

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

**ACADEMIC SCIENTIFIC
JOURNAL OF COMPUTER SCIENCE**

**№2
2026**

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



CENTRAL ASIAN ACADEMIC
RESEARCH CENTER



**ACADEMIC SCIENTIFIC
JOURNAL OF COMPUTER
SCIENCE**

2 (358)

APRIL – JUNE 2026

**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, (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>

USATOVA Olga Alexandrovna, PhD, Associate Professor, Chief Scientific Secretary of the Institute of Information and Computing Technologies of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57204581062>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/JCO-3058-2023>

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>

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/>

© «Central Asian Academic Research Center» LLP, 2026

БАС РЕДАКТОР:

МУТАНОВ Ғалымқайыр Мұтанұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506682964>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1423665>

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

КАЛИМОЛДАЕВ Мақсат 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>

БАЙГУНЧЕКОВ Жұмаділ Жаңабайұлы, 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>

УСАТОВА Ольга Александровна, PhD, қауымдастырылған профессор, ҚР ҒЖБМ "Ақпараттық және есептеу технологиялары институтының" бас ғалым хатшысы (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57204581062>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/JCO-3058-2023>

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>

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, 2026

Главный редактор:

МУТАНОВ Галимканр Мутанович, доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/author/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/author/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/author/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 Сагпаева (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/author/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/author/detail.uri?authorId=7005121594>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/678586>

СМОЛАРЖ Анджей, доцент факультета электроники Люблинского политехнического университета (Люблин, Польша), <https://www.scopus.com/author/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/author/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/author/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/author/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/author/detail.uri?authorId=55453992600>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/3802041>

УСАТОВА Ольга Александровна, PhD, ассоциированный профессор, Главный ученый секретарь «Института информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/author/detail.uri?authorId=57204581062>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/JCO-3058-2023>

КАПАЛОВА Нурсулу Алдажаровна, кандидат технических наук, заведующий лабораторией кибербезопасности РГП «Института информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/author/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/author/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/author/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/author/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 переучет периодического печатного издания, информационного агентства и сетевого издания № **KZ77VPU00121154**. Дата выдачи **05.06.2025**

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.*

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

© ТОО «Центрально-азиатский академический научный центр», 2026

CONTENTS

COMPUTER SCIENCE

Abduraimova B.K., Toleukhan A.B., Sapakova S.Z., Abisheva A.A. Development of early cyberattack detection method using CNN-LSTM for IoT.....	11
Aben A.B., Kazbekova G.N., Baimakhanova A.S., Amanzholova A.B. Classification of birds and drones in the sky using MobileNetV2 model.....	30
Akbarov D., Sembayev T. Quality-aware pose–hand keypoint extraction pipeline for skeleton-based sign language recognition.....	44
Algazy K., Alimzhan Y., Sakan K., Nyssanbayeva S. Lattice-based vector commitments for Verkle trees.....	67
Asylkhan N., Baidrakhmanova M.G. Principles and models of spatial organization of buildings for crop production considering technological and climatic factors.....	87
Basheyeva Zh., Tokesh A., Bekish U., Abdoldinova G. Artificial intelligence for academic project management: a bibliometric analysis and systematic review.....	105
Bekmanova G., Kantureyeva M., Omarbekova A., Zakirova A., Issainova A. Integrating artificial intelligence to evaluate emotions in the learning environment.....	125
Dzhusupbekova G.T., Jangassiyev R.M. Gemini AI integration based on .NET MAUI for education: hybrid architecture and empirical load testing.....	146
Doszhan N.S., Sultanbekova L.Ye., Zhumagali S.Zh., Konysbayev E.K. Modeling and parameter calculation of an emergency response system based on LoRaWAN technology in the high-altitude conditions of the Zailiysky Alatau.....	166
Zhumakhanova A., Kudabayeva R., Akanova K., Myrkanova A. Entropy-normalized multidimensional model for user activity segmentation in Reddit...	180
Karabaliyev Y., Kolesnikova K., Khlevnaya Y. HybridKazASR: a hybrid automatic speech recognition system combining multi-model rover fusion and morpheme-aware language modeling for Kazakh.....	198
Kerimkhulle S.E., Adalbek A., Baizakov N.A., Shodorova N.N. Piecewise logistic and fuzzy modeling of Kazakhstan's GDP dynamics (1990–2024)....	212
Kulakayeva A., Ashurov A., Aitmagambetov A., Ongenbayeva Zh. Development of mathematical models and criteria for the admissibility of orbital maneuvers of spacecraft.....	228

Kulatay A.A., Zhaisanova D.S., Daurenbayeva N.A., Mamanova S.Y., Tolegen M.
 Machine learning for personalized learning in gamified edtech platforms:
 Aqyl Battle case.....248

Mamyrbayev O., Kurmetkan T.
 Enhanced sentiment analysis of e-commerce product reviews using
 Luong attention-based Bi-LSTM.....263

Marassulov U.A., Kazbekova G.
 TF-IDF-based fake news detection in Kazakh and Russian.....286

Omar A.B., Mussiraliyeva Sh.Zh.
 Federated learning: models based on transformer architecture.....302

Rakhimova D., Duisenbekkyzy Zh., Karibayeva A., Eşref A., Ilessova B.
 Improving the voice recognition system for children in Kazakh through additional
 training (fine-tuning).....317

Sarsembayev M, Urmashiev B.
 Optimization of the calculation of kinetic equations of combustion processes on GPU
 using global memory and shared memory.....335

Symagulov A., Smurygin V., Belousov A., Karypov A., Yunicheva N.R.
 Improving the accuracy of crop and weed detection using UAVs in soya fields
 through image segmentation.....347

Tashenova Zh., Gabdullin A.R., Abdugulova Zh., Amanzholova Sh., Santeyeva S.
 Security evaluation of WPA3 wireless networks under deauthentication
 attack scenarios.....368

**Tursunbayeva G.U., Satybalдина D.Zh., Tleuberdin S.T., Tashatov N.N.,
 Egamberdiyev E.E.**
 Anomaly detection in UAV telemetry systems based on simulation modeling.....391

Tursynova N., Yerimbetova A., Amangeldy N., Zhumabayeva A., Daiyrbayeva E.
 Comparative analysis of multilingual transformer models for Kazakh-to-gloss
 translation.....414

Shangpeng Lei, Balakayeva G.
 Dual-branch physical information neural networks for data center airflow velocity
 and thermal modeling.....433

Shynzhigit B.B., Balabekova M.O., Amangeldy T.T., Malik G.J., Balgimbekova U.B.
 Automatic brick defects detection by using a CNN-based deep learning model.....449

МАЗМҰНЫ

КОМПЬЮТЕРЛІК ҒЫЛЫМДАР

Абдураимова Б.К., Төлеухан Ә.Б., Сапакова С.З., Абишева А.А. Кибершабулдарды ерте анықтау әдісін CNN-LSTM негізінде дамыту (IoT үшін).....	11
Абен А.Б., Қазбекова Г.Н., Баймаханова А.С., Аманжолова Ә.Б. MobileNetV2 моделімен аспандағы құстар мен дрондарды классификациялау.....	30
Ақбаров Д.Р., Сембаев Т.М. Ым тілін тануға арналған дене қалпы мен қолдың негізгі нүктелерін сапаны бақылаумен анықтау әдісі.....	44
Алғазы К.Т., Әлімжан Е.Ж., Сақан Қ.С., Нысанбаева С.Е. Verkle ағаштарына арналған торлық векторлық міндеттемелер.....	67
Асылхан Н., Байдрахманова М.Г. Технологиялық және климаттық факторларды ескере отырып, өсімдік шаруашылығы ғимараттарының кеңістік ұйымдастыру қағидалары мен модельдері.....	87
Башеева Ж., Төкеш Ә., Бекіш Ұ., Абдолдинова Г. Академиялық жобаларды басқарудағы жасанды интеллект: библиометриялық талдау және жүйелі шолу.....	105
Бекманова Г.Т., Кантурсева М.А., Омарбекова А.С., Закирова А.Б., Исайнова А.Н. Оқу ортасындағы эмоцияларды бағалау үшін жасанды интеллектті біріктіру.....	125
Джусупбекова Г.Т., Жангасиев Р.М. Білім беруге арналған .NET MAUI негізіндегі Gemini AI интеграциясы: гибридігі архитектура және эмпирикалық жүктемелік тестілеу.....	146
Досжан Н.С., Султанбекова Л.Е., Жумағали С.Ж., Қонысбаев Е.К. Іле Алатауының биік таулы жағдайында LORAWAN технологиясы негізіндегі жедел әрекет ету жүйесінің параметрлерін модельдеу және есептеу.....	166
Жумаханова А., Қудабаева Р., Ақанова К., Мырқанова А. REDDIT-те пайдаланушы әрекетін сегменттеуге арналған энтропия-нормалданған көп өлшемді модель.....	180
Қарабаев Е., Колесникова К., Хлевная Ю. HybridKazASR: Rover көпмодельді біріктіру және морфемеге негізделген тілдік модельдеуді пайдаланатын қазақ тілін автоматты тану гибридігі жүйесі.....	198
Керімқұл С.Е., Адалбек А., Байзақов Н.А., Шодорова Н.Н. Қазақстан ЖІӨ динамикасын кезеңдік (Piecewise) логистикалық және бұлдыр модельдеу (1990–2024).....	212

Кулакаева А.Е., Ашуров А.Е., Айтмағамбетов А.З., Онгенбаева Ж.Ж. Ғарыш аппараттарының орбиталық маневрлерінің математикалық модельдері мен рұқсат критерийлерін әзірлеу.....	228
Құлатай А.А., Жайсанова Д.С., Дауренбаева Н.А., Маманова С.Е., Төлеген М. Геймификацияланған edtech платформаларда оқытуды жекелендіруге арналған машиналық.....	248
Мамырбаев Ө.Ж., Құрметқан Т. Луонг назар механизміне негізделген BI-LSTM көмегімен электрондық коммерция өнімдеріне жазылған пікірлерге жетілдірілген сентименттік талдау жасау.....	263
Марасулов У.А., Казбекова Г. Қазақ және орыс тілдеріндегі жалған жаңалықтарды TF-IDF арқылы анықтау.....	286
Омар А.Б., Мусиралиева Ш.Ж. Федеративті оқыту: трансформер архитектурасына негізделген модельдер.....	302
Рахимова Д., Дүйсенбекқызы Ж., Кәрібаева А., Ешref А., Ілесова Б. Қазақ тіліндегі балалар дауысын тану жүйесін қосымша оқыту (Fine-Tuning) арқылы жетілдіру.....	317
Сарсембаев М., Урмашев Б. Global memory және shared memory қолдану арқылы GPU-да жану процестерінің кинетикалық теңдеулерін есептеуді оңтайландыру.....	335
Сымагулов А., Смурыгин В., Белоусов А., Карыпов А., Юничева Н.Р. Соя алқаптарында ҰҰА көмегімен мәдени және арамшөп өсімдіктерін детекттеу сапасын кескіндерді сегменттеу арқылы арттыру.....	347
Ташенова Ж.М., Габдуллин А.Р., Абдугулова Ж.К., Аманжолова Ш.А., Сантеева С.Ә. Деатентификациялау шабуылы сценарийлеріндегі WPA3 сымсыз желілерінің қауіпсіздігін бағалау.....	368
Турсунбаева Г., Сатыбалдина Д., Глеубердин С., Ташатов Н., Эгамбердиев Э. Симуляциялық модельдеу негізінде ұшқышсыз ұшу аппараттарының телеметриялық жүйелеріндегі аномалияларды анықтау.....	391
Турсынова Н., Еримбетова А., Амангелді Н., Жумабаева А., Дайырбаева Э. Қазақ тілінен глосска аудару үшін көптілді трансформерлік модельдердің салыстырмалы талдауы.....	414
Шанпэн Лей, Балакаева Г. Деректер орталығының ауа ағынының жылдамдығына және термиялық модельдеуге арналған екі тармақты физикалық ақпараттық нейрондық желілер.....	433
Шынжігіт Ш.Б., Балабекова М.О., Амангелді Т.Т., Мәлік Г.Ж., Балгимбекова У.Б. Кіріпші ақауларын автоматты анықтауда snn негізіндегі терең оқыту моделін пайдалану.....	449

СОДЕРЖАНИЕ

КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ

Абдураимова Б.К., Толеухан А.Б., Сапакова С.З., Абишева А.А. Разработка метода раннего обнаружения кибератак на основе CNN-LSTM для IoT.....	11
Абен А.Б., Казбекова Г.Н., Баймаханова А.С., Аманжолова А.Б. Классификация птиц и дронов в небе с использованием модели MobileNetV2.....	30
Акбаров Д.Р., Сембаев Т.М. Метод получения ключевых точек позы и кистей с контролем качества для распознавания жестового языка.....	44
Алгазы К.Т., Алимжан Е.Ж., Сакан К.С., Нысанбаева С.Е. Решеточные векторные обязательства для Verkle-деревьев.....	67
Асылхан Н., Байдрахманова М.Г. Принципы и модели пространственной организации зданий для растениеводства с учетом технологических и климатических факторов.....	87
Башеева Ж., Токеш А., Бекиш У., Абдолдинова Г. Искусственный интеллект в управлении академическими проектами: библиометрический анализ и систематический обзор.....	105
Бекманова Г.Т., Кантуреева М.А., Омарбекова А.С., Закирова А.Б., Исайнова А.Н. Интеграция искусственного интеллекта для оценки эмоций в учебной среде.....	125
Джусупбекова Г.Т., Джангасиев Р.М. Интеграция Gemini AI на базе .NET MAUI для образования: гибридная архитектура и эмпирическое нагрузочное тестирование.....	146
Досжан Н.С., Султанбекова Л.Е., Жумагали С.Ж., Коньсбаев Е.К. Моделирование и расчет параметров системы экстренного реагирования на базе технологии LoRaWAN в условиях высокогорья Заилийского Алатау.....	166
Жумаханова А., Кудабаева Р., Аканова К., Мырканова А. Энтропийно-нормализованная многомерная модель для сегментации активности пользователей в Reddit.....	180
Карабалиев Е., Колесникова К., Хлевна Ю. HybridKazASR: гибридная система автоматического распознавания казахской речи на основе многомодельного объединения ROVER и морфемно-ориентированного языкового моделирования.....	198
Керимкулов С.Е., Адалбек А., Байзаков Н.А., Шодорова Н.Н. Кусочно-логистическое и нечеткое моделирование динамики ВВП Казахстана (1990–2024).....	212
Кулакаева А.Е., Ашуров А.Е., Айтмагамбетов А.З., Онгенбаева Ж.Ж. Разработка математических моделей и критериев допустимости орбитальных маневров космических аппаратов.....	228

Кулатай А.А., Жайсанова Д.С., Дауренбаева Н.А., Маманова С.Е., Толеген М. Машинное обучение для персонализации обучения на геймифицированных EdTech-платформах: кейс Aqyl Battle.....	248
Мамырбаев О., Курметкан Т. Усовершенствованный анализ тональности отзывов о товарах электронной коммерции с использованием Bi-LSTM на основе механизма внимания Луонга.....	263
Марасулов У.А., Казбекова Г. Выявление ложных новостей на казахском и русском языках TF-IDF-моделями.....	286
Омар А.Б., Мусиралиева Ш.Ж. Федеративное обучение: модели на основе архитектуры трансформеров.....	302
Рахимова Д., Дуйсенбеккызы Ж., Карибаева А., Еҫref А., Илесова Б. Совершенствование системы распознавания голоса детей на казахском языке путем дополнительного обучения (fine-tuning).....	317
Сарсембаев М., Урмашев Б. Оптимизация расчета кинетических уравнений процессов горения на GPU с использованием global memory и shared memory.....	335
Сымагулов А., Смургин В., Белоусов А., Карыпов А., Юничева Н.Р. Улучшение качества детектирования культурных и сорных растений с помощью БПЛА на полях сои с применением сегментации изображений.....	347
Ташенова Ж.М., Габдуллин А.Р., Абдугулова Ж.К., Аманжолова Ш.А., Сантеева С.А. Оценка безопасности беспроводных сетей WPA3 в условиях атаки с деаутентификацией.....	368
Турсунбаева Г., Сатыбалдина Д., Тлеубердин С., Ташатов Н., Эгамбердиев Э. Обнаружение аномалий в телеметрических системах БПЛА на основе симуляционного моделирования.....	391
Турсынова Н., Еримбетова А., Амангелді Н., Жумабаева А., Дайырбаева Э. Сравнительный анализ многоязычных трансформерных моделей для перевода с казахского языка на глоссированное представление.....	414
Шанпэн Лэй, Балакаева Г. Двухветвевые физически информированные нейронные сети для моделирования воздушных потоков и тепловых условий в центрах обработки данных.....	433
Шынжыгит Ш.Б., Балабекова М.О., Амангелды Т.Т., Малик Г.Ж., Балгимбекова У.Б. Использование модели глубокого обучения на основе CNN для автоматического обнаружения дефектов кирпичной кладки.....	449

ACADEMIC SCIENTIFIC JOURNAL OF COMPUTER SCIENCE
ISSN 1991-346X
Volume 2.
Number 358 (2026). 125–145

<https://doi.org/10.32014/2026.2518-1726.430>

IRSTI 06.81.23
UDC 004.8

© **Bekmanova G. ***, **Kantureyeva M.**, **Omarbekova A.**, **Zakirova A.**,
Issainova A., 2026.

Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan.
E-mail: kantureyeva_ma@enu.kz

INTEGRATING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO EVALUATE EMOTIONS IN THE LEARNING ENVIRONMENT

Bekmanova Gulmira — Vice-Rector for Digitalization - Digital Officer, PhD, Associate Professor of the L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,

E-mail: bekmanova_gt@enu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-8554-7627>;

Omarbekova Assel — Head of Digital Development and Distance Learning Department, PhD, Associate Professor of the L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,

E-mail: omarbekova_as@enu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-9272-8829>;

Kantureyeva Mansiya — PhD, Senior Lecturer, Department of Information Systems, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Faculty of Information Technology, Astana, Kazakhstan,

E-mail: kantureyeva_ma@enu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-5904-820X>;

Zakirova Alma — Director of the Department of Science, candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,

E-mail: zakirova_ab@enu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-8772-1414>.

Issainova Aliya — Senior Lecturer of the Department of Information Security at the L.N. Gumilyov Eurasian National University, Institute of Digital Sciences and Artificial Intelligence, Astana, Kazakhstan,

E-mail: issainova_an@enu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-8008-4096>.

Abstract. The digitalization of modern education is accompanied by a rapid increase in the volume of multimodal data formed during the educational process. Video recordings of the lesson, audio excerpts, textual interactions in learning control systems (LMS), as well as telemetry of user activity reflect not only the cognitive, but also the emotional component of learning. The emotions of students are an important indicator of their participation, interest and effectiveness in mastering the material. Correct recognition of emotions allows you to dynamically adapt the educational content to the emotional reaction of the audience, timely identify signs of stress or a decrease in motivation, as a result of which students retain interest in the lesson and improve academic performance. In this paper, the scientifically substantiated and practically applicable models of the university, as well as developed, are aimed not at an individual assessment of the individual,

but at a consolidated analysis of the emotional dynamics of study groups. *Results:* What we see in the results has classified and differentiated the most important aspects of the use of artificial intelligence in the assessment of emotions in research, and, more clearly, in the educational environment. Specific data effects the impact on the educational process was considered in detail. *Scientific novelty:* Based on specific artificial intelligence technologies used in the considered research. It includes a detailed analysis of the methods, tools, algorithms and technological approaches used to assess emotions in the educational environment. *Practical value:* Preparation of methodological recommendations for the further transition to multimodal models using additional data (audio, text, sensory indicators).

Keywords: emotions, digitalization, artificial intelligence, intellectual, educational environment, learners, inclusive

Funding. *This article is funded by the Committee of Science of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant №BR28713531 Intelligent digital system of higher and postgraduate education organizations SmartEDU).*

For citations: Bekmanova G., Kantureyeva M., Omarbekova A., Zakirova A., Issainova A. Integrating artificial intelligence to evaluate emotions in the learning environment. Academic Scientific Journal of Computer Science, 2026. — No.2. — P. 125-145. DOI <https://doi.org/10.32014/2026.2518-1726.430>

© Бекманова Г.Т.*, Кантуреева М.А., Омарбекова А.С.,
Закирова А.Б., Исайнова А.Н., 2026.

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан.
E-mail: kantureyeva_ma@enu.kz

ОҚУ ОРТАСЫНДАҒЫ ЭМОЦИЯЛАРДЫ БАҒАЛАУ ҮШІН ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТТІ БІРІКТІРУ

Бекманова Гүлмира — т.ғ.к, PhD, қауымдастырылған профессор, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Басқарма мүшесі – Цифрландыру жөніндегі проректор-Цифрлық офицер, Астана, Қазақстан,

E-mail: bekmanova_gt@enu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-8554-7627>;

Омарбекова Асель — т.ғ.к, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Цифрлық даму және онлайн оқыту департамент директоры, қауымдастырылған профессор, Астана, Қазақстан,

E-mail: omarbekova_as@enu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-9272-8829>;

Кантуреева Мансия — PhD, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Ақпараттық жүйелер кафедрасының аға оқытушысы, Ақпараттық технологиялар факультеті, Астана, Қазақстан,

E-mail: mansiya_arynbekovna@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5904-820X>;

Закирова Алма — Ғылым департаментінің директоры, педагогика ғылымының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан,

E-mail: zakirova_ab@enu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-8772-1414>;

Исайнова Әлия — ақпараттық қауіпсіздік кафедрасының аға оқытушысы, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Цифрлық ғылымдар және жасанды интеллект институты, Астана, Қазақстан,

E-mail: issainova_an@enu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-8008-4096>.

Аннотация. Қазіргі білім беруді цифрландыру оқу процесінде қалыптасқан мультимодальды мәліметтер көлемінің тез өсуімен қатар жүреді. Сабақтың бейнежазбалары, аудио үзінділер, оқытуды басқару жүйелеріндегі (LMS) мәтіндік өзара әрекеттесулер, сондай-ақ пайдаланушы әрекетінің телеметриясы оқытудың когнитивті ғана емес, эмоционалдық құрамдас бөлігін де көрсетеді. Оқушылардың эмоциялары олардың материалды меңгеруге қатысуының, қызығушылығының және тиімділігінің маңызды көрсеткіші болып табылады. Эмоцияларды дұрыс тану білім беру мазмұнын аудиторияның эмоционалды реакциясына динамикалық түрде бейімдеуге, күйзеліс белгілерін немесе мотивацияның төмендеуін уақтылы анықтауға мүмкіндік береді, нәтижесінде оқушылардың сабаққа деген қызығушылығы сақталады және оқу үлгерімі жақсарады. Бұл жұмыста университеттің ғылыми негізделген және іс жүзінде қолданылатын модельдері, сонымен қатар әзірленген, жеке тұлғаны жеке бағалауға емес, оқу топтарының эмоционалды динамикасын шоғырландырылған талдауға бағытталған. Нәтижелер: нәтижелерден көріп отырғанымыз жасанды интеллектті зерттеудегі эмоцияларды бағалауда және нақтырақ айтқанда, білім беру ортасында қолданудың маңызды аспектілері жіктеліп, сараланды. Нақты деректер әсерлері оқу процесіне әсері егжей-тегжейлі қарастырылды. Ғылыми жаңалығы: қарастырылып отырған зерттеулерде қолданылатын нақты жасанды интеллект технологияларына негізделді. Ол білім беру ортасындағы эмоцияларды бағалау үшін қолданылатын әдістерді, құралдарды, алгоритмдерді және технологиялық тәсілдерді егжей-тегжейлі талдауды қамтиды. Практикалық құндылығы: қосымша деректерді (аудио, мәтіндік, сенсорлық көрсеткіштер) пайдалана отырып, мультимодальды модельдерге одан әрі көшу бойынша әдістемелік ұсыныстарды дайындау.

Түйін сөздер: Эмоциялар, цифрландыру, жасанды интеллект, интеллектуалды, білім беру ортасы, білім алушылар, инклюзив

© Бекманова Г.Т., Кантюреева М.А., Омарбекова А.С., Закирова А.Б.,
Исайнова А.Н., 2026.

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева,
Астана, Казахстан.

E-mail: kantureyeva_ma@enu.kz

**ИНТЕГРАЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ОЦЕНКИ
ЭМОЦИЙ В УЧЕБНОЙ СРЕДЕ**

Бекманова Гульмира — кандидат технических наук, PhD, ассоциированный профессор, член правления - проректор по цифровизации, цифровой офицер, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан,

E-mail: bekmanova_gt@enu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-8554-7627>;

Кантуреева Мансия — PhD, старший преподаватель кафедры информационных систем факультета информационных технологий, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан,

E-mail: mansiya_argnbekovna@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5904-820X>;

Омарбекова Асель — кандидат технических наук, ассоциированный профессор, директор департамента цифрового развития и онлайн-обучения, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан,

E-mail: omarbekova_as@enu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-9272-8829>;

Закирова Алма — кандидат педагогических наук, ассоциированный профессор, директор департамента науки, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан,

E-mail: zakirova_ab@enu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-8772-1414>;

Исайнова Алия — старший преподаватель кафедры информационной безопасности Института цифровых наук и искусственного интеллекта, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан,

E-mail: issainova_an@enu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-8008-4096>.

Аннотация. *Актуальность.* Цифровизация современного образования сопровождается стремительным ростом объема мультимодальных данных, формируемых в процессе обучения. Видеозаписи занятий, аудиофрагменты, текстовые взаимодействия в системах управления обучением (LMS), а также телеметрия активности пользователей отражают не только когнитивную, но и эмоциональную составляющую образовательного процесса. Эмоции обучающихся являются важным индикатором вовлеченности, интереса, мотивации и эффективности усвоения учебного материала. Их корректное распознавание позволяет адаптировать образовательный контент к эмоциональной реакции аудитории, своевременно выявлять признаки стресса, снижения мотивации и учебной перегрузки. *Цель.* Проанализировать возможности интеграции искусственного интеллекта для оценки эмоций в учебной среде и определить перспективы применения мультимодальных моделей для поддержки образовательного процесса. *Методы.* В работе рассмотрены научно обоснованные и практически применимые подходы к оценке эмоций в образовательной среде, включая методы компьютерного зрения, обработки естественного языка, анализа аудиоданных и мультимодального машинного обучения. Особое внимание уделено моделям, ориентированным не на индивидуальную оценку личности, а на совокупный анализ эмоциональной динамики учебных групп. Такой подход позволяет использовать технологии искусственного интеллекта в образовательной аналитике с учетом этических ограничений, требований конфиденциальности и задач педагогического сопровождения. *Результаты и выводы.* Проведенный анализ позволил классифицировать ключевые направления применения искусственного интеллекта для исследования и оценки эмоций

в образовательной среде. Выявлены основные технологические подходы, инструменты и алгоритмы, применяемые для анализа эмоциональных состояний обучающихся в условиях общего, профессионального, дистанционного и инклюзивного образования. Установлено, что наибольший потенциал имеют мультимодальные модели, объединяющие видео, аудио, текстовые данные и сенсорные индикаторы. Практическая значимость исследования заключается в подготовке методических рекомендаций для дальнейшего перехода к мультимодальным моделям анализа эмоций, которые могут использоваться для повышения вовлеченности обучающихся, поддержки преподавателей и совершенствования цифровых образовательных платформ.

Ключевые слова: искусственный интеллект, цифровизация образования, эмоции в обучении, мультимодальные данные, образовательная аналитика, LMS, эмпирические данные, пилотное исследование

Кіріспе: Жасанды интеллект біздің қоғамның көптеген салаларын, соның ішінде білім беруді өзгертеді. Бұл тұрғыда эмоциялар оқу үлгеріміне, мотивацияға, ақпаратты сақтауға және білім алушылардың әл-ауқатына әсер ететіндігін ескере отырып, оқыту-оқу процесінде негізгі рөл атқарады. Осылайша, жасанды интеллекттің білім беру ортасындағы эмоционалды бағалауға интеграциясы білім алушылардың әлеуметтік-эмоционалды дамуын қарастыру болып табылады. Дегенмен, осы саладағы жетістіктерді, қиындықтарды және мүмкіндіктерді жүйелейтін кешенді тәсілдің жоқтығы байқалады. Жасанды интеллекттің білім беру мекемелеріне интеграциясы білім алушылардың эмоцияларын анықтауда, бағалауда және тәрбиелеуде айтарлықтай ілгерілеуді білдіреді. Жасанды интеллекттің оқу процесінде жиналған деректер арқылы күрделі эмоционалдық мінез-құлық үлгілерін талдау қабілеті әрбір білім алушының қажеттіліктерін тереңірек түсінуге мүмкіндік береді.

Жетілдірілген алгоритмдерді қолдана отырып, жасанды интеллект көңілсіздік, зерігу немесе ынта белгілерін анықтай алады, бұл оқытушыларға оқыту әдістерін тиімдірек бейімдеуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, жасанды интеллект эмоционалды талдауға негізделген, жекелендірілген кері байланысты қамтамасыз ете алады, осылайша білім алушылардың эмоционалдық әл-ауқатына көбірек бейімделген оқу ортасын жасайды. Бұл кешенді тәсіл білім алушылардың жан-жақты дамуына, эмоцияларды басқару, жағымды қарым-қатынас орнату және оқу үлгерімін жақсарту қабілеттерін арттыруға айтарлықтай ықпал етеді.

Әдеби шолу. Осыған байланысты (Dmello et al., 2012) жасанды интеллект «интеллектуалды репетиторлық жүйемен» өзара әрекеттесу кезінде білім алушылар мен оқытушылар арасындағы диалогтардың мәтінін талдау арқылы білім алушылардың эмоцияларын (зерігу, еркін сөйлеу/қатысу, шатасу және көңілсіздік) болжай алатынын айтады. Жасанды интеллектке негізделген бұл

интеллектуалды оқыту жүйелері «Мобильді бейімделген жекелендірілген оқыту ортасы» (Mehigan et al., 2019) сияқты жасанды интеллектке негізделген білім беру үлгілерін енгізу арқылы білім алушылардың мотивациясына оң әсер етуі мүмкін. Осылайша, синтезделген эмоциялары бар жасанды оқытушылар өздерінің мінез-құлқын білім алушылардың реакциялары мен аффективті күйлеріне бейімдей алады, олардың e-learning жүйелеріндегі жұмысын жақсартады (Florea et al., 2005).

Тағы бір қызықты зерттеу жасанды интеллект интерактивті цифрлық оқыту орталарында (IDLE) білім алушылардың эмоцияларын анықтауға және бағалауға және олардың нақты қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін қоршаған ортаны сәйкесінше бейімдеуге, оқуды жақсартуға көмектесетінін дәлелдейді (Arguel et al., 2019). Жасанды интеллект сонымен қатар білім алушылардың эмоцияларын иммерсивті ортамен өзара әрекеттесу кезінде жіктей алады, бұл олардың эмоционалдық тәжірибесін жақсырақ түсінуге мүмкіндік береді (Rodriguez et al., 2020). Сонымен қатар, ол эмоциялардың қарқындылығын бағалай алады және сабақтард).

Жасанды интеллект сонымен қатар мәтіннен алынған эмоцияларды талдай алады, білім алушылардың мотивациясын және e-learning орталарындағы үлгерімін арттырады (Rodriguez et al., 2012). Сонымен қатар, ол эмоциялардың қарқындылығын бағалай алады және сабақтарды жеке қажеттіліктерге бейімдей алады, бұл академиялық зерттеулердің сәтті аяқталуына ықпал етеді (Sumithra et al., 2022). Сол сияқты, жақында жүргізілген зерттеу білім алушылардың эмоцияларын анықтау үшін терең оқыту әдістерін қолдану өнімділікті айтарлықтай арттырып, оқу процесін жақсартатынын көрсетті (Alzubi et al., 2022).

Жасанды интеллектті білім беру мекемелеріндегі эмоционалды басқаруға енгізу бойынша күш-жігердің ішінде «биологиялық шабыттандырылған когнитивті архитектура» (eBICA) ерекше орын алады. (Samsonovich et al., 2020) әзірлеген eBICA жасанды интеллектке әлеуметтік өзара әрекеттесу кезінде адамның эмоцияларын түсінуге және олармен өзара әрекеттесуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, эмоцияларға негізделген жасанды шешім қабылдау моделі виртуалды жағдайда білім беру агенттерінің жұмысын жақсартатынын көрсетілген (Yang et al., 2014). Тағы бір тәсіл әлеуметтік-эмоционалдық климатты жақсарту арқылы білім алушылардың мотивациясын, өзін-өзі бағалауын және өзін-өзі ынталандыруын жақсарту үшін ЖИ негізіндегі оқу орталарына эмоционалды агенттерді біріктіруді қамтиды (Gorga et al., 2009), әсіресе аффективті есептеулер (Kort et al., 2001); (González-Hernández et al., 2018); (Ninaus et al., 2019); (Shobana et al., 2021); (Villegas-Ch et al., 2023).

Соңғы жетістіктер жасанды интеллект эмоцияларды танып қана қоймай, болжай алатынын көрсетеді (Alm et al., 2005); (Lin et al., 2023); (Singh et al., 2023). Бұл мүмкіндік виртуалды көмекшілер және интеллектуалды репетиторлық жүйелер (ITS) сияқты жүйелерге білім алушылардың эмоционалдық қажеттіліктеріне белсенді түрде бейімделуге және тиімдірек

жауап беруге, осылайша оқу тәжірибесін жақсартуға мүмкіндік беретін ағымдағы эмоционалды күйлерді анықтаудан асып түседі.

Сонымен қатар, жасанды интеллект эмпатикалық мінез-құлықты білім беру жағдайлары сияқты динамикалық әлеуметтік контексттерде талдай алады. Қазіргі уақытта эмоционалды интеллектті дамыту, мультимодальды эмоционалды сигналдарды өңдеу, тиісті эмпатикалық реакцияларды қалыптастыру үшін терең оқытуды қолданатын модельдер бар (*Alanazi et al., 2023*).

Әдістері мен процедуралары. Тақырыптық кластерлерді анықтау шолуға енгізілген зерттеулерді талдау және синтездеу процесі арқылы жүзеге асырылды. Қолданылатын критерийлер төмендегідей көрсетіледі:

1. Тақырыптық жиілік: бұл критерий қарастырылған зерттеулерде белгілі бір тақырыптардың немесе ұғымдардың пайда болу жиілігін анықтауға мүмкіндік берді. Бұл қарастырылған зерттеулердің тақырыптарында, тезистерінде, кілт сөздерінде және бөлімдерінде негізгі терминдердің заңдылықтарын іздеуді және жазуды қамтыды.

2. Қолданылатын жасанды интеллект технологиясы: бұл критерий қарастырылған зерттеулерде қолданылатын нақты жасанды интеллект технологияларына негізделген. Ол білім беру ортасындағы эмоцияларды бағалау үшін қолданылатын әдістерді, құралдарды, алгоритмдерді және технологиялық тәсілдерді егжей-тегжейлі талдауды қамтиды.

3. Қолдану саласы немесе көлемі: бұл критерий білім беру мекемелеріндегі, соның ішінде арнайы білім берудегі эмоцияларды бағалау үшін жасанды интеллект технологиялары қолданылған нақты контексттерге бағытталған. Ол зерттеулердің жалпы білім беру, кәсіптік оқыту немесе қашықтықтан оқыту, сондай-ақ ерекше білім беру қажеттіліктері бар білім алушыларға арналған арнайы білім беру сияқты белгілі бір салаларға бағытталғанын зерттейді.

4. Нәтижелер: Бұл критерий әрбір зерттеудің нәтижелерін, әсіресе білім беру ортасындағы эмоцияларды бағалауда жасанды интеллектті біріктірудің тиісті аспектілеріне қатысты зерттеуге мүмкіндік берді. Байқалған әсерлер, қол жеткізілген қорытындылар және оқу практикасына салдары қарастырылды.

Осы критерийлер анықталғаннан кейін біз келесі жеті сатылы процедураны орындай отырып, тақырыптық кластерлерді анықтау процесін жалғастырамыз:

1. Зерттеуді таңдау: біз академиялық мәліметтер базасы мен мамандандырылған іздеу жүйелерін қолдана отырып, тиісті әдебиеттерді жан-жақты іздеуден бастадық. Білім беру мекемелеріндегі эмоцияларды бағалау үшін жасанды интеллектті интеграциялау тақырыбын қарастыратын тиісті зерттеулерді таңдау үшін алдын ала анықталған қосу және алып тастау критерийлері қолданылды.

2. Ақпаратты алу: белгіленген критерийлерге сүйене отырып, зерттеу тобы әрбір таңдалған зерттеуден қайталанатын тұжырымдамалар мен процестер сияқты негізгі ақпаратты алу процесін бастады; Қолданбалы жасанды интеллект технологиясы, араласу контексті, нәтижелер және негізгі

қорытындылар. Бұл ақпарат зерттеулерді талдау мен салыстыруға берік негіз болды.

3. Пайда болған тақырыптарды анықтау: барлық алынған ақпарат қайталанатын тақырыптарды анықтау және жасанды интеллектті интеграциялауға және білім беру ортасындағы эмоцияларды бағалауға байланысты пайда болатын заңдылықтарды ұйымдастыру үшін зерттелді. Бұл оның мазмұны мен мәнмәтінін түсіну үшін алынған ақпаратпен әрбір зерттеуді қайта оқуды қамтыды.

4. Деректерді Кодтау: Әрбір пайда болған тақырыпқа немесе үлгіге кодтар немесе белгілер тағайындалды.

5. Тақырыптық кластерлерге топтастыру: әрбір зерттеуге немесе фрагментке тағайындалған кодтарды пайдалана отырып, кодтар когерентті тақырыптық кластерлерге топтастырылды. Бұл процесс кодталған ақпарат арасындағы ұқсастықтар мен қатынастарды анықтауды және оларды білім беру жағдайындағы эмоцияларды бағалау үшін жасанды интеллектті интеграциялаудың нақты аспектілерін қарастыратын топтарға ұйымдастыруды қамтыды.

6. Талдау және синтез: тақырыптық кластерлеу аяқталғаннан кейін тенденцияларды, сәйкессіздіктерді және қызығушылықтың елеулі салаларын анықтау үшін әрбір кластердегі зерттеулерге егжей-тегжейлі талдау жүргізілді. Бұл кезең жиналған ақпаратты синтездеуге және тақырып бойынша қарастырылған әдебиеттерге контексттік көзқарас беруге мүмкіндік берді.

Бұл тақырыптық кластерлер жиналған ақпаратты талдау және синтездеу үшін үйлесімді құрылымды қамтамасыз ету мақсатында ұйымдастырылды, осылайша білім беру ортасындағы эмоцияларды бағалау үшін жасанды интеллект интеграциясының тенденциялары мен жетістіктерін түсінуге ықпал етті.

Нәтижелер. Алғышарттар. Зерттеу ЖОО-ның оқу аудиторияларын қамтитын және қауіпсіздікті қамтамасыз ету мақсатында жұмыс жасайтын бейнебақылау инфрақұрылымы негізінде жүзеге асырылады. Камералар стационарлық түрде орнатылған, суретті жоғарыдан түсіреді және дыбыстық сигнал бермейді. Бейне ағыны ішкі ережелерге сәйкес жергілікті жерде сақталады және тек аналитикалық мақсаттарда қолданылады. Мұндай деректер форматы білім алушылардың тұлғаларын сәйкестендіруді болдырмайды, бұл этикалық қағидаттар мен құпиялылық нормаларының сақталуын қамтамасыз етеді. Әдістемелік кезеңнің мақсаты – анонимдендірілген бейнежазбаларды пайдалана отырып білім алушылардың белсенділігі, назары және қатысу деңгейін сипаттайтын объективті көрсеткіштерді жеке деректерсіз алу.

Зерттеу нысаны және үлгісі

Зерттеу нысаны ЖОО-ның типтік аудиторияларында әртүрлі пәндердің (дәрістік және практикалық) оқу сабақтарының бейнежазбалары болып табылады. Іріктемеге мыналар кіреді:

- білім алушылар қатарларына тұрақты шолу жасайтын жоғары камералары бар аудиториялар;

- ұзақтығы 30 минуттан кем емес жазбалар;

- әр түрлі толтыру тығыздығы (кіші, орташа, толық) және тәуліктің әр түрлі уақыты бар сессиялар. Бастапқы талдау үшін сабақтың әр түрлі форматтары мен білім алушылардың орналасуын білдіретін 50-100 бейнежазба үзінділерінен (ұзақтығы 1-3 минут) іріктеу жоспарлануда.

Зерттеу кезеңдері

1 кезең. Деректерді алу және алдын-ала өңдеу

- Білім алушылардың негізгі қатарларының көрінуін қамтамасыз ететін бейне сегменттерді таңдау.

- Ағынды бірыңғай форматқа түрлендіру (25 fps, 720p ажыратымдылығы).

- Адамдарды анықтау және қаңқа моделдерін құру үшін компьютерлік көру әдістерін қолдану (дене мен бастың негізгі нүктелері).

- Камераның перспективасы мен биіктігін ескере отырып, координаттарды қалыпқа келтіру.

2 кезең. Мінез-құлық белгілерін (behavioral features) алу

Әрбір кадр немесе қысқа уақыт терезесі үшін (1-3 секунд) келесі сипаттамалар есептеледі:

- дененің еңкеюі (алға, артқа, бейтарап);

- дененің тақтаға немесе мұғалімге қатысты бағыты;

- позаның өзгеру жиілігі;

- қол қимылдарының амплитудасы мен жиілігі;

- статикалық қалыптардың ұзақтығы;

- қатысуды білдіретін қимылдардың пайда болуы (қол көтеру, ым-ишара).

3 кезең. Жиынтық индекстерді қалыптастыру

Білім алушылардың белсенділік көрсеткіштері төрт прокси метриkanı есептеу үшін аудитория бойынша орташаланады және жинақталады:

1. Attention Index (AI) – экранға немесе дәріс аймағына бағытталған білім алушылардың үлесі.

2. Engagement Index (EI) – қатысуды көрсететін қимылдардың, қолды көтерудің, микро қимылдардың салыстырмалы саны.

3. Calmness Index (CI) – «жұмыс» қалпын сақтай отырып, мотор тұрақтылығының деңгейі.

4. Group Interaction Index (GI) – ұжымдық өзара әрекеттесуді көрсететін білім алушылар арасындағы бағдарлау мен микро қозғалыстардың синхрондылығы. Барлық көрсеткіштер уақыт терезелері үшін есептеледі (мысалы, 30 секунд), бұл сабақ барысында аудиторияның эмоционалды күйінің динамикасын құруға мүмкіндік береді.

4 кезең. Эмоционалды фонды жіктеу

Индекстердің тіркесімі негізінде аудиторияның көңіл күйінің интегралды сипаттамасы анықталады:

- Позитивті – жоғары AI және EI, орташа GI, орташа CI;

- Бейтарап – орташа AI, төмен EI, әлсіз GI, орташа-жоғары CI;
- Теріс – төмен AI және EI, тұрақсыз GI, CI экстремалды мәндері (қатып қалған немесе ретсіз қозғалыс).

Қағидаларды валидациялау үшін оқытушылар мен зерттеушілер жекелеген фрагменттерге сараптамалық аннотация жүргізеді.

5 кезең. Түсіндіру және визуализация

- Сабақ барысында индекстердің өзгеруінің уақыт кестесін құру.
- Аудитория аймақтары бойынша белсенділіктің жағымды карталарын жасау.
- Әр түрлі іс-шаралар мен топтардың эмоционалды фонының динамикасын салыстыру.

Этикалық аспектілер

Зерттеу қатысушыларды сәйкестендірусіз, бет әлпетсіз және дыбыстық ақпаратсыз жүргізіледі. Барлық деректер ЖОО-ның қорғалған инфрақұрылымында қалады және тек жалпыланған түрде қолданылады. Аналитикалық тұжырымдар жеке тұлға емес, топ деңгейінде түсіндіріледі. Зерттеу нәтижелерін қолдану оқыту әдістемесін жақсартуға және оқу процесінің тиімділігін арттыруға бағытталған, ал білім алушылардың жеке басына әсер етпейді.

Күтілетін нәтижелер

- Белсенділік пен зейіннің есептелген индекстері бар бейне сегменттердің пилоттық деректер жиынтығын құру.
- Аудиторияның эмоционалды фонын анықтау үшін прокси-метриканы есептеу алгоритмдерін әзірлеу.
- Құпиялылық саясатын бұзбай топтық қатысуды талдау үшін стандартты бақылау камераларын пайдалану мүмкіндігін растау.
- Қосымша деректерді (аудио, мәтін, сенсорлық көрсеткіштер) пайдалана отырып, мультимодальды моделдерге одан әрі көшу үшін әдістемелік ұсынымдар дайындау.

Білім алушылардың эмоционалды күйлерін тану міндеті бойынша жүргізілген эксперименттің нәтижелері

1.Сөйлеу - аудио түріндегі мәліметтердің бірі және ол *сараланбаған деректер базасына* жатады.

Адамның дауысын талдау жасанды интеллект саласында кең қолданылады:

- эмоцияларды тануда,
- аффективті жүйелерде,
- автоматты субтитр жасауда,
- білім беру аналитикасында.

Төмендегі кестеде негізгі сөйлеу белгілерінің түрлері көрсетілген:

Кесте 1 — Негізгі сөйлеу белгілерінің түрлері

Белгі	Сипаттамасы	Интерпретациясы
Амплитуда (Energy)	Дауыс сигналының қаттылығы	Энергия жоғары болса — дауыс қатты, эмоциялы (мысалы: ашу, қуаныш)
Pitch (F ₀) — негізгі жиілік	Дауыс байламдарының тербелу жылдамдығы	Pitch жоғары → қуаныш; Төмен → мұң, тыныштық
MFCC	Дауыс спектрін ықшам түрінде сипаттайтын коэффициенттер	Тембр, эмоция және сөйлеудің сипатын анықтауда маңызды

Қолданылатын құралдар:

- Python, кітапханалар: librosa, matplotlib, numpy, pandas
- Jupyter Notebook
- .wav форматындағы аудио файлдар

Жұмыс барысы

1-кезең. Орта дайындау

Қажетті кітапханаларды орнату:

```
pip install librosa matplotlib numpy pandas
```

2-кезең. Аудиофайлды жүктеу

Код арқылы файлды оқимыз, ұзақтығын және дискретизация жиілігін тексереміз.

```
Code: Uploading an audio file # Uploading an audio file audio_path = «voice_
sample.wav» # replace it with the path to your file y, sr = librosa.load(audio_
path, sr=None) print(«Sampling rate:», sr) print(«Duration (sec):», librosa.get_
duration(y=y, sr=sr))
```

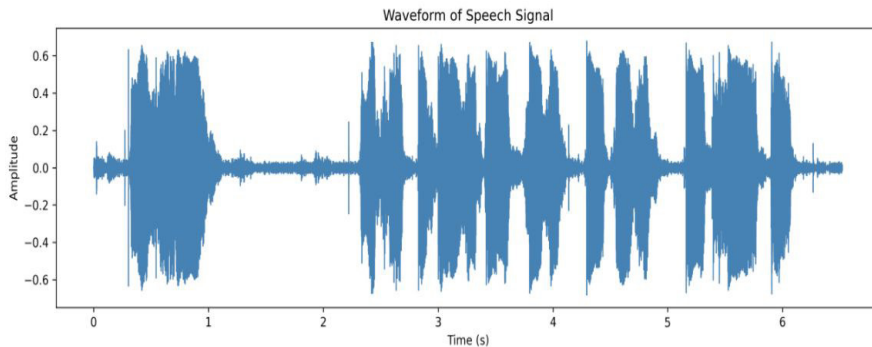
3-кезең. Сигналды визуализациялау

Аудиосигнал графигін салу арқылы: дауыс қатты шыққан бөліктер тоқтаулар анық көрінеді.

Дискретизация жиілігі — дыбыс бір секундта қанша рет өлшенетінін көрсетеді.

```
Code: plt.figure(figsize=(12, 4))
librosa.display.waveshow(y, sr=sr, color='steelblue')
plt.title("Waveform of Speech Signal")
plt.xlabel("Time (s)")
plt.ylabel("Amplitude")
plt.show()
```

Енді бізде дауыс жазбаларының амплитудалары бар ол арқылы біз қай кезде дыбыс қатты шыққанын немесе жәй шыққанын анықтай аламыз.



Сурет 1—Дауыс жазбаларының амплитудаларын анықтау

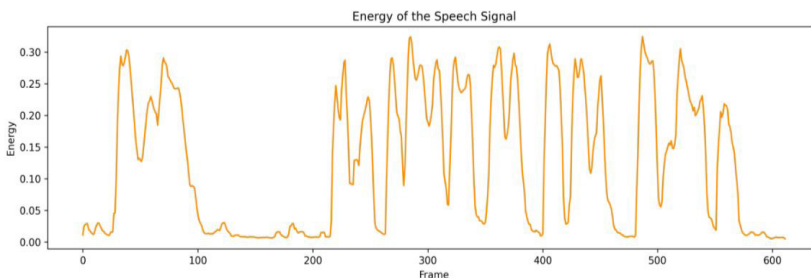
4-кезең. Белгілерді (фичаларды) шығару

4.1. Энергия (Amplitude / RMS)

Осы кезеңде энергия графигі дауыс қаншалықты қатты немесе әлсіз екенін көрсетеді.

КОД:

```
energy = librosa.feature.rms(y=y)[0]
plt.figure(figsize=(12,4))
plt.plot(energy, color='darkorange')
plt.title("Energy of the Speech Signal")
plt.xlabel("Frame")
plt.ylabel("Energy")
plt.show()
```



Средняя энергия: 0.1263

Сурет 2 — Орташа энергияны есептеу

Есептелген орташа энергия: 0.1263

Бұл салыстырмалы түрде жоғары, дауыс белсенді, яғни эмоция бар.

4.2. Pitch (негізгі жиілік)

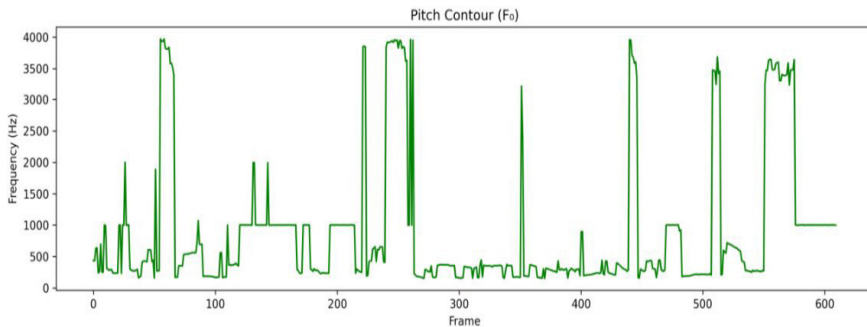
Орташа мәні: 891.86 Гц

Бұл өте жоғары көрсеткіш, ол қуаныш, белсенділік, көтеріңкі көңіл-күйге тән.

```

pitches, magnitudes = librosa.piptrack(y=y, sr=sr)
pitch_values = pitches[magnitudes > np.median(magnitudes)]
plt.figure(figsize=(12,4))
plt.plot(pitch_values[:500], color='green')
plt.title("Pitch Contour (F0)")
plt.xlabel("Frame")
plt.ylabel("Frequency (Hz)")
plt.show()

```



Сурет 3 — Негізгі орташа жиілікті есептеу

Орташа жиілік (Pitch): 891.86 Гц

Future -Mean value

Energy-(RMS),0.12633914

Pitch-(F0),891.86017

4.3. MFCC

MFCC — сөйлеудің тембрін, артикуляциясын және эмоциясын сипаттайтын маңызды параметр.

Графиктегі:

Төменгі жолақтардың қызыл-көк болып тез ауысуы спектрдің жиі өзгеруі → сөйлеудің динамикалық, интонациясы бай екенін көрсетеді.

Бұл қуанышты, әсерлі немесе эмоционалды сөйлеуге тән белгі.

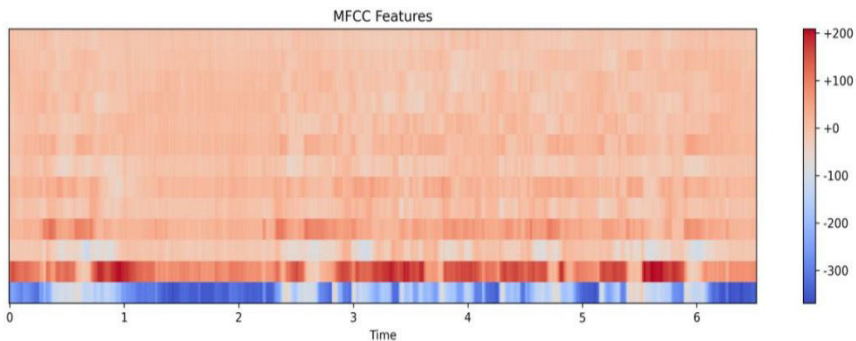
```
mfccs = librosa.feature.mfcc(y=y, sr=sr, n_mfcc=13)
```

```
librosa.display.specshow(mfccs, x_axis='time', sr=sr)
```

```
plt.colorbar()
```

```
plt.title("MFCC Features")
```

```
plt.show()
```



Сурет 4 — Сөйлеудің динамикалық, интонациясын көрсету

2. Эмоцияларды анықтау жүйелері үшін деректерді өңдеудің ETL және ELT тәсілдері қарастырылады. Деректерді жүктеудің ерекшеліктері, автоматтандырылған кодтар, SQL кестелерін жасау және нормализациялау қағидалары толық ашылады. Эмоцияларды тану үлгісінің тиімділігі валенттілік, белсенділік, эмоция түрі және уақыт белгісі сияқты маңызды параметрлерге байланысты. Осы деректерді жүйелі, дәл және бірізді түрде өңдеу модельдің нақтылығын тікелей анықтайды. Деректерді өңдеу кезеңдерінде әрбір параметрдің маңыздылығы мен өңдеу ерекшеліктері қарастырылады.

ETL архитектурасының жалпы құрылымы:

1. Дерек көздері (Деректердің бастаулары)

Эмоциялық деректер алуан түрлі пішімдерде ұсынылуы мүмкін:

- CSV форматындағы файлдар
- JSON құрылымды мәліметтер
- Журналдық файлдар
- Бейнекамералардан алынған өңделген деректер
- API арқылы алынған эмоциялық мәліметтер немесе нәтижелер
- Kafka секілді хабар алмасу жүйелерінің деректері.

Аталған деректердің бәрі шикі деректер (өңделмеген мәліметтер) болып саналады.

2. Шығару (Деректерді алу)

Бұл кезеңде коннекторлар мәліметтерді оқып, оларды сақтау/архивтік аймаққа бағыттайды.

Мақсаттары:

- Деректерге ең аз әсер ету
- Деректердің толықтығын қамтамасыз ету
- Мәліметтерді қатесіз қабылдау
- Үстеме жүктемелерді қолдау
- Шикі деректер аймағында мәліметтер өзгеріссіз күйінде сақталады.

3. Трансформация (Деректерді түрлендіру)

Түрлендіру – ETL процесінің ең күрделі бөлігі:

- Деректерді нормализациялау
- Қайталанатын деректерді жою
- Валенттілік пен белсенділікті қайта есептеу
- Аномальды мәндерді тазарту
- Деректер типтерін өзгерту
- Белсенділік формуласы бойынша есептеу.

Бұл операциялар SQL немесе Python тілдерінде жүзеге асырылады.

Түрлендірудің нәтижесі:

- Silver (тазартылған мәліметтер)
- Gold (талдауға дайын деректер қоймасы) болып бөлінеді.

4. Жүктеу

Деректер келесі жүйелерге жүктеледі:

- PostgreSQL
- SQLite
- ClickHouse
- Snowflake
- BigQuery

Жүктеу толық немесе үстемелі түрде орындалуы мүмкін.

5. Оркестрация

ETL процестерін жоспарлау Airflow немесе Prefect құралдары арқылы іске асырылады:

```
def minmax(series: pd.Series) -> pd.Series:
    mn, mx = series.min(), series.max()
    if pd.isna(mn) or pd.isna(mx) or mx == mn:
        return pd.Series([0.5] * len(series), index=series.index)
    return (series - mn) / (mx - mn)

def run_etl(raw_csv: str = RAW_CSV, db_path: str = DB_PATH, out_csv: str = TRANSFORMED_CSV) -> Tuple[pd.DataFrame]:
    df = pd.read_csv(raw_csv)

    df = df.dropna(subset=["valence", "arousal"]).copy()
    df["valence"] = df["valence"].clip(0.0, 1.0)
    df["arousal"] = df["arousal"].clip(0.0, 1.0)
    df["valence_norm"] = minmax(df["valence"])
    df["arousal_norm"] = minmax(df["arousal"])
    df["engagement"] = (df["valence_norm"] + df["arousal_norm"]) / 2
    df.to_csv(out_csv, index=False)
```

Сурет 5 — Деректерді нормализациялау:

3. Эмоционалдық күйлерді қолмен белгілеудің аналитикалық зерттеуі

Мұнда Emotions_Marking_DospolNazgul.xlsx деректер жиынтығына негізделген, қолмен таңбаланған эмоциялық үзінділерді аналитикалық өңдеу және салыстырмалы талдау ұсынылады. Аталған файлда әрбір бейнеклипке қатысты төрт негізгі параметр қарастырылған:

Назар индексі (AI) – зейін деңгейі; Қатысу индексі (EI) – тартылу деңгейі; Тыныштық индексі (CI) – сабырлылық деңгейі; Топтық әрекеттесу индексі (GI) – ұжымдық өзара ықпалдасу.

Сонымен қатар, әрбір видеофрагмент үшін эмоциялық жағдай қолмен көрсетілген.

Бастапқы мәліметтерді жүктеп, жиынтық шолу жасау.

Файлдағы бағандар ретке келтіріліп, базалық айнымалылар бойынша алғашқы статистика есептелді.

Алғашқы талдаудың қорытындылары: Жалпы саны 10 видеоклип таңбаланған. Кездесетін эмоциялық ахуалдар: Оң; Бейтарап; Жағымсыз (немқұрайлылық); Жағымсыз (дүрбелен).

Индекстердің статистикалық мәліметтері (ең төменгі–ең жоғарғы–орташа).

```
import pandas as pd

# Загрузка Excel файла
df = pd.read_excel("/Users/Nazgul/Desktop/fragments/Emotions_Marking_Dospo\Nazgul.xlsx")

# Убираем лишние пробелы в названиях колонок
df.columns = df.columns.str.strip()

# Количество строк
num_rows = df.shape[0]

# Уникальные значения эмоционального состояния
unique_moods = df['Эмоциональное состояние'].unique()

# Мин/макс/среднее по индексам
stats = df[['AI (внимание)', 'EI (вовлеченность)', 'CI (спокойствие)', 'GI (взаимодействие)']].agg(['min', 'max', 'mean'])

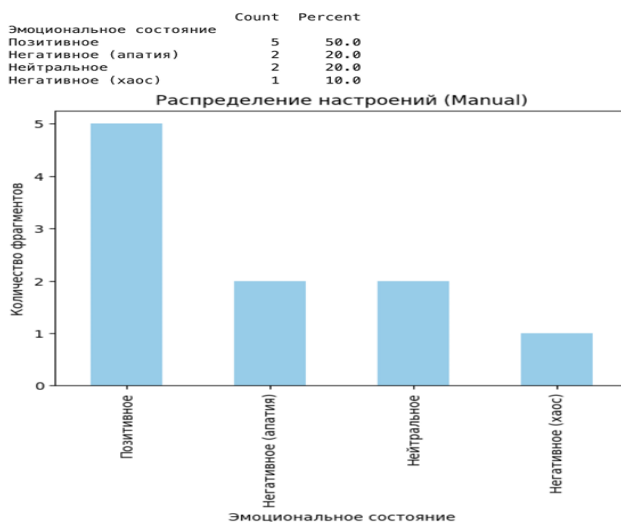
print(f"Количество фрагментов: {num_rows}")
print(f"Типы настроения: {unique_moods}")
print(stats)
```

Количество фрагментов: 10
 Типы настроения: ['Позитивное' 'Негативное (апатия)' 'Негативное (хаос)' 'Нейтральное']

	AI (внимание)	EI (вовлеченность)	CI (спокойствие)	GI (взаимодействие)
min	0.000	0.000	0.200	0.00
max	1.000	0.850	0.900	0.50

Сурет 6 — Эмоциялық ахуалдардың таралуын анықтау

Диаграмма мен кесте негізінде эмоциялардың таралуы анықталды.



Сурет 7 — Эмоциональдық ахуалдар фрагменттерін көрсету

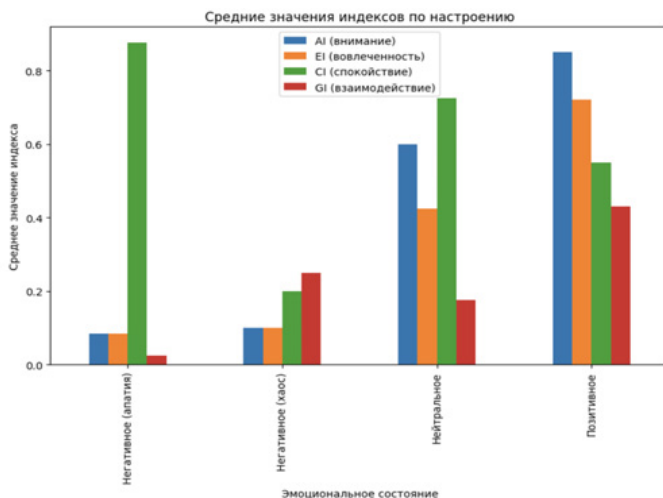
Эмоция түрлері бойынша фрагменттердің саны: Оң эмоциялар ең көп (50%). Жағымсыз эмоциялар 30%-ды құрайды, ал бейтарап күй аз кездеседі.

Үшінші кадам. Қолмен белгілеу мен автоматты жіктеуді салыстыру.

Кестеде қолмен белгілеу (manual) және автоматты жүйе (auto) нәтижелері салыстырылды. Нәтижелер: Сәйкестік 70 пайызды құрады.

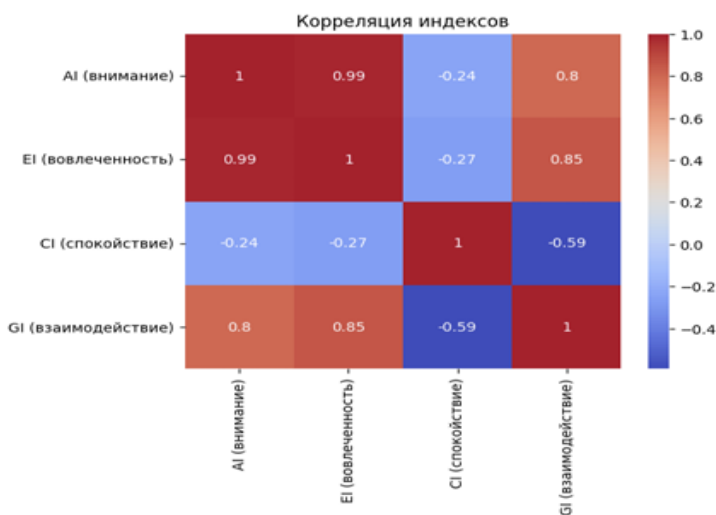
Талдау: Сәйкессіздіктер негізінен оң және бейтарап күйлердің шекарасында пайда болған.

Төртінші кадам. Индекстерді эмоцияларға сәйкес талдау.



Сурет 8 — Көңіл-күйге қарай индекстердің орташа мәні

Бесінші кезең.



Сурет 9 — Индекс корреляциясы

Индекстер арасындағы өзара байланыс. Қорытынды 10 фрагментке жүргізілген талдау нәтижесінде келесі тұжырымдар жасалды:

Эмоциялардың жартысы оң (50%), бұл оқудың жалпы эмоционалдық ахуалында оң өзгерістер басым екенін көрсетеді. Жағымсыз күй 30 пайызды құрайды.

Алғашқы бейнематериалдарды сараптау – эмоцияларды анықтайтын жасанды интеллект үлгісін жасаудағы қажетті кадам. Түсірілім сапасы, жарықтың мөлшері, камераның орналасу бұрышы мен студенттердің анық көрінуі үлгінің тиімді жұмыс істеуіне тікелей ықпал етеді. Осыған байланысты, берілген бөлімде әрбір көрсеткіш тереңінен қарастырылады.



Сурет 10 — Бейнематериалдарды сараптау кезіндегі түсірілім

Видеоға түсірілген фрагменттердің қысқаша сипаттамасы, олардың эмоциялық ахуалына негізделген.

№	Имя видео	Время начала	Время конца	AI	EI	CI	GI	Эмоциональное состояние	Комментарии
1	B02-R122_06_10_2025 13.12.56_2_Оспан_Балмахан_B02-R122_время_00_1	0:00	1:00	0,59	0,32	0,6	0,4	Нейтральное	Тихая работа, умеренная активность
2	B06-R201A_06_10_2025 13.12.56_Балмахан_Оспан_B06-R201A_время08_3	8:34	9:20	0,75	0,62	0,5	0,48	Позитивное	Активные ответы, вовлечённость высокая
3	B02-R108_06_10_2025 13.12.56_2_Балмахан_Оспан_B02-R108_время09_2	8:21	9:20	0,55	0,45	0,65	0,35	Нейтральное	Спокойное слушание
4	B02-R116_06_10_2025 12.12.49_2_Балмахан_Оспан_B02-116_время_00_00	0:00	0:54	0,47	0,22	0,83	0,1	Негативное (апатия)	Пассивность
5	B02-R108_06_10_2025 13.12.56_2_Балмахан_Оспан_B02-R108_время10_5	10:51	11:40	0,44	0,25	0,2	0,15	Негативное (жаос)	Шум и рассеянность
6	B06-R201A_06_10_2025 13.12.56_Балмахан_Оспан_B06-R201A_время07_0	7:08	8:02	0,73	0,68	0,58	0,55	Позитивное	Групповое обсуждение
7	B02-R116_06_10_2025 12.12.49_2_Балмахан_Оспан_B02-116_время_00_54	0:54	1:47	0,41	0,18	0,85	0,08	Негативное (апатия)	Нет реакции
8	B06-R301A_06_10_2025 13.12.56_Балмахан_Оспан_B06-R301A_время14_5	14:56	15:42	0,78	0,62	0,5	0,42	Позитивное	Работа в группе
9	B06-R301A_06_10_2025 13.12.56_Балмахан_Оспан_B06-R301A_время22_0	22:04	22:59	0,76	0,63	0,45	0,6	Позитивное	Высокая вовлечённость
10	B02-R122_06_10_2025 13.12.56_2_Оспан_Балмахан_B02-R122_время_01_1	1:00	2:00	0,52	0,38	0,68	0,3	Нейтральное	Минимальное взаимодействие

Сурет 11 — Әрбір фрагментке оның эмоциялық күйін көрсету

Талқылау. Топтастырылған үзінділердегі студенттердің эмоциялық жағдайлары AI (зейін), EI (қатысу), CI (сабырлылық) және GI (топтық өзара

әрекеттесу) көрсеткіштері бойынша бағаланды. Әрбір фрагментке оның эмоциялық күйі мен қысқаша сипаттамасы қоса беріледі.

1-фрагмент — Бейтарап жағдай АІ орташа, ЕІ төмендеу тенденциясында, СІ мен ГІ тұрақты. Іс-әрекеттің сипаттамасы: тыныш жұмыс, қалыпты белсенділік.

2-фрагмент — Оң жағдай АІ жоғары, ЕІ өте жоғары, ГІ да айтарлықтай жоғары. Белсенді түрде жауап беру, қатысудың жоғары деңгейі.

3-фрагмент — Бейтарап жағдай Көрсеткіштер тұрақты, СІ жоғарырақ мәнге ие. Сабақтың материалын тыныштықта қабылдау.

4-фрагмент — Жағымсыз (апатия) АІ мен ЕІ өте төмен, ГІ ең төменгі мәнде. Белсенділіктің жоқтығы, пассивтілік.

5-фрагмент — Жағымсыз (хаос) АІ төмен, ЕІ мен СІ тұрақсыз. Шулы, алаңдаушылық көріністері, зейіннің шашырауы.

6-фрагмент — Оң жағдай АІ жоғары, ЕІ айқын, ГІ орташа. Топтық пікірталас, белсенді қатысу байқалады.

7-фрагмент — Жағымсыз (апатия) АІ, ЕІ және ГІ төмен мәндерге ие. Ешқандай реакция байқалмайды, белсенділік өте төмен.

8-фрагмент — Оң жағдай АІ жоғары, ЕІ жоғары, ГІ жеткілікті деңгейде. Топтағы жұмыс, қатысуы жақсы деңгейде.

9-фрагмент — Бейтарап жағдай Көрсеткіштер орташа деңгейде, ГІ айтарлықтай. Өзара әрекеттесу минималды, қалыпты жұмыс.

Қорытынды. Қорытындылай келе, жиналған мәліметтер мен жүргізілген ғылыми-техникалық сараптама нәтижесінде эмоцияларды анықтайтын жасанды интеллект үлгісін құруға қажетті алғышарттардың бәрі орындалды деп айтуға болады. Бұл жоба бастапқы кезеңін табысты аяқтап, зерттеу мен әзірлеудің келесі сатыларына көшуге дайын. Аталған жұмыс жасанды интеллект саласымен қатар, Қазақстандағы білім беру аналитикасының дамуына, оқу үдерісін цифрландыруға және студенттермен жүргізілетін жұмыстардың сапасын жақсартуға зор ықпал етеді. Бұл зерттеулер мен әзірлемелердің келесі кезеңдеріне жол ашады.

Көмекші технологияларды, ақпараттық-коммуникациялық технологияларды (АКТ) және жасанды интеллектті білім беру мекемелеріне біріктіру білім алушыларға, әсіресе оқуда қиындықтары бар білім алушыларға олардың оқуы мен эмоцияларын басқаруда қол жетімді қолдауды түбегейлі өзгертті. Әртүрлі оқу қажеттіліктері бар балалар үшін жасанды интеллекттің көмегімен эмоцияларды анықтаудың жоғарылауы, АКТ арқылы жекелендірілген оқу тәжірибесі және көмекші технологиялардың қолжетімділігін арттыру оқудағы кедергілерді айтарлықтай азайтты. Бұл зерттеу эмоцияны тануды арттырудағы, инклюзивті оқу ортасын құрудағы және барлық балалардың оқудағы жетістіктеріне ықпал етудегі технологияның маңызды рөлін көрсетеді. Осы озық құралдарды пайдалана отырып, оқытушылар теңшелген оқу жоспарларын жасай алады, дереу кері байланыс бере алады және мүмкіндігі шектеулі және мүмкіндігі шектеулі білім алушылардың академиялық және

эмоционалдык дамуына қолдау көрсете алады. Жасанды интеллект, АКТ және көмекші технологияларды біріктірудің бұл кешенді тәсілі эмоционалды қолдауды күшейтіп қана қоймайды, сонымен қатар білім алушыларды олардың білім алуына белсенді қатысу үшін қажетті құралдармен қамтамасыз етеді. Сайып келгенде, бұл неғұрлым табысты және инклюзивті білім беру үдерісіне жол ашады.

References

- Shabbir M., Alshammari N., Hussain I., (2023) Emotional prediction in intelligent agents to facilitate social interaction. *Appl. Sci*13:1163. doi: 10.3390/app13021163 (in Eng.)
- Aly M., Ghallab A. Fathi S. (2023) Enhancing facial expression recognition system in online learning context using efficient deep learning model. *IEEE Access*11. — P. 121419–121433. doi: 10.1109/ACCESS.2023.3325407 (in Eng.)
- Abu Zitar R., Hawashin B., Abu Shanab S., Zraiqat A., Mughaid A. (2022). A novel deep learning technique for detecting emotional impact in online education. *Electronics*11:2964. doi: 10.3390/electronics11182964 (in Eng.)
- Arguel A., Lockyer L., Kennedy G., Lodge J., Pachman M. (2019). Seeking optimal confusion: a review on epistemic emotion management in interactive digital learning environments. *Interact. Learn. Environ.*27. — P. 200–210. doi: 10.1080/10494820.2018.1457544 (in Eng.)
- Arnau-Gonzalez P., Katsigiannis S., Arevalillo-Herraez M., Ramzan N. (2021). “Artificial intelligence for affective computing: an emotion recognition case study” in *AI for emerging verticals: human-robot computing, sensing and networking*. eds. Shakir M. Z. Ramzan N. — P. 29–44. (in Eng.)
- Assielou K., Haba C., Kadjo T., Goore B., Yao K D. (2021). A new approach to modelling students socio-emotional attributes to predict their performance in intelligent tutoring systems. *J. Educ. E Learn. Res.*8. — P. 340–348. doi: 10.20448/JOURNAL.509.2021.83.340.348 (in Eng.)
- Begum F., Neelima A., Valan J. (2023). Emotion recognition system for E-learning environment based on facial expressions. *Soft. Comput.*27, 17257–17265. doi: 10.1007/s00500-023-08058-3 (in Eng.)
- Bevilacqua L., Capuano N., Cascone A., Ceccarini F., Corvino F. (2009). Advanced user interfaces for e-learning. *J.E Learn. Knowledge Soc.*5, 91–99. doi: 10.20368/1971-8829/356 (in Eng.)
- Cambria E., Das D., Bandyopadhyay S, Feraco A. (2017). Affective computing and sentiment analysis. *Pract Guide Sentiment Analysis*. — P. 1–10. doi: 10.1007/978-3-319-55394-8_1 (in Eng.)
- Carmona-Halty M., Schaufeli W., Llorens S., Salanova M. (2019). Satisfaction of basic psychological needs leads to better academic performance via increased psychological capital: a three-wave longitudinal study among high school students. *Front. Psychol.*10:2113. doi: 10.3389/fpsyg.2019.02113 (in Eng.)
- Chaffar S., Frasson C. (2010). “Using emotional coping strategies in intelligent tutoring systems” in *Lecture notes in computer science (including subseries lecture notes in artificial intelligence and lecture notes in bioinformatics)*, 6095 LNCS(PART2). Berlin, Heidelberg: Springer. — P. 285–287. (in Eng.)
- Chowdary M., Nguyen T., Hemanth D. (2023). Deep learning-based facial emotion recognition for human–computer interaction applications. *Neural Comput. & Applic.*35, 23311–23328. doi: 10.1007/s00521-021-06012-8 (in Eng.)
- Colchester K., Hagrais H., Alghazzawi D., Aldabbagh G. (2017). A survey of artificial intelligence techniques employed for adaptive educational systems within e-learning platforms. *J. Artif. Intelligence Soft Comput. Res.*7. — P. 47–64. doi: 10.1515/jaiscr-2017-0004 (in Eng.)
- Daouas T., Lejmi H. (2018). Emotions recognition in an intelligent elearning environment. *Interact. Learn. Environ.*26. — P. 991–1009. doi: 10.1080/10494820.2018.1427114 (in Eng.)
- Daghestani L., Ibrahim L., Al-Towirgi R., Salman H. (2020). Adapting gamified learning systems using educational data mining techniques. *Comput. Appl. Eng. Educ.*28, 568–589. doi: 10.1002/cae.22227 (in Eng.)

Oliveira E., Rodrigues P. (2021). A review of literature on human behaviour and artificial intelligence: contributions towards knowledge management. *Electron. J. Knowl. Manag.*19. — P. 165–179. doi: 10.34190/ejkm.19.2.2459 (in Eng.)

Florea A., Kalisz E. (2005). Embedding emotions in an artificial tutor. In *Seventh International Symposium on Symbolic and Numeric Algorithms for Scientific Computing (SYNASC'05)* (in Eng.)

Garcia-Ceja E., Riegler M., Nordgreen T., Jakobsen P., Oedegaard K., Tørresen J. (2018). Mental health monitoring with multimodal sensing and machine learning: a survey. *Pervasive Mobile Comput*51. — P. 1–26. doi: 10.1016/j.pmcj.2018.09.003 (in Eng.)

Gomez-Leon M. (2022). Development of empathy through socioemotional artificial intelligence. *Papeles Psicol*43. — P. 218–224. doi: 10.23923/pap.psicol.2996 (in Eng.)

Gonzalez-Hernandez F., Zatarain-Cabada R., Barron-Estrada M., L.Rodriguez-Rangel H. (2018). Recognition of learning-centered emotions using a convolutional neural network. *J. Intelligent Fuzzy Syst.*34. — P. 3325–3336. doi: 10.3233/JIFS-169514 (in Eng.)

Gorga D., Schneider D. (2009). “Computer-based learning environments with emotional agents” in *Handbook of research on synthetic emotions and sociable robotics: new applications in affective computing and artificial intelligence*. — P. 413–441. (in Eng.)

He T., Li C., Wang J., Wang M., Wang Z., Jiao C. (2022). An emotion analysis in learning environment based on theme-specified drawing by convolutional neural network. *Front. Public Health*10:958870. doi: 10.3389/fpubh.2022.958870(in Eng.)

Jaques P., Viccari R. (2006). Considering Students' emotions in computer-mediated learning environments. *Web-Based Intelligent E Learn Syst.* — P. 122–138. doi: 10.4018/978-1-59140-729-4.CH006 (in Eng.)

Jiang D., Wu K., Chen D., Tu G., Zhou T., Garg A. (2020). A probability and integrated learning based classification algorithm for high-level human emotion recognition problems. *Measurement*150:107049. doi: 10.1016/j.measurement.2019.107049 (in Eng.)

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.

Requirements for articles design for publication in the journal are available on the websites:

**www.nauka-nanrk.kz
<http://physics-mathematics.kz/index.php/en/archive>
ISSN2518-1726 (Online),
ISSN 1991-346X (Print)**

Managing Editor: *A.Shormakova*
Editors: *D.S. Alenov, T. Apendiev*
Computer layout: *G.D. Zhadyranova*

Signed for print: June 15, 2026
Format: 70×90 1/16. 26.5 printed sheets. Order No. 2.