

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

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ

әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

**ИЗВЕСТИЯ**

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ  
НАУК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
Казахский национальный  
университет имени аль-Фараби

**N E W S**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF  
KAZAKHSTAN  
al-Farabi Kazakh National University

**SERIES**  
**PHYSICS AND INFORMATION TECHNOLOGY**

**2 (346)**

**APRIL – JUNE 2023**

PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

## **БАС РЕДАКТОР:**

**МУТАНОВ Ғалымқайыр Мұтанұлы**, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР БҒМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты» бас директорының м.а. (Алматы, Қазақстан), **Н=5**

## **БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:**

**МАМЫРБАЕВ Өркен Жұмажанұлы**, ақпараттық жүйелер мамандығы бойынша философия докторы (Ph.D), ҚР БҒМ Ғылым комитеті «Ақпараттық және есептеуші технологиялар институты» РМК жауапты хатшысы (Алматы, Қазақстан), **Н=5**

## **РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:**

**КАЛИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрәділұлы**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), **Н=7**

**БАЙГУНЧЕКОВ Жұмаділ Жанабайұлы**, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Кибернетика және ақпараттық технологиялар институты, Сатпаев университетінің Қолданбалы механика және инженерлік графика кафедрасы, (Алматы, Қазақстан), **Н=3**

**ВОЙЧИК Вальдемар**, техника ғылымдарының докторы (физика), Люблин технологиялық университетінің профессоры (Люблин, Польша), **Н=23**

**БОШКАЕВ Қуантай Авгазыұлы**, Ph.D. Теориялық және ядролық физика кафедрасының доценті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), **Н=10**

**QUEVEDO Nemandó**, профессор, Ядролық ғылымдар институты (Мехико, Мексика), **Н=28**

**ЖҮСПОВ Марат Абжанұлы**, физика-математика ғылымдарының докторы, теориялық және ядролық физика кафедрасының профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), **Н=7**

**КОВАЛЕВ Александр Михайлович**, физика-математика ғылымдарының докторы, Украина ҰҒА академигі, Қолданбалы математика және механика институты (Донецк, Украина), **Н=5**

**РАМАЗАНОВ Тілекқабұл Сәбитұлы**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің ғылыми-инновациялық қызмет жөніндегі проректоры, (Алматы, Қазақстан), **Н=26**

**ТАКИБАЕВ Нұрғали Жобағаұлы**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), **Н=5**

**ТИГИНЯНУ Ион Михайлович**, физика-математика ғылымдарының докторы, академик, Молдова Ғылым Академиясының президенті, Молдова техникалық университеті (Кишинев, Молдова), **Н=42**

**ХАРИН Станислав Николаевич**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан-Британ техникалық университеті (Алматы, Қазақстан), **Н=10**

**ДАВЛЕТОВ Асқар Ербуланович**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), **Н=12**

**КАЛАНДРА Пьетро**, Ph.D (физика), Наноқұрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия), **Н=26**

**«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика және информатика сериясы».**

**ISSN 2518-1726 (Online),**

**ISSN 1991-346X (Print)**

Меншіктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 14.02.2018 ж. берілген **№ 16906-Ж** мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *физика және ақпараттық коммуникациялық технологиялар сериясы.*

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

Мерзімділігі: *жылына 4 рет.*

Тиражы: *300 дана.*

Редакцияның мекен-жайы: *050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., тел.: 272-13-19*  
*<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>*

---

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2023

Типографияның мекен-жайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Мұратбаев көш., 75.

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

**МУТАНОВ Галимжаир Мутанович**, доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, и.о. генерального директора «Института информационных и вычислительных технологий» КН МОН РК (Алматы, Казахстан), **Н=5**

## ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

**МАМЫРБАЕВ Оркен Жумажанович**, доктор философии (PhD) по специальности Информационные системы, ответственный секретарь РГП «Института информационных и вычислительных технологий» Комитета науки МОН РК (Алматы, Казахстан), **Н=5**

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович**, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), **Н=7**

**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), **Н=3**

**ВОЙЧИК Вальдемар**, доктор технических наук (физ.-мат.), профессор Люблинского технологического университета (Люблин, Польша), **Н=23**

**БОШКАЕВ Куантай Авгазыевич**, доктор Ph.D, преподаватель, доцент кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), **Н=10**

**QUEVEDO Hemando**, профессор, Национальный автономный университет Мексики (UNAM), Институт ядерных наук (Мехико, Мексика), **Н=28**

**ЖУСУПОВ Марат Абжанович**, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), **Н=7**

**КОВАЛЕВ Александр Михайлович**, доктор физико-математических наук, академик НАН Украины, Институт прикладной математики и механики (Донецк, Украина), **Н=5**

**РАМАЗАНОВ Тлеккабул Сабитович**, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, проректор по научно-инновационной деятельности, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), **Н=26**

**ТАКИБАЕВ Нурғали Жабагаевич**, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), **Н=5**

**ТИГИНЯНУ Ион Михайлович**, доктор физико-математических наук, академик, президент Академии наук Молдовы, Технический университет Молдовы (Кишинев, Молдова), **Н=42**

**ХАРИН Станислав Николаевич**, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахстанско-Британский технический университет (Алматы, Казахстан), **Н=10**

**ДАВЛЕТОВ Аскар Ербуланович**, доктор физико-математических наук, профессор, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), **Н=12**

**КАЛАНДРА Пьетро**, доктор философии (Ph.D, физика), профессор Института по изучению наноструктурированных материалов (Рим, Италия), **Н=26**

**«Известия НАН РК. Серия физика и информатики».**

**ISSN 2518-1726 (Online),**

**ISSN 1991-346X (Print)**

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

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан **№ 16906-Ж** выданное 14.02.2018 г.

Тематическая направленность: *серия физика и информационные коммуникационные технологии.* В настоящее время: *вошел в список журналов, рекомендованных ККСОН МОН РК по направлению «информационные коммуникационные технологии».*

Периодичность: *4 раз в год.*

Тираж: *300 экземпляров.*

Адрес редакции: *050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, оф. 219, тел.: 272-13-19*

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

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2023  
Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

#### **EDITOR IN CHIEF:**

**MUTANOV Galimkair Mutanovich**, doctor of technical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, acting director of the Institute of Information and Computing Technologies of SC MES RK (Almaty, Kazakhstan), **H=5**

#### **DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF**

**MAMYRBAYEV Orken Zhumazhanovich**, Ph.D. in the specialty information systems, executive secretary of the RSE “Institute of Information and Computational Technologies”, Committee of Science MES RK (Almaty, Kazakhstan) **H=5**

#### **EDITORIAL BOARD:**

**KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich**, doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), **H=7**

**BAYGUNCHEKOV Zhumadil Zhanabayevich**, 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), **H=3**

**WOICIK Waldemar**, Doctor of Phys.-Math. Sciences, Professor, Lublin University of Technology (Lublin, Poland), **H=23**

**BOSHKAYEV Kuantai Avgazievich**, PhD, Lecturer, Associate Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), **H=10**

**QUEVEDO Hemando**, Professor, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Institute of Nuclear Sciences (Mexico City, Mexico), **H=28**

**ZHUSSUPOV Marat Abzhanovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), **H=7**

**KOVALEV Alexander Mikhailovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Academician of NAS of Ukraine, Director of the State Institution «Institute of Applied Mathematics and Mechanics» DPR (Donetsk, Ukraine), **H=5**

