так
же представлены данные и метрологические характеристики лазеров, которые
дают возможность выбора при использовании в различных обстоятельствах.
Кроме того, дальнейшие исследования и выбор методов машинного обучения
для классификации данных зависят от качества обрабатываемой информации,
поэтому в статье рассмотрены технические характеристики лазеров. В статье

изложены результаты проверки стабильности лазерных излучателей (диодных лазеров) по таким параметрам, как оптическая мощность и длина волны, проведенной в аккредитованной лаборатории. На текущем этапе нашего исследования основное внимание уделяется сбору данных и мониторингу оптических параметров, которые изменяются при воздействии на волоконно-оптические датчики (ВОП), поэтому выбор лазера имеет решающее значение для получения точных данных. В статье представлены исследования отечественных ученых, которые использовали волоконно-оптические датчики, широко применяемые в строительстве и охранных системах, такие как решетка Брега. Дальнейшее исследование будет сосредоточено на распознавании данных и определении характера воздействия на датчики в определенный период времени с использованием нейросетей и методов глубокого обучения. Современные технологии развиваются стремительно, поэтому в процессе исследования могут произойти значительные изменения в выборе программных решений и интеграции данных. Поэтому экспериментальная установка обладает уникальными характеристиками и может быть модернизирована и усовершенствована в зависимости от применяемых технологий, таких как современные лазеры и FLG-камеры.

Ключевые слова: волоконно-оптические датчики, лазеры, машинное обучение, решетка Брега, нейросети

Введение. В настоящее время волоконно-оптические линии передачи (ВОЛП) широко используются в телекоммуникациях благодаря их высокой пропускной способности и низким потерям. Однако надёжность и безопасность таких линий остаются критически важными задачами, особенно в условиях возросших рисков несанкционированного доступа и возможных механических повреждений кабеля. Существует потребность в доступных методах непрерывного мониторинга, позволяющих вовремя выявлять деформации, обрывы и попытки подключения к оптическому кабелю.

В предлагаемой работе рассматривается многоканальная экспериментальная установка с использованием волоконно-оптических датчиков (ВОП). Основу системы составляют резервные оптические волокна в составе кабеля, оптический сплиттер, лазерный источник и КМОП-фотоматрица (CMOS-камера). В статье описывается принцип действия, аппаратная реализация и результаты отображающие экспериментальным стендом.

Общая концепция. Разрабатываемая методика основана на применении оптических волокон в качестве чувствительных элементов, по каждому из которых проходит лазерное излучение. На выходе из волокна формируется световое пятно, фиксируемое КМОП-матрицей (комплементарной металл-оксидной полупроводниковой фотоматрицей). Данный световой отпечаток представляет собой уникальный оптический сигнал, параметры которого зависят от состояния волокна. При возникновении внешнего воздействия —

таких как механические изгибы, давления, удары или несанкционированные вмешательства — происходит изменение физических характеристик волокна, что, в свою очередь, приводит к деформации оптического пути и изменению интенсивности, формы или других параметров светового пятна. Таким образом, изменения в оптическом сигнале служат индикатором нарушения нормального функционирования системы, что позволяет использовать данную методику для создания высокочувствительных систем мониторинга и охраны.

В качестве волоконно-оптической линии (ВОЛ), обеспечивающей передачу сигнала и выполнение чувствительной функции, используется стандартный одномодовый волоконно-оптический кабель (ВОК), широко применяемый в современных внутризональных телекоммуникационных сетях. Конструктивной основой кабеля является оптоволокно стандарта G.652, отличающееся низкими потерями при передаче сигнала и высокой степенью устойчивости к внешним воздействиям. Подробные характеристики данного типа волокна рассмотрены в ряде работ (Горлов et al., 2016; Юрченко et al., 2018), в которых описаны как его физико-технические параметры, так и особенности взаимодействия с различными типами внешних нагрузок.

Современные исследования в области волоконно-оптических датчиков (ВОД) опираются как на новейшие достижения, так и на анализ ошибок, допущенных в предыдущих разработках, что позволяет критически переосмысливать накопленные знания и вносить существенные улучшения в существующие технические решения. Несмотря на наличие определённых трудностей и неудачных экспериментов, прогресс в данной области очевиден, о чём свидетельствуют успешные примеры реализации ВОД в различных отраслях промышленности, включая транспортную безопасность, энергетическую инфраструктуру и автоматизированные системы контроля.

Теоретические основы проектирования волоконно-оптических датчиков, принципы их функционирования, а также их классификация и функциональные возможности подробно изложены в ряде фундаментальных источников, в частности, в работе (Okossi et al., 1991). Кроме того, значительный вклад в развитие данной области внесли исследования, представленные в материалах Бусурина, где обобщён как отечественный, так и зарубежный опыт разработки и внедрения ВОД в различных сферах народного хозяйства. Обращение к источникам (Okossi et al., 1991) обусловлено их высокой научной ценностью, а также тем, что они охватывают многолетний период эволюции волоконно-оптических технологий, позволяя систематизировать имеющиеся знания, классифицировать датчики по различным признакам и выделить перспективные направления для дальнейших исследований. Широкое распространение волоконно-оптических линий передачи поставило перед нами важную задачу: обеспечить контроль за состоянием кабеля и защитить данные от утечек. Ранее считалось, что оптоволокно невозможно прослушать,

но сегодня существуют технологии, позволяющие извлекать сигнал, что делает необходимым создание системы мониторинга для оперативного выявления повреждений и попыток несанкционированного доступа.

Существует также информация о применении волоконно-оптических датчиков (ВОД) для защиты периметров и предотвращения несанкционированного доступа (Kumagai et al., 2018). Волоконно-оптические системы охраны пользуются значительным спросом на рынке и имеют ряд преимуществ по сравнению с традиционными системами охраны, основанными на использовании электрического тока или радиосигналов (Ковтун et al., 2020). Преимущества ВОД в контексте охранных систем периметра уже были изучены в ранних работах автора (Ковтун et al., 2020). Идеи, представленные в публикациях (Kumagai et al., 2018; Ковтун et al., 2020), особенно ценные для разработки аппаратно-программного комплекса контроля технического состояния кабелей (АПКТК), который также должен обеспечивать защиту от несанкционированного доступа (НД).

В источнике (Masoudi et al., 2019) представлен вариант системы контроля (СК), который наиболее близок к нашим задачам, поскольку он предназначен для мониторинга технического состояния силовых электрических кабелей, уложенных под водой. В этой системе оптический сигнал от источника сначала усиливается, а затем проходит через стадию фильтрации с использованием вейвлет-преобразования. Для источника излучения используется полоса пропускания 100 ГГц. Световой сигнал направляется через оптический циркулятор и попадает на фотоприемник, проходя через оптические волокна, которые размещены вдоль силового кабеля.

Также возможно использование волновых решеток Брэгга (ВРБ), однако это потребует применения более дорогостоящего аналитического оборудования для изучения отраженного спектра. Известно, что внешнее механическое воздействие на оптическое волокно (ОВ) приводит к изменению его физических параметров и коэффициента преломления, что, в свою очередь, влияет на характеристики луча в оптических интерферометрах (таких как Маха-Цендера, Фабри-Перо) и параметры оптического рассеяния (Рэля, Мандельштама-Бриллюэна), а также на ширину полосы отражения Брэгговских решеток (Hong et al., 2021).

Материалы и методы. Принцип построения экспериментальной установки заключается в следующем последовательном соединении показанный рисунке 1.

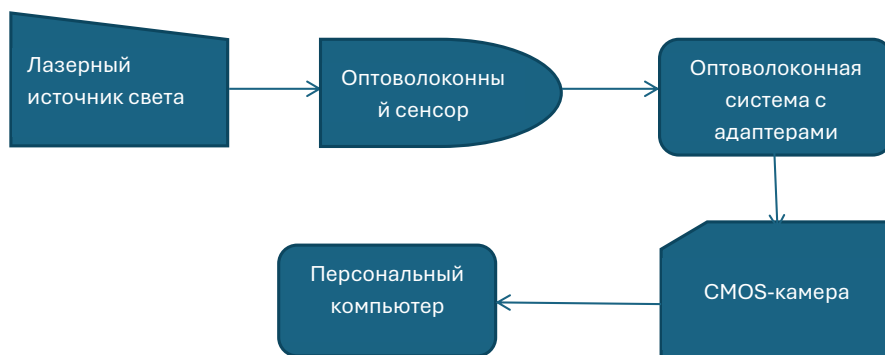


Рисунок 1 – Последовательное соединение устройств экспериментального стенда.

Рассматривая функционал экспериментального стенда, описать пошаговое выполнения можно следующим образом:

1. **Генерация стабильного оптического сигнала:** Лазерный источник света генерирует стабильный оптический сигнал, который используется в системе для дальнейших измерений. Лазеры важны для таких систем, так как они обеспечивают точность и стабильность в процессе работы.

2. **Прохождение света через оптоволоконный сенсор:** после генерации сигнала, он направляется через оптоволоконный сенсор. Оптоволокно часто используется для передачи света, потому что оно минимизирует потери и позволяет передавать сигналы на большие расстояния.

3. **Изменение параметров сигнала:** при воздействии внешних факторов (например, температуры, давления, механических деформаций и других факторов) параметры света, проходящего через оптоволокно, начинают изменяться. Это может выражаться в изменении яркости, формы, распределения сигнала.

4. **Оптоволоконная система с адаптерами:** Эта система включает несколько оптоволоконных кабелей, соединенных через адаптеры и распределенных через специальный блок. Такой подход позволяет эффективно управлять светом и его распределением по системе, обеспечивая корректное прохождение и точную передачу данных.

5. **Регистрация сигнала с помощью CMOS-камеры:** CMOS-камера используется для регистрации выходного сигнала, который представлен в виде световых пятен. Эти пятна отражают изменения, происходящие в оптоволокне при воздействии внешних факторов.

6. **Обработка и визуализация данных на персональном компьютере:** на компьютере производится обработка изображений, полученных с CMOS-камеры. Это включает в себя анализ изменений в интенсивности и распределении световых пятен, что позволяет оценить степень воздействия на оптоволокно и извлечь нужную информацию.

Результаты и обсуждение. Оптический источник. Полупроводниковый лазер, работающий на выбранной длине волны (например, 650 нм или другом подходящем диапазоне), генерирует стабильный оптический сигнал. Лазерный драйвер обеспечивает регулирование тока и температуры, что гарантирует постоянную мощность излучения.

Оптический сплиттер 1×4. Делит входной лазерный сигнал на четыре независимых канала, позволяя распределить свет в четыре отдельных оптоволоконных сенсора.

Оптоволоконные сенсоры. В качестве чувствительных элементов используются одномодовые волокна стандарта G.652. Длина волокон может варьироваться от нескольких метров до километров, в зависимости от условий испытаний.

Торцы наконечника коннектора. Формируют выходные пучки, благодаря которым каждый канал создаёт отдельное световое пятно на CMOS - фотоматрице без использования дополнительных оптических элементов.

На рисунке 2 показана детальная схема фото матрицы.

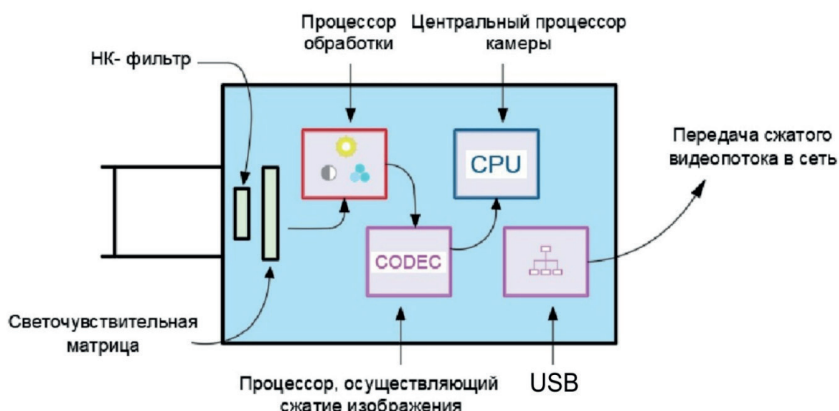


Рисунок 2 – Детальная схема фотоматрицы

Регистрирует изображение, состоящее из четырёх световых пятен, с высоким разрешением. Встроенный аналого-цифровой преобразователь (АЦП) преобразует оптический сигнал в цифровой видеопоток для дальнейшей обработки.

Блок сбора данных. Принимает поток изображений с CMOS - фотоматрицы и анализирует распределение яркости и геометрию пятен. Применяются потоковые изображения так же короткие ролики.

Лазерный блок и оптический сплиттер. Лазерный источник (чаще всего диодный лазер) генерирует стабильное оптическое излучение, которое посредством лазерного драйвера поддерживается на постоянном уровне мощности. Затем оптический сплиттер 1×4 равномерно распределяет этот сигнал по четырём каналам, каждый из которых поступает в свой

оптоволоконный сенсор. Такие сенсоры могут эксплуатироваться как в условиях лаборатории, так и в полевых испытаниях.

Волоконные сенсоры. В установке в качестве сенсоров применяются одномодовые волокна (стандарт G.652), интегрированные в оптоволоконную систему. При воздействии (например, изгиб, растяжение, микродеформация) часть мощности теряется, что приводит к изменению яркости и формы выходного светового пятна. Дополнительно возможны фазовые и поляризационные сдвиги, которые отражаются в изменении распределения светового потока.

CMOS - фотоматрица и блок сбора данных. Выходной сигнал от каждого сенсора формируется непосредственно торцами наконечников коннекторов, что позволяет получить четкие световые пятна на CMOS -фотоматрице. Камера с высоким разрешением и встроенным АЦП регистрирует четыре отдельных пятна, после чего цифровой поток передаётся в блок сбора данных. Здесь выполняется первичная фильтрация изображений, а затем – детальный анализ распределения яркости и геометрии пятен с использованием алгоритмов порогового контроля и методов машинного обучения. Это позволяет выявлять аномальные изменения, связанные с воздействием внешних факторов на оптоволокно.

На рисунке 3 показано соединение лазера с оптоволоконном и выход на фотоматрицу, готовой экспериментальной установки.

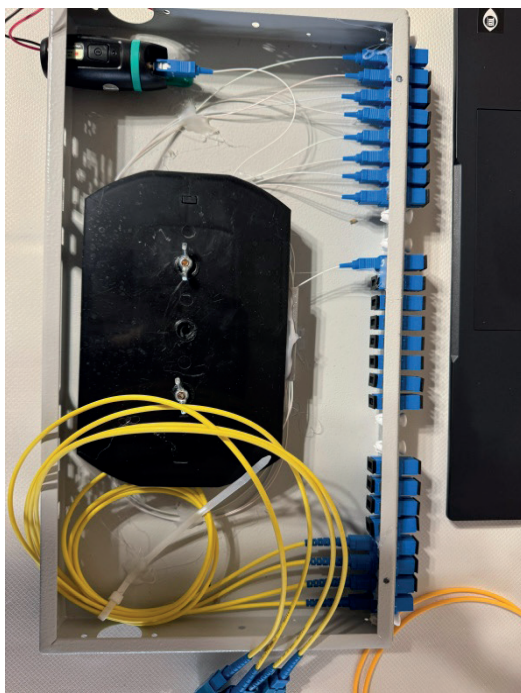


Рисунок 3 – Соединение лазера с волоконно-оптическими датчиками.

На рисунке 4 показано соединение фотоматрицы с персональным компьютером для получения данных.

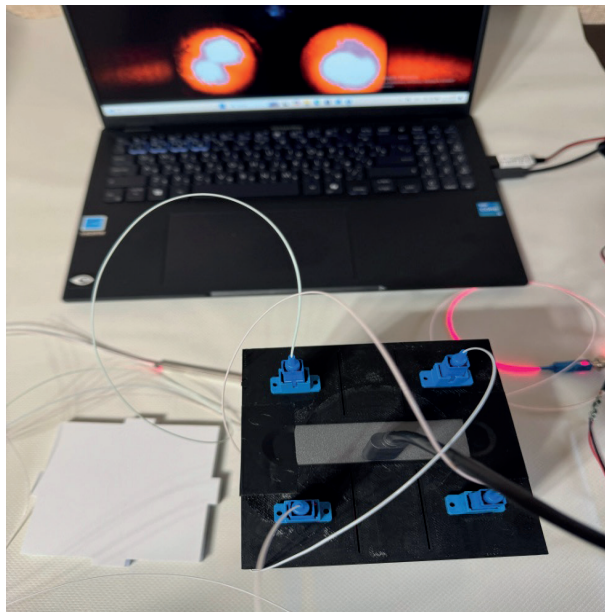


Рисунок 4 – Отображение данных в ПК.

В ходе лабораторных испытаний проверялась реакция каждого канала на механические воздействия:

- **Изгиб:** при постепенном увеличении радиуса изгиба одного из сенсоров наблюдалось снижение интегральной яркости соответствующего светового пятна на 10–20 %.

- **Разрыв:** при полном переломе волокна сигнал мгновенно обнулялся, и световое пятно исчезало.

- **Имитация врезки (прослушки):** Установка дополнительного ответвления в волокне приводила к появлению дополнительных потерь (5–15 %), что система регистрировала как аномальное событие.

Ключевым результатом испытаний стало подтверждение возможности круглосуточного мониторинга с автоматическим выявлением событий на основе пороговых алгоритмов. При этом точность определения изменений интенсивности составляла около 85–90 %, а внедрение методов машинного обучения (например, сверточных нейронных сетей) позволило повысить точность распознавания аномальных событий до 92–95 %.

Закключение. Разработанная установка демонстрирует, что использование четырёх параллельных оптоволоконных сенсоров и КМОП-фотоматрицы обеспечивает надёжный и экономичный способ диагностики состояния волоконно-оптических линий. Ключевые достоинства системы:

Многоканальность: Возможность одновременного контроля нескольких участков оптоволоконной линии.

Наглядность: Оптический сигнал преобразуется в изображение, что позволяет проводить как автоматизированный, так и визуальный анализ.

Адаптивность: Система интегрируется в существующую сеть, используя резервные волокна кабеля.

Масштабируемость: при необходимости число каналов можно увеличить (например, 1×8 , 1×16), а алгоритмы обработки – усовершенствовать.

Таким образом, представленная методика может применяться для контроля технического состояния волоконно-оптических линий в городских сетях связи, промышленности (например, охрана периметров, мониторинг трубопроводов) и в других системах, где требуется надёжное обнаружение повреждений и защита от несанкционированного доступа.

Литература

Горлов Н.И., Мехтиев А.Д., Таткеева Г.Г., Алдошина О.В., Югай В.В. (2016) Направляющие системы и волоконно-оптическая техника инфокоммуникаций: Учебник (Утвержден МОН РК). – Караганда: Изд-во КарГТУ. — 251 с. (in Russian)

Скляр О. К. (2022) Волоконно-оптические сети и системы связи: Учебное пособие для вузов. Изд. 6 изд., стер. — 268 с. ISBN 978-5-8114-9781-2.

Мехтиев А.Д., Югай В.В., Нешина Н. Г., Алькина А.Д. (2020) Волоконно-оптические системы идентификации физических величин: Монография. Карагандинский технический университет. – Караганда: Изд-во Кар ТУ. — 151с. ISBN 078-601-320-272-3.

Юрченко А.В., Мехтиев А.Д., Югай В.В., Алькина А.Д. (2018) Информационно-измерительные системы: Монография. Карагандинский государственный технический университет – Караганда: Изд - во КарГТУ. — 228 с.

Окossi Т., Окомото К., (1991) Волоконно-оптические датчики Пер. с японского Горбунова Г.Н., Ленинград; Энергоатомиздат. — 255 с.

Бусурин В.И., Новсов Ю.Р. (1990) Волоконно-оптические датчики: Физические основы, вопросы расчета и применения. Москва, Энергоатомиздат. — 256 с.

T. Kumagai, S. Sato and T. Nakamura (2012) "Fiber-optic vibration sensor for physical security system," 2012 IEEE International Conference on Condition Monitoring and Diagnosis, pp. 1171-1174, doi: 10.1109/CMD.2012.6416369. .

Ковтун А.А., Мехтиев А.Д., Нешина Е.Г., Алькина А.Д. (2020) Системы охраны периметров на основе волоконно-оптических сенсоров. Научные труды военно-инженерного института радиоэлектроники и связи. — № 2 (40), (июнь). — С 25 - 29.

Ковтун А.А., Мехтиев А.Д., Нешина Е.Г., Алькина А.Д. (2020) Импульсно-рефлектометрический метод определения местоположения несанкционированного доступа к волоконно-оптической линии передачи информации. Научные труды военно-инженерного института радиоэлектроники и связи. № 2 (40), (июнь). — С 30 - 37.

A. Masoudi, J. A. Pilgrim, T. P. Newson and G. Brambilla (2019) "Subsea Cable Condition Monitoring With Distributed Optical Fiber Vibration Sensor" in Journal of Lightwave Technology. — vol. 37. — no. 4. — P. 1352-1358, 15 Feb.15, 2019, doi: 10.1109/JLT.2019.2893038.

Hong R. et al., (2021) "Enlarging Dynamic Strain Range in UWFBG Array-Based Φ -OTDR Assisted With Polarization Signal," in IEEE Photonics Technology Letters. — vol. 33. — no. 18. — P. 994-997, 15 Sept.15, 2021, doi: 10.1109/LPT.2021.3079186.

Mekhtiev A., Alkina A., Neftissov A., Kazambaev I., Kirichenko L. (2022) "Intelligent Systems for Monitoring the Integrity of Technical Objects Based on Distributed Fiber-optic Sensors" Ceur Workshop Proceedings, 3347. — P. 290-306

Mekhtiev A.D., Yurchenko A.V., Neshina E.G., Al'kina A.D., Madi P.S. (2020) "Physical Principles of Developing Pressure Sensors Using Refractive Index Changes in Optical Fiber Microbending" *Russian Physics Journal*, 63(2). — P. 323-331

Yurchenko A.V., Mechtiyev A.D., Bulatbaev F.N., Alkina A.D., Sh Madi.P. (2019) "Investigation of additional losses in optical fibers under mechanical action" *Iop Conference Series Materials Science and Engineering*, 516(1), 012004

Yurchenko A.V., Mechtiyev A.D., Bulatbaev F.N., Alkina A.D., Kokkoz M.M., (2017) "The clearance control system of the lever-hinge mechanism of the mine winder braking device using the capacitive sensors" *Journal of Physics Conference Series*, 881(1), 012034.

References

Gorlov N.I., Mehtiyev A.D., Tatkeeva G.G., Aldoshina O.V., Yugai V.V. (2016) *Napravliyushie sistemy i volokonno-opticheskaya technica infokommunikaci [Guiding systems and fiber-optic infocommunication technology] Uchebnik (Utverzhden MON RK)*. — Karaganda: Izd-vo KarGTU. — 251 s. (in Russian)

Sklyarov O.K. (2022) *Volokonno-opticheskie seti i sistemy svyazi [Fiber-optic networks and communication systems] Uchebnoe posobie dlya vuzov. Izd. 6 izd. ster.* — 268 c. ISBN 978-5-8114-9781-2. (in Russian)

Mehtiyev A.D., Yugai V.V., Neshina N.N., Alkina A.D. (2020) *Volokonno-opticheskie sistemy identifikacii fizicheskikh velichin [Fiber-optic identification systems for physical quantities] Monografiya. Karagandinskiy tekhnicheskii universitet.* — Karaganda: Izd-vo KarTU, 151c. ISBN 078-601-320-272-3. (in Russian)

Yurchenko A.V., Mekhtiev A.D., Yugai V.V., Alkina A.D. (2018) *Informacionno-izmeritelnye sistemy [Information and measurement systems] Monografiya. Karagandinskiy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet.* - Karaganda: Izd-vo KarGTU. — 228 c. (in Russian)

Okossi T., Okomoto K. (1991) *Volokonno-opticheskie datchiki [Fiber-optic sensors] per.s japonskogo Gorbunova G.N. Leningrad; Energoatomizdat.* — 255 s. (in Russian)

Busurin V.I., Novsov Yu.R. (1990) *Volokonno-opticheskie datchiki: Fizicheskie osnovy, voprosy rascheta i primeneniya. [Fiber-optic sensors: Physical fundamentals, calculation and application issues] Moskva, Energoatomizdat, 1990.* — 256 s. (in Russian)

T. Kumagai, S. Sato and T. Nakamura (2012) "Fiber-optic vibration sensor for physical security system," *2012 IEEE International Conference on Condition Monitoring and Diagnosis.* — P. 1171-1174, doi: 10.1109/CMD.2012.6416369. (in English)

Kovtun A.A., Mehtiyev A.D., Neshina N.N., Alkina A.D. (2020) *Sistemy ohrany perimetrov na osnove volokonno-opticheskikh sensorov [Perimeter security systems based on fiber-optic sensors] Nauchnye trudy voenno-inzhenernogo instituta radioelektroniki i svyazi. № 2 (40), (june).* — P. 25-29 (in Russian)

Kovtun A.A., Mehtiyev A.D., Neshina N.N., Alkina A.D. (2020) *Impulsno-reflektometricheskii metod opredeleniya mestopolozheniya nesakcionirovannogo dostupa k volokonno-opticheski linii peredachi informacii [Pulse-reflectometric method for determining the location of unauthorized access to a fiber-optic information transmission line]. Nauchnye trudy voenno-inzhenernogo instituta radioelektroniki i svyazi. № 2 (40), (june).* — P. 30-37. (in Russian)

A. Masoudi, J.A. Pilgrim, T.P. Newson and G. Brambilla (2019) "Subsea Cable Condition Monitoring with Distributed Optical Fiber Vibration Sensor," in *Journal of Lightwave Technology.* — vol. 37. — no. 4. — P. 1352-1358, 15 Feb.15, doi: 10.1109/JLT.2019.2893038. (in English)

Hong R. et al. (2021) "Enlarging Dynamic Strain Range in UWFBG Array-Based Φ -OTDR Assisted with Polarization Signal," in *IEEE Photonics Technology Letters.* — vol. 33. — no. 18. — P. 994-997, 15 Sept.15, doi: 10.1109/LPT.2021.3079186. (in English)

Mekhtiev A., Alkina A., Neftissov A., Kazambaev I., Kirichenko L. (2022) "Intelligent Systems for Monitoring the Integrity of Technical Objects Based on Distributed Fiber-optic Sensors" *Ceur Workshop Proceedings*, 3347. — P. 290-306 (in English)

Mekhtiev A.D., Yurchenko A.V., Neshina E.G., Al'kina A.D., Madi P.S. (2020) "Physical Principles

of Developing Pressure Sensors Using Refractive Index Changes in Optical Fiber Microbending” *Russian Physics Journal*, 63(2). — P. 323-331 (in English)

Yurchenko A.V., Mechtiyev A.D, Bulatbaev F.N, Alkina A.D., Sh Madi.P. (2019) “Investigation of additional losses in optical fibers under mechanical action” *Iop Conference Series Materials Science and Engineering*, 516(1), 012004 (in English)

Yurchenko A.V., Mechtiyev A.D, Bulatbaev F.N, Alkina A.D, Kokkoz M.M. (2017) “The clearance control system of the lever-hinge mechanism of the mine winder braking device using the capacitive sensors” *Journal of Physics Conference Series*, 881(1), 012034 (in English)

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the Central Asian Academic Research Center LLP

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 journals of the Central Asian Academic Research Center LLP 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 Central Asian Academic Research Center LLP 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 Central Asian Academic Research Center LLP.

The Editorial Board of the Central Asian Academic Research Center LLP will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

www.nauka-nanrk.kz

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

ISSN2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Ответственный редактор *А. Ботанқызы*

Редакторы: *Д.С. Аленов, Т. Апендиев*

Верстка на компьютере: *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 22.12.2025.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная.

Печать –ризограф. 20,0 п.л. Заказ 4.