**RAMAZANOV Tlekkabul Sabitovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Vice-Rector for Scientific and Innovative Activity, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), **H=26**

**TAKIBAYEV Nurgali Zhabagaevich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), **H=5**

**TIGHINEANU Ion Mikhailovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Academician, Full Member of the Academy of Sciences of Moldova, President of the AS of Moldova, Technical University of Moldova (Chisinau, Moldova), **H=42**

**KHARIN Stanislav Nikolayevich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Kazakh-British Technical University (Almaty, Kazakhstan), **H=10**

**DAVLETOV Askar Erbulanovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), **H=12**

**CALANDRA Pietro**, PhD in Physics, Professor at the Institute of Nanostructured Materials (Monterotondo Station Rome, Italy), **H=26**

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

##### **Series of physics and informatics.**

**ISSN 2518-1726 (Online),**

**ISSN 1991-346X (Print)**

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (Almaty). The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan **No. 16906-Ж**, issued 14.02.2018  
Thematic scope: *series physics and information technology.*

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

Periodicity: *4 times a year.*

Circulation: *300 copies.*

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

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

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2023

Address of printing house: ST «Aruna», 75, Muratbayev str, Almaty.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 2. Number 346 (2023). 141–153

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1726.190>

UDC 004-93

© **L. Zholshiyeva<sup>1\*</sup>, T. Zhukabayeva<sup>1</sup>, Sh. Turaev<sup>2</sup>, M. Berdieva<sup>3</sup>,  
B. Khu Ven-Tsen<sup>4</sup>, 2023**

<sup>1</sup>Astana International University, Eurasian National University named  
after L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan;

<sup>2</sup>College of Information Technology, United Arab Emirates University,  
Al Ain, United Arab Emirates;

<sup>3</sup>South Kazakhstan Medical Academy, Shymkent, Kazakhstan;

<sup>4</sup>M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan.

E-mail: lazzat.zhol.81@gmail.com

## **DEVELOPMENT OF AN INTELLECTUAL SYSTEM FOR RECOGNIZING KAZAKH DACTYL GESTURES BASED ON LSTM AND GRU MODELS**

**Zholshiyeva Lazzat Zulpuharkyzy** — PhD student. Astana International University. Astana, Kazakhstan

E-mail: lazzat.zhol.81@gmail.com. ORCID: 0000-0002-2526-8471;

**Zhukabayeva Tamara Kokenovna** — PhD, assoc. Professor. Astana International University, Eurasian National University named after L.N. Gumilyov. Astana, Kazakhstan

E-mail: tamara\_kokenovna@mail.ru. ORCID: 0000-0001-6345-5211;

**Turaev Sherzod** — PhD, assoc. Professor. College of Information Technology, United Arab Emirates University Al Ain, United Arab Emirates

E-mail: sherzod@uaeu.ac.ae. ORCID: 0000-0001-6661-8469;

**Berdieva Meruert Aimambetovna** — PhD. South Kazakhstan Medical Academy, Shymkent, Kazakhstan

E-mail: meruert\_berdieva@mail.ru. ORCID: 0009-0008-5259-7618;

**Khu Ven-Tsen Boris Aleksandrovich** — Doctor of technical science, professor. M. Auezov South Kazakhstan University. Shymkent, Kazakhstan;

E-mail: gbcba@bb.mail.ru. ORCID: 0009-0001-0824-8858.

**Abstract.** The paper deals with the problem of automation of Kazakh Sign Language by converting gestures into text, and proposes two possible approaches to the solution. There is given the method for implementing the recognition of dynamic Kazakh dactyl signs in a video stream based on visual analysis of the position of hands with the positioning of key points. MediaPipe has been applied to read and position key points from images. Advanced versions of recurrent neural networks have been described to detect dactyl gestures from images, which can be used as sign classifiers. For gesture recognition, own datasets are prepared, which allow achieving high efficiency and accuracy of recognition by accepted models in

real time. The specified dataset consists of dynamic gestures of the Kazakh Sign Language. The advantage of the considered approaches is the relative simplicity of the proposed methods in a computational sense, so that their implementation does not require the use of high-performance computer technology and special equipment. The recognition accuracy of dynamic dactyl gestures of the Kazakh Sign Language was 85 % and 100 %, respectively, in the conducted experimental studies using the proposed LSTM and GRU models. In this case, recognition was carried out in real time using a conventional computer camera. Moreover, the recognition of images of same gestures obtained using a webcam has been tested. The results of the used LSTM and GRU models was developed with recognition evaluation of dynamic gestures of the Kazakh Sign Language.

**Keywords:** Kazakh Sign Language, Hand Gesture Recognition, Dynamic Gestures, Media Pipe, LSTM, GRU

© Л.З. Жолшиева<sup>1\*</sup>, Т.К. Жукабаева<sup>1</sup>, Ш. Тураев<sup>2</sup>, М.А. Бердиева<sup>3</sup>,  
Б.А. Ху Вен-Цен<sup>4</sup>, 2023

<sup>1</sup>Астана халықаралық университеті, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан;

<sup>2</sup>Ақпараттық технологиялар колледжі, Біріккен Араб Әмірліктері университеті, Әл-Айн, Біріккен Араб Әмірліктері;

<sup>3</sup>Оңтүстік Қазақстан медициналық академиясы, Шымкент, Қазақстан;

<sup>4</sup>М. Әуезов атындағы оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан.  
E-mail: lazzat.zhol.81@gmail.com

## **LSTM ЖӘНЕ GRU ҮЛГІЛЕРІ НЕГІЗІНДЕ ҚАЗАҚ ДАКТИЛЬДЕРІН ТАНУДЫҢ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ**

**Жолшиева Лаззат Зулпухаркызы** — PhD студент. Астана халықаралық университеті.  
Астана, Қазақстан

E-mail: lazzat.zhol.81@gmail.com. ORCID: 0000-0002-2526-8471;

**Жукабаева Тамара Кокеновна** — PhD, қауымдастырылған профессор. Астана халықаралық университеті. Л.Н. Гумилев атындағы Евразия ұлттық университеті. Астана, Қазақстан

E-mail: tamara\_kokenovna@mail.ru. ORCID: 0000-0001-6345-5211;

**Тураев Шерзод** — PhD, қауымдастырылған профессор. Ақпараттық технологиялар колледжі, Біріккен Араб Әмірліктері университеті, Әл-Айн, Біріккен Араб Әмірліктері

E-mail: sherzod@uaeu.ac.ae. ORCID: 0000-0001-6661-8469;

**Бердиева Мерuert Аймамбетовна** — PhD. Оңтүстік Қазақстан медициналық академиясы, Шымкент, Қазақстан

E-mail: meruert\_berdieva@mail.ru. ORCID: 0009-0008-5259-7618;

**Ху Вен-Цен Борис Александрович** — техника ғылымдарының докторы, профессор. М. Әуезов атындағы оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

E-mail: gbcba@bb.mail.ru. ORCID: 0009-0001-0824-8858.

**Аннотация.** Мақалада қазақ ым тілін мәтінге айналдыру арқылы қазақша дактильді қимылдарды автоматтандыру мәселесі қарастырылып, оны шешудің екі ықтимал тәсілі ұсынылады. Негізгі нүктелердің орналасуы мен колдардың

орналасуын визуалды талдауға негізделген бейне ағынындағы динамикалық қазақ дактилдерін тану әдісі ұсынылған. Кескіндерден негізгі нүктелерді оқып, орналастыру үшін MediaPipe құралдар жүйесі пайдаланылды. Қимыл кескіндерін анықтау үшін белгі классификаторлары ретінде қайталанатын нейрондық желілердің жетілдірілген нұсқалары пайдаланылады. Қимылдарды тану үшін, нақты уақыт режимінде қабылданған үлгілерді пайдалана отырып жоғары тиімділік пен тану дәлдігіне қол жеткізуге мүмкіндік беретін жеке деректер жинақтары дайындалды. Аталған деректер жиынтығы қазақ дактилдінің динамикалық қимылдарынан тұрады. Қарастырылып отырған тәсілдердің артықшылығы — ұсынылған әдістердің есептеу тұрғысынан алғанда салыстырмалы түрде қарапайымдылығы болып табылады, сондықтан да оларды іске асыру өнімділігі жоғары компьютерлер мен арнайы жабдықты қолдануды қажет етпейді. Ұсынылған LSTM және GRU үлгілері арқылы жүргізілген эксперименттік зерттеулер нәтижесінде қазақ динамикалық дактилдік қимылдарын тану дәлдіктері сәйкесінше 85 % және 100 % құрады. Бұл жағдайда тану кәдімгі компьютерлік бейнекамера көмегімен нақты уақыт режимінде жүзеге асырылды. Сондай-ақ, веб-камера арқылы алынған бірдей қимылдардың кескіндерін тану сыналды. Зерттеу нәтижелері бойынша қазақ дактилінің динамикалық ым-ишарасын тануға баға бере отырып, LSTM және GRU үлгілерін қолдану нәтижелері көрсетілді.

**Түйін сөздер:** қазақ ым тілі, қол қимылын тану, динамикалық қимылдар, Media Pipe, LSTM, GRU

© Л.З. Жолшиева<sup>1\*</sup>, Т.К. Жукабаева<sup>1</sup>, Ш. Тураев<sup>2</sup>, М.А. Бердиева<sup>3</sup>,  
Б.А. Ху Вен-Цен<sup>4</sup>, 2023

<sup>1</sup>Международный университет Астана, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан;

<sup>2</sup>Колледж информационных технологий, Университет Объединенных Арабских Эмиратов, Эль-Айн, Объединенные Арабские Эмираты;

<sup>3</sup>Южно-Казахстанская медицинская академия, Шымкент, Казахстан; <sup>4</sup>Южно-Казахстанский университет М. Ауезова, Шымкент, Казахстан.  
E-mail: lazzat.zhol.81@gmail.com

## РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ КАЗАХСКИХ ДАКТИЛЬНЫХ ЖЕСТОВ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ LSTM И GRU

**Жолшиева Лаззат Зулпухаркызы** — PhD студент. Международный университет Астана. Астана, Казахстан

E-mail: lazzat.zhol.81@gmail.com. ORCID: 0000-0002-2526-8471;

**Жукабаева Тамара Кокеновна** — PhD, ассоциированный профессор. Международный университет Астана. Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева. Астана, Казахстан

E-mail: tamara\_kokenovna@mail.ru. ORCID: 0000-0001-6345-5211;

**Тураев Шерзод** — PhD, ассоциированный профессор. Колледж информационных технологий. Университет Объединенных Арабских Эмиратов, Аль-Айн, Объединенные Арабские Эмираты E-mail: sherzod@uaeu.ac.ae. ORCID: 0000-0001-6661-8469;

**Бердиева Меруерт Аймамбетовна** — PhD. Южно-Казахстанская медицинская академия, Шымкент, Казахстан

E-mail: meruert\_berdieva@mail.ru. ORCID: 0009-0008-5259-7618;

**Ху Вен-Цен Борис Александрович** — доктор технических наук, профессор. Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

E-mail: gbcbba@bb.mail.ru. ORCID: 0009-0001-0824-8858.

**Аннотация.** Рассматривается проблема автоматизированного перевода дактильного казахского языка с преобразованием жестов в текст и предлагаются два возможных подхода к решению проблемы. Представлен способ распознавания динамических казахских дактильных знаков в видеопотоке, основанный на визуальном анализе положения рук с позиционированием ключевых точек. Для считывания и позиционирования ключевых точек из изображений использована инструментальная система MediaPipe. В качестве классификаторов знаков применяются усовершенствованные варианты рекуррентных нейронных сетей для обнаружения жестовых изображений. Для распознавания жестов подготовлены собственные наборы данных, которые позволяют достичь высокой эффективности и точности распознавания по принятым моделям в режиме реального времени. Указанный набор данных состоит из динамических жестов казахского дактильного языка. Достоинством рассматриваемых подходов является относительная простота предлагаемых методов в вычислительном отношении, вследствие чего их реализация не требует использования высокопроизводительной вычислительной техники и специального оборудования. В проведенных экспериментальных исследованиях с использованием предложенных моделей LSTM и GRU достигнута точность распознавания динамических дактильных жестов казахского языка 85 % и 100 % соответственно. При этом распознавание осуществлялось в режиме реального времени с использованием обычной компьютерной видео камеры. Проведено также тестирование распознавания изображений этих же жестов, полученных с помощью веб-камеры. Получены результаты использованных моделей LSTM и GRU с оценкой распознавания динамических жестов казахского дактильного языка.

**Ключевые слова:** казахский жестовый язык, распознавание жестов рук, динамические жесты, Media Pipe, LSTM, GRU

## **Introduction**

Sign language recognition has been an active area of research for nearly two decades. In sign language, the extraction of letters, words and sentences is expressed through hand gestures, body movements, facial expressions and facial emotions.

Analysis of the literature can allow us to reveal vision-based and sensor-based hand gesture recognition methods. Sensor-based methods are expensive, which



contribute to implement limited movement, and require specialized equipment (Chen et al., 2020: 25). While vision-based computer technologies use bare hands without any sensors. Thus, vision-based method using cameras become applicable later because it is convenient and easy to use (Farid et al., 2022: 19). One of the benefits of visual methods is their minimal cost (Jacob et al., 2021: 6). This study proves that there is currently no need for sophisticated and expensive equipment for sign language recognition. All you need is a modern cell phone or computer camera. In addition, the issue of hand tracking remains when using all vision-based methods.

We proposed a methodology, which uses an approach including Media Pipe open source and a machine learning algorithm on top of this framework to get a faster and simpler pipeline that can be used as a sign language recognition system. The camera captures real-time gesture images and builds a gesture dataset to recognize each Kazakh dactyl (Zholshiyeva et al., 2021: 4).

There are two types of sign systems: sign language and dactyl alphabet. The Kazakh dactyl alphabet is a system of hand gestures corresponding to the letters of the Kazakh alphabet, which includes 42 characters, reproduced by hand. For the study, dynamic Kazakh dactyl gestures were applied (Figure 1).

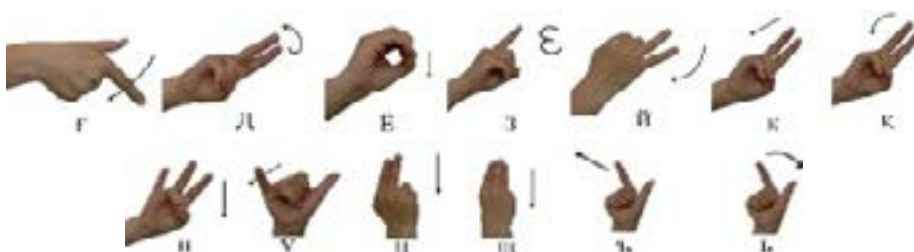


Fig. 1. Dynamic Kazakh Dactyl Gestures

Listening to manual communication is an expression of respect for the deaf people.

The purpose of that study is to improve the culture of interpersonal communication among the deaf in our country and help them recognize the Kazakh gestures. The proposed system uses the translation of the Kazakh dactyl gestures into text. The LSTM and GRU models have proven to be very effective for modeling data sequences and are used for gesture recognition.

### Materials and Methods

There is a lot of research on image processing and machine learning for gesture recognition. Many good results have been obtained with high recognition accuracy of static as well as dynamic gestures. This proves that it is possible to recognize various gestures in real time, using a mobile phone or a computer camera. This study examines vision-based methods using MediaPipe (Google. MediaPipe) and machine learning methods.

There are few studies on Kazakh hand gestures recognition. For example, the review (Zholshiyeva et al., 2020: 8) proposes a CNN-based approach using advanced methods and algorithms for hand gesture detection and Kazakh sign language recognition. The same authors (Zholshiyeva et al., 2021: 4) proposed their ideas for tracking hand postures and for creating their own datasets of the Kazakh dactyl alphabet. In addition, the same authors recognized 42 Kazakh gestures with a high percentage of recognition using the machine learning method in the study (Zholshiyeva et al., 2023: 12). (Sarfaraz et al., 2018: 10) show that CNN along with RNN can be successfully used for video gesture classification and gives an accuracy of 95.217 %. There is a method for implementing recognition of gesture commands in a video stream based on Media Pipe and recognition of a dynamic sign language through GRU, LSTM and LSTM recurrent neural network (Samaan et al., 2022: 15). Experiments have shown that the named model has an accuracy of more than 99 %. The following paper (Grif et al., 2022: 7) presents a system for recognizing isolated static and dynamic gestures of the dactyl alphabet of Russian Sign Language. The system is based on a machine learning method such as LSTM with Media Pipe Hands. The network showed an F-measure value of 91 % on the test data. In the paper by (Haldera et al. 2021: 9) demonstrates a methodology that facilitates sign language recognition using the Media Pipe framework and a machine learning algorithm with an average accuracy of 99%. Research experiments (Junyoung Chung et.al) showed that GRU is indeed better than more traditional repeating units such as tanx units and GRU is comparable to LSTM.

#### ***Long Short Term Memory (LSTM) and Gated Recurrent Unit (GRU)***

Problems with sequence prediction have been around for a long time. For sequence prediction, long short-term memory networks, also known as LSTMs, are considered the most efficient solution. They can relate previous information to the current task, for example, using previous video frames could help understand the current frame, which other neural networks do not have. LSTMs have an advantage over conventional feedforward neural networks. This is due to their ability to selectively remember patterns for long periods. They work extremely well on a wide variety of problems, and they are now widely used.

LSTM is designed to avoid long-term addiction problems. Thanks to a specially designed memory cell, by remembering information for long periods, LTSM can handle long-term dependencies.

GRU is very similar to LSTM and is presented as an improvement over LSTM. Just like the LSTM, the GRU uses gates to control the flow of information. In addition, it has a simpler architecture and better performance compared to LSTM, but it does it with fewer parameters and operations. Another interesting feature of GRU is that it does not have a separate cell state, there is only a hidden state, and thanks to the simpler architecture, GRUs learn faster.

Figure 2 shows that LSTM has three gates, while GRU has only two gates. In the LSTM, they are input elements, forget elements, and output elements. Whereas

GRU has reset and update gates. There are two states in the LSTM: the cell state, or long-term memory, and the latent state, also known as short-term memory. In the case of GRU, there is only one state, i.e. the hidden state (Vasilev et al. 2019: 379).

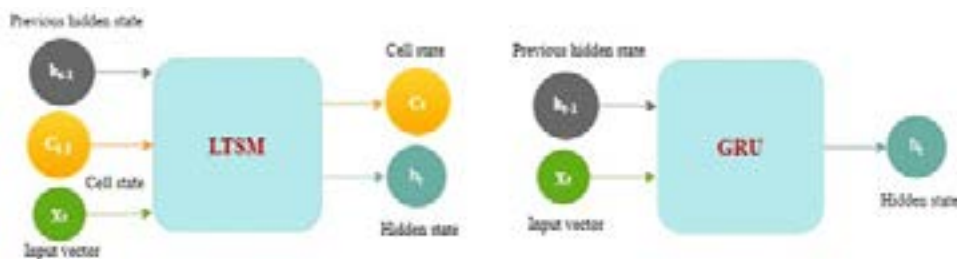


Fig. 2. LSTM and GRU architectures

The peculiarities of these architectures are that their element is not individual neurons, but a whole set of neurons, which is called a cell or a module. This cell contains a memory cell to which data can be stored for a long period and several gates that control what will be stored in this memory cell, what will be output, and when the data from this cell will be deleted.

The advantages of LSTM and GRU networks are that they allow you to store information for a long period. In addition, the vanishing gradient problem is solved in these networks.

Despite the fact that LSTM and GRU networks have a complex structure, traditional approaches are used to train them:

- Training with a teacher
- Error backpropagation.

At the same time, the networks simultaneously learn how to give the correct output signal and select the weights for the gates in order to remember the correct values in the cell and produce the correct signal.

## Results and Discussion

### *Proposed Model Description*

This study presents two models for recognizing dynamic Kazakh dactyl gestures and uses machine-learning methods, namely LSTM and GRU. The algorithm was implemented in the Python 3.9.13, with code execution in the Jupyter Notebook development environment.

### *Proposed Methodology*

#### *Dataset*

Own data set of dynamic dactyl gestures of the Kazakh sign language is used in this study, such as “F”, “Д”, “E”, “З”, “Й”, “К”, “Қ”, “Н”, “Ұ”, “Ц”, “Щ”, “Ъ”, “Ь”. It consists of 390 videos recorded by the computer camera.

#### *Feature Extraction Using MediaPipe Framework*

MediaPipe Hands was used for feature extraction. MediaPipe Hands is a list of

key points for hands and pose evaluation. For each hand, it extracts 21 key points, and the key points are calculated in 3D space: X, Y, and Z ([Zholshiyeva et al., 2021: 4]), representing real 3D coordinates with origin at the geometric center of the hand. MediaPipe Hand Landmarker allows you to determine the landmarks of the hands in the image (Figure 3, 4).



Fig. 3. Hand landmark of dactyl “Ə”

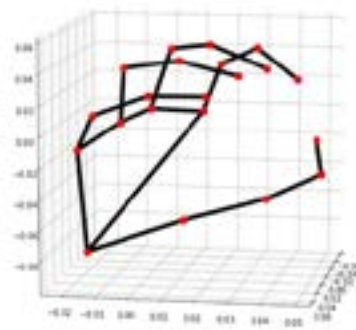


Fig. 4. Plot3d hand landmark of dactyl “Ə”

MediaPipe Pose Landmarker allows determining the landmarks of human bodies in the image. For pose estimation, MediaPipe extracts 33 key points; for a face, it extracts 468 key points (Samaan et al., 2022: 15).

#### *The Models Results*

In our paper, we attempted to show a solution from two models GRU, LSTM with parameters: the number of nodes between 32 and 128, “relu” or “softmax” activation function, “Adam” optimizer. GRU is similar to LSTM with forget gate, but it tends to have fewer parameters. The models are a neural network for multi-class classification. Each class corresponds to one sign of the dactyl gesture. The network contains six layers - three LSTM (or GRU) layers and three fully connected layers. The first, second and third layers include 64, 128 and 64 neurons, respectively, while the fully connected layers consist of 64 and 32 neurons and have the “relu” activation function. The results of each model can be seen in Figures 5, 6.

```

Model: "sequential"
-----
Layer (type)                Output Shape                Param #
-----
lstm (LSTM)                  (None, 30, 64)             48896
lstm_1 (LSTM)                (None, 30, 128)           98816
lstm_2 (LSTM)                (None, 64)                 49488
dense (Dense)                (None, 64)                 4160
dense_1 (Dense)              (None, 32)                 2080
dense_2 (Dense)              (None, 13)                 429
-----
Total params: 203,789
Trainable params: 203,789
Non-trainable params: 0
    
```

Fig. 5. Result of LSTM model

```

Model: "sequential_3"
-----
Layer (type)                Output Shape                Param #
-----
gru_6 (GRU)                  (None, 30, 64)             36864
gru_7 (GRU)                  (None, 30, 128)           74496
gru_8 (GRU)                  (None, 64)                 37248
dense_9 (Dense)              (None, 64)                 4160
dense_10 (Dense)             (None, 32)                 2080
dense_11 (Dense)             (None, 13)                 429
-----
Total params: 155,277
Trainable params: 155,277
Non-trainable params: 0
    
```

Fig. 6. Result of GRU model

In this way, it is possible to analyze the movement of the character and predict the sign of the hand gesture. Therefore, we can say that 13 dynamic Kazakh gestures such as “F”, “Д”, “E”, “З”, “Й”, “K”, “К”, “H”, “Y”, “Ц”, “Щ”, “Ъ”, “Ь” are recognized effectively (Figure 7).



Fig.7. Screenshots of the Results

*Models Evaluation*

Accuracies of 85 %, 100 % were obtained for the LSTM and GRU models, respectively, and models were evaluated. Tables 1, 2 present the results of recognition accuracy for 13 dactyls of the Kazakh Sign Language.

Table 1 – Metrics for evaluating the quality of LSTM model

	precision	recall	f1-score	support
GG	0.88	1.00	0.93	7
D	0.75	0.60	0.67	10
IO	0.86	0.86	0.86	7
Z	1.00	0.77	0.87	13
II	0.75	0.50	0.60	6
K	0.82	0.90	0.86	10
KK	0.82	1.00	0.89	8
NN	0.82	0.69	0.75	13
UU	0.75	1.00	0.86	9
CC	0.67	0.86	0.75	7
SHI	0.92	0.92	0.92	13
JU	1.00	1.00	1.00	9
JI	1.00	1.00	1.00	5
accuracy			0.85	117
macro avg	0.85	0.85	0.84	117
weighted avg	0.85	0.85	0.84	117

Table 2 – Metrics for evaluating the quality of GRU model

	precision	recall	f1-score	support
GG	1.00	1.00	1.00	21
D	1.00	1.00	1.00	23
IO	1.00	1.00	1.00	21
Z	1.00	1.00	1.00	23
II	1.00	1.00	1.00	21
K	1.00	1.00	1.00	20
KK	1.00	1.00	1.00	18
NN	1.00	1.00	1.00	22
UU	1.00	1.00	1.00	20
CC	1.00	1.00	1.00	19
SHI	1.00	1.00	1.00	22
JU	1.00	1.00	1.00	22
JI	1.00	1.00	1.00	21
accuracy			1.00	273
macro avg	1.00	1.00	1.00	273
weighted avg	1.00	1.00	1.00	273

Fig.8, 9 show the graphs of accuracy and loss of the above models.

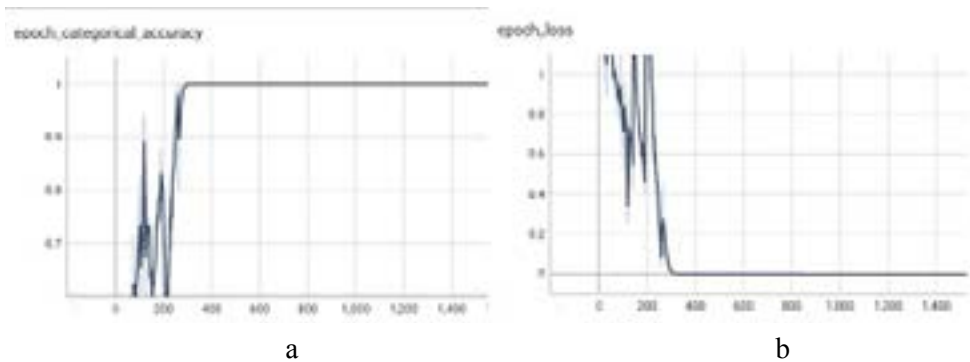


Fig. 8. Values of accuracy (a) and loss (b) of LSTM model from Tensorboard

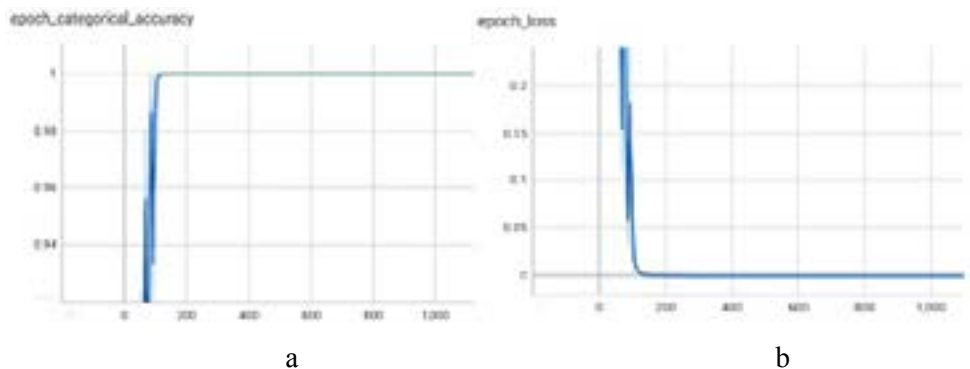


Fig. 9. Values of accuracy (a) and loss (b) of GRU model from Tensorboard

The results show that for dynamic Kazakh gestures the GRU model works perfectly, and the LSTM model showed a less good rate.

### **Conclusion**

Thus, we presented the dynamic Kazakh dactyl recognition with two GRU, LSTM models on own dataset of Kazakh Sign Language. The MediaPipe was used to determine the location, shape and orientation, extraction of key points of the hands, body and face.

First, the dataset is prepared from videos with the same number of frames. The input was passed to the MediaPipe. Finally, the extracted key points are inserted into the GRU, LSTM models for training.

The results of the study show that MediaPipe in combination with GRU, LSTM models are effective in solving the problems of dynamic sign language recognition. Advanced RNN models like GRU, LSTM solve the problem of frame dependency in character movement. GRU trained less than LSTM and showed a better 100% recognition result, LSTM requires more parameters and nodes than GRU, and the recognition percentage is much lower than the GRU model. In the future, we plan a real-time recognition of phrases and sentences for deaf (Ergaliyeva et al., 2005: 405) in Kazakh language to enhance the culture of interpersonal communication among the deaf in our country.

### **REFERENCES**

- A. Jacob, M. Koshy and K.K. Nisha, 2021 — *A. Jacob, M. Koshy and K.K. Nisha*. Real Time Static and Dynamic Hand Gestures Cognizance for Human Computer Interaction, 2021 International Conference on Advances in Computing and Communications (ICACC, Kochi, Kakkannad, India. - Pp. 1–6, doi: 10.1109/ICACC-202152719.2021.9708249. (in Eng.).
- Al Farid F., Hashim N., Abdullah J., Bhuiyan M.R., Shahida Mohd Isa W.N., Uddin J., Haque M.A., Husen M.N., 2022 — *Al Farid F., Hashim N., Abdullah J., Bhuiyan M.R., Shahida Mohd Isa W.N., Uddin J., Haque M.A., Husen M.N.* A Structured and Methodological Review on Vision-Based Hand Gesture Recognition System. *J. Imaging*, 8 (6), 153. <https://doi.org/10.3390/jimaging8060153> (in Eng.).
- Arpita Haldera, Akshit Tayadeb, 2021 — *Arpita Haldera, Akshit Tayadeb*. Real-time Vernacular Sign Language Recognition using MediaPipe and Machine Learning, *International Journal of Research Publication and Reviews*. Vol (2) Issue (5). 7: Pp. 9–17. (in Eng.).
- Ergaliyeva A., Kanagatova A., 2005 — *Ergaliyeva A., Kanagatova A.* The world of gestures. Dictionary for hearing-impaired citizens in Kazakhstan. Almaty, "Umit", 2005 - 401 p. ISBN 9965-9619-0-5. (in Eng.).
- Google Media Pipe, 2023 — url: [https://Gesture recognition task guide/MediaPipe/Google Developers](https://Gesture%20recognition%20task%20guide/MediaPipe/Google%20Developers). (in Eng.).
- Grif M.G., Kondratenko Y.K., 2021 — *Grif M.G., Kondratenko Y.K.* Development of a software module for recognizing the fingerspelling of the Russian Sign Language based on LSTM // *International Conference on IT in Business and Industry*. 2032 (1): Pp. 1–8. DOI: 10.1088/1742-6596/2032/1/012024. (in Eng.).
- Ivan Vasilev, Daniel Slater, Gianmario Spacagna, Peter Roelants, Valentino Zocca, 2019 — *Ivan Vasilev, Daniel Slater, Gianmario Spacagna, Peter Roelants, Valentino Zocca*. Python Deep Learning Second Edition, Packt Publishing Ltd., UK. ISBN 978-1-78934-846-0, p. 379. (in Eng.).
- Junyoung Chung, Caglar Gulcehre, KyungHyun Cho, Yoshua Bengio, 2014 — *Junyoung Chung, Caglar Gulcehre, KyungHyun Cho, Yoshua Bengio*. Empirical Evaluation of Gated Recurrent Neural Networks on Sequence Modeling, arXiv:1412.3555v1 [cs.NE]. (in Eng.).



Lugaresi C., Tang J., Nash H., McClanahan C., Uboweja E., Hays M., Zhang F., Chang C.L., Yong M.G., Lee J. et al., 2019 — *Lugaresi C., Tang J., Nash H., McClanahan C., Uboweja E., Hays M., Zhang F., Chang C.L., Yong M.G., Lee J. et al.* Mediapipe: A framework for building perception pipelines. arXiv, arXiv:1906.08172. (in Eng.)

Samaan G.H., Wadie A.R., Attia A.K., Asaad A.M., Kamel A.E., Slim S.O., Abdallah M.S., Cho Y.-I., 2022 — *Samaan G.H., Wadie A.R., Attia A.K., Asaad A.M., Kamel A.E., Slim S.O., Abdallah M.S., Cho Y.-I.* MediaPipe's Landmarks with RNN for Dynamic Sign Language Recognition. Electronics, 11 (19), 3228. <https://doi.org/10.3390/electronics11193228>. (in Eng.)

Sarfaraz Masood, Adhyan Srivastava, Harish Chandra Thuwal, and Musheer Ahmad, 2018 — *Sarfaraz Masood, Adhyan Srivastava, Harish Chandra Thuwal, and Musheer Ahmad.* Real-Time Sign Language Gesture (Word Recognition from Video Sequences Using CNN and RNN". In: Intelligent Engineering Informatics. Ed. by Vikrant Bhateja, Carlos A. Coello Coello, Suresh Chandra Satapathy, and Prasant Kumar Pattnaik. Singapore: Springer Singapore. Pp. 623–632. isbn: 978-981-10-7566-7. (in Eng.)

Weiya Chen, Chenchen Yu, Chenyu Tu, Zehua Lyu, Jing Tang, Shiqi Ou, Yan Fu, and Zhidong, 2020 — *Weiya Chen, Chenchen Yu, Chenyu Tu, Zehua Lyu, Jing Tang, Shiqi Ou, Yan Fu, and Zhidong.* A Survey on Hand Pose Estimation with Wearable Sensors and Computer-Vision-Based Methods, Sensors, 20 (4), 1074, doi:10.3390/s20041074. (in Eng.)

Zholshiyeva L., Zhukabayeva T., Turaev Sh., Berdiyeva M., Jambulova D., 2021 — *Zholshiyeva L., Zhukabayeva T., Turaev Sh., Berdiyeva M., Jambulova D.* Hand Gesture Recognition Methods and Applications: A Literature Survey," ICEMIS'21: The 7th International Conference on Engineering & MIS 2021, 7: Pp.1-8. <https://doi.org/10.1145/3492547.3492578>. (in Eng.)

Zholshiyeva L., Zhukabayeva T., Turaev Sh., Berdiyeva M., Sengirbaeva R., 2022 — *Zholshiyeva L., Zhukabayeva T., Turaev Sh., Berdiyeva M., Sengirbaeva R.* A Real-Time Approach to Recognition of Kazakh Sign Language. 2022 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), Nur-Sultan, Kazakhstan, 28–30 April. (in Eng.)

Zholshiyeva L., Zhukabayeva T., Turaev Sh., Berdiyeva M., Sengirbaeva R., 2023 — *Zholshiyeva L., Zhukabayeva T., Turaev Sh., Berdiyeva M., Sengirbaeva R.* Real-time Kazakh Sign Language Recognition Using Media Pipe and SVM. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan Physico-mathematical Series. ISSN 1991–346X. 345 (1): PP.82–93. <https://doi.org/10.32014/2022.2518-1726.170>. (in Eng.)

**МАЗМҰНЫ**

<b>А. Адамова, Т. Жукабаева, Е. Марденов</b> ЗАТТАР ИНТЕРНЕТІ: ЖЕҢІЛДІК АЛГОРИТМДЕРДІҢ ДАМУЫ ЖӘНЕ БОЛАШАҒЫ.....	5
<b>Г. Алпысбай, А. Бедельбаев, О. Усагова, А. Жұмабекова, Эдзард Хофиг</b> ЗИЯНДЫ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖАБДЫҚТАРДЫ ТАЛДАУДА МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ АЛГОРИТМІН ҚОЛДАНУ.....	21
<b>А.У. Алтаева, А.Ш. Каипова, А.У. Мухамеджанова, Г.К. Оспанова</b> МЕДИЦИНАДА ЧАТ-БОТТАРДЫ ҚОЛДАНУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ.....	32
<b>Г.А. Анарбекова, Н.Н. Оспанова, Д.Ж. Анарбеков</b> НОРМАЛАНҒАН КІРІС ВЕКТОРЛАРЫ: ДЕРЕКТЕРДІ ДАЙЫНДАУДЫҢ БАСТАПҚЫ КЕЗЕҢІ.....	40
<b>А.Е. Әбжанова, А.И. Такуадина, С.К. Сагнаева, С.К. Серикбаева, Г.Т. Азиева</b> ТОПЫРАҚТЫ ТЕХНИКАЛЫҚ МЕЛИОРАЦИЯЛАУ ӘДІСТЕРІНДЕ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ПАЙДАЛАНУ.....	55
<b>К.Н. Әлібекова, Ж.М. Алимжанова, С.С. Байзакова</b> СЫМСЫЗ СЕНСОРЛЫҚ ЖЕЛІЛЕР ҮШІН БЛОКТЫҚ ШИФРЛАРДЫҢ ӨНІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ.....	70
<b>К.Б. Багитова, Ш.Ж. Мүсірәлиева, М.А. Болатбек, Р.Қ. Оспанов</b> ИНТЕРНЕТТЕ ЭКСТРЕМИСТІК МАЗМҰНДЫ АНЫҚТАУҒА АРНАЛҒАН EXWEB БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖАБДЫҚТАМАСЫН ӨЗІРЛЕУ.....	81
<b>А.Ш. Баракова, О.А. Усагова, А.С. Орынбаева</b> ВЕБ САЙТТАРДАҒЫ САНДЫҚ РЕСУРСТАРДЫ СТЕГАНОГРАФИЯ ӘДІСІМЕН ҚОРҒАУДЫҢ МОДЕЛІ.....	96
<b>А.С. Омарбекова, А.Е. Назырова, Н. Тасболатұлы, Б.Ш. Разахова</b> ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ELEARNING ЖҮЙЕСІНІҢ ОНТОЛОГИЯЛЫҚ МОДЕЛІ ЖӘНЕ ОҚЫТУ НӘТИЖЕЛЕРІ.....	108
<b>М.Қ. Болсынбек, Г.Б. Абдикеримова, С.К. Серикбаева, А.Ж. Танирбергенов, Ж.К. Тасжурекова</b> ТОПЫРАҚ ЖӘНЕ ТОПЫРАҚ ЭРОЗИСЫН БОЛЖАУЖЫҢ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРІ МЕН ӘДІСТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	128
<b>Л.З. Жолшиева, Т.К. Жукабаева, Ш. Тураев, М.А. Бердиева, Б.А. Ху Вен-Цен</b> LSTM ЖӘНЕ GRU ҮЛГІЛЕРІ НЕГІЗІНДЕ ҚАЗАҚ ДАКТИЛЬДЕРІН ТАНУДЫҢ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ.....	141
<b>М.Д. Кабибуллин, Б.Б. Оразбаев, К.Н. Оразбаева, С.Ш. Исакова, Ж.Ш. Аманбаева</b> КҮРДЕЛІ ХИМИЯЛЫҚ-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕР АГРЕГАТТАРЫНЫҢ МОДЕЛЬДЕРІН БАСТАПҚЫ АҚПАРАТТЫҢ ЖЕТІСПЕУШІЛІГІ МЕН АЙҚЫНСЫЗДЫҒЫ ЖАҒДАЙЫНДА ҚҰРУ.....	154

<b>М.Ж. Қалдарова, А.С. Аканова, М.Г. Гриф, У.Ж. Айтимова, А.С. Муканова</b> ТОПЫРАҚ ЖАҒДАЙЫН БАҒАЛАУ ҮШІН ҚОЛДАНЫЛАТЫН ҒАРЫШТЫҚ СУРЕТТЕРДІ ӨНДЕУ АЛГОРИТМДЕРІ МЕН ӘДІСТЕРІ.....	172
<b>К. Келесбаев, Ш. Раманкулов, М. Нуризинова, А. Паттаев, Н. Мұсахан</b> STEM ЖОБАЛЫҚ ОҚЫТУДЫҢ БОЛАШАҚ ФИЗИКА МАМАНДАРЫН ДАЯРЛАУДАҒЫ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....	193
<b>А.Е. Кулакаева, Е.А. Дайнеко, А.З. Айтмагамбетов, А.Т. Жетписбаева, Б.А. Кожаметова</b> ШАҒЫН ҒАРЫШ АППАРАТЫ ОРБИТАСЫНЫҢ СИПАТТАМАЛАРЫНЫҢ СПУТНИКТІК РАДИО МОНИТОРИНГ ЖҮЙЕСІНІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІНЕ ӘСЕРІ ТУРАЛЫ.....	208
<b>А.Е. Назырова, Г.Т. Бекманова, А.С. Муканова, Н. Амангелді, М.Ж. Қалдарова</b> БІЛІМ БЕРУ БАҒДАРЛАМАЛАРЫ ҮШІН АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖҮЙЕНІ ӨЗІРЛЕУ.....	221
<b>А.Б. Тоқтарова, Б.С. Омаров, Ж.Ж. Ажибекова, Г.И. Бейсенова, Р.Б. Абдрахманов</b> ОНЛАЙН КОНТЕНТТЕГІ БЕЙӘДЕП СӨЗДЕР МӘЛІМЕТТЕР ҚОРЫН DATA MINING АРҚЫЛЫ АНАЛИЗДЕУ.....	237
<b>Ә.Б. Тынымбаев, К.С. Байшоланова, К.Е. Кубаев</b> АҚПАРАТТЫ ҚОРҒАУ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ NAVIVE BAYESIAN ЖІКІТІУШСІН ҚОЛДАНУ.....	252
<b>Г.Қ. Шаметова, А.Ә. Шәріпбай, Б.Ф. Сайлау</b> ҚОЛЖЕТІМДІЛІКТІ БАСҚАРУ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ ҚҰПИЯНЫ БӨЛҮДІҢ КРИПТОГРАФИЯЛЫҚ СҰЛБАЛАРЫН ТАЛДАУ.....	261
<b>Г.Б. Абдикеримова, А.Ә. Шекербек, М.Г. Байбулова, С.К. Абдикаримова, Ш.Ш. Жолдасова</b> КЕУДЕ ПАТОЛОГИЯСЫН АВТОКОРРЕЛЯЦИЯЛЫҚ ФУНКЦИЯ АРҚЫЛЫ АНЫҚТАУ.....	274

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>А. Адамова, Т. Жукабаева, Е. Марденов</b> ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛЕГКОВЕСНЫХ АЛГОРИТМОВ.....	5
<b>Г. Алпысбай, А. Бедельбаев, О. Усагова, А. Жумабекова, Эдзарт Хофиг</b> ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ВРЕДНОСНОГО ПО.....	21
<b>А.У. Алтаева, А.Ш. Каипова, А.У. Мухамеджанова, Г.К. Оспанова</b> ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЧАТ-БОТОВ В МЕДИЦИНЕ.....	32
<b>Г.А. Анарбекова, Н.Н. Оспанова*, Д.Ж. Анарбеков</b> НОРМАЛИЗОВАННЫЕ ВХОДНЫЕ ВЕКТОРЫ: ПЕРВИЧНЫЙ ЭТАП ПОДГОТОВКИ ДАННЫХ.....	40
<b>А.Е. Абжанова, А.И. Такуадина, С.К. Сагнаева, С.К. Серикбаева, Г.Т. Азиева</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В МЕТОДАХ ТЕХНИЧЕСКИХ МЕЛИОРАЦИЙ ГРУНТОВ.....	55
<b>К.Н. Алибекова, Ж.М. Алимжанова, С.С. Байзакова</b> ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БЛОЧНЫХ ШИФРОВ ДЛЯ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ.....	70
<b>К.Б. Багитова, Ш.Ж. Мусиралиева, М.А. Болатбек, Р.К. Оспанов</b> РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ EXWEB ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ЭКСТРЕМИСТСКОГО КОНТЕНТА В СЕТИ ИНТЕРНЕТ.....	81
<b>А.Ш. Баракова, О.А. Усагова, А.С. Орынбаева</b> РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ЗАЩИТЫ ЦИФРОВЫХ WEB РЕСУРСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ СТЕГАНОГРАФИИ.....	96
<b>А.С. Омарбекова, А.Е. Назырова, Н. Тасболатұлы, Б.Ш. Разахова</b> ОНТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ.....	108
<b>М.Қ. Болсынбек, Г.Б. Абдикеримова, С.К. Серикбаева, А.Ж. Танирбергенов, Ж.К. Тасжурекова</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОЧВЕННОЙ И ПОЧВЕННОЙ ЭРОЗИИ.....	128
<b>Л.З. Жолшиева, Т.К. Жукабаева, Ш. Тураев, М.А. Бердиева, Б.А. Ху Вен-Цен</b> РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ КАЗАХСКИХ ДАКТИЛЬНЫХ ЖЕСТОВ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ LSTM И GRU.....	141
<b>М.Д. Кабибуллин, Б.Б. Оразбаев, К.Н. Оразбаева, С.Ш. Искакова, Ж.Ш. Аманбаева</b> РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ АГРЕГАТОВ СЛОЖНЫХ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА И НЕЧЕТКОСТИ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ.....	154

<b>М.Ж. Калдарова, А.С. Аканова, М.Г. Гриф, У.Ж. Айтимова, А.С. Муканова</b> АЛГОРИТМЫ И МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПОЧВ.....	172
<b>К. Келесбаев, Ш. Раманкулов, М. Нуризинова, А. Паттаев, Н. Мұсахан</b> ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТНОГО ОБУЧЕНИЯ STEM В ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ФИЗИКЕ.....	193
<b>А.Е. Кулакаева, Е.А. Дайнеко, А.З. Айтмагамбетов, А.Т. Жетписбаева, Б.А. Кожаметова</b> О ВЛИЯНИИ ХАРАКТЕРИСТИК ОРБИТЫ МАЛОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА НА ПАРАМЕТРЫ СИСТЕМЫ СПУТНИКОВОГО РАДИОМОНИТОРИНГА.....	208
<b>А.Е. Назырова, Г.Т. Бекманова, А.С. Муканова, Н. Амангелді, М.Ж. Калдарова,</b> РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ.....	221
<b>А.Б. Токгарова, Б.С. Омаров, Ж.Ж. Ажибекова, Г.И. Бейсенова, Р.Б. Абдрахманов</b> АНАЛИЗ НЕОБРАЗНЫХ СЛОВ В ОНЛАЙН-КОНТЕНТЕ С ПОМОЩЬЮ DATA MINING.....	237
<b>Ә.Б. Тынымбаев, К.С. Байшоланова, К.Е. Кубаев</b> ПРИМЕНЕНИЕ НАИВНОГО БАЙЕСОВСКОГО КЛАССИФИКАТОРА В СИСТЕМАХ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ.....	252
<b>Г.Қ. Шаметова, А.Ә. Шәріпбай, Б.Ғ. Сайлау</b> АНАЛИЗ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ СХЕМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЕКРЕТОВ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ.....	261
<b>Г.Б. Абдикеримова, А.А. Шекербек, М.Г. Байбулова, С.К. Абдикаримова,</b> <b>Ш.Ш. Жолдасова</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРУДНОЙ ПАТОЛОГИИ С ПОМОЩЬЮ ФУНКЦИИ АВТОКОРРЕЛЯЦИИ.....	274

**CONTENTS**

<b>A. Adamova, T. Zhukabayeva, Y. Mardenov</b> INTERNET OF THINGS: STATUS AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF LIGHTWEIGHT ALGORITHMS.....	5
<b>G. Alpysbay, A. Bedelbayev, O. Ussatova, A. Zhumabekova, Edzard Höfig</b> APPLICATION OF MACHINE LEARNING ALGORITHM IN THE ANALYSIS OF MALICIOUS SOFTWARE.....	21
<b>A.U. Altaeva, A.S. Kaipova, A.U. Mukhamejanova, G.K. Ospanova</b> PROSPECTS OF USING CHATBOTS IN MEDICINE.....	32
<b>G.A. Anarbekova, N.N. Ospanova, D.Zh. Anarbekov</b> NORMALIZED INPUT VECTORS: THE PRIMARY STAGE OF DATA PREPARATION.....	40
<b>A.E. Abzhanova, A.I. Takuadina, S.K. Sagnaeva, S.K. Serikbayeva, G.T. Azieva</b> THE USE OF INFORMATION SYSTEMS IN THE METHODS OF TECHNICAL SOIL RECLAMATION.....	55
<b>K. Alibekova, Zh. Alimzhanova, S.S. Baizakova</b> RATING VALUATION OF BLOCK CIPHERS FOR WIRELESS SENSOR NETWORKS.....	70
<b>K.B. Bagitova, Sh.Zh. Mussiraliyeva, M.A. Bolatbek, R.K. Ospanov</b> DEVELOPMENT OF EXWEB SOFTWARE FOR DETECTING EXTREMIST CONTENT ON THE INTERNET.....	81
<b>A.Sh. Barakova, O.A. Usatova, A.S. Orynbaeva</b> DIGITAL RESOURCES ON WEBSITES MODEL OF PROTECTION BY STEGANOGRAPHY.....	96
<b>A.S. Omarbekova, A.E. Nazyrova, N. Tasbolatuly, B.Sh. Razakhova</b> ONTOLOGICAL MODEL OF AN INTELLIGENT E-LEARNING SYSTEM AND LEARNING OUTCOMES.....	108
<b>M. Bolsynbek, G. Abdikerimova, S. Serikbayeva, A. Tanirbergenov, Zh. Taszhurekova</b> RESEARCH OF INFORMATION SYSTEMS AND METHODS OF FORECASTING SOIL AND SOIL EROSION.....	128
<b>L. Zholshiyeva, T. Zhukabayeva, Sh. Turaev, M. Berdieva, B. Khu Ven-Tsen</b> DEVELOPMENT OF AN INTELLECTUAL SYSTEM FOR RECOGNIZING KAZAKH DACTYL GESTURES BASED ON LSTM AND GRU MODELS.....	141
<b>M. Kabibullin, B. Orazbayev, K. Orazbayeva, S. Iskakova, Zh. Amanbayeva</b> DEVELOPMENT OF MODELS OF UNITS OF COMPLEX CHEMICAL-TECHNOLOGICAL SYSTEMS UNDER CONDITIONS OF DEFICIENCY AND FUZZY OF INITIAL INFORMATION.....	154
<b>M.Zh. Kaldarova, A.S. Akanova, M.G. Grif, U.Zh. Aitimova, A.S. Mukanova</b> ALGORITHM AND METHOD OF PROCESSING SPACE PHOTOS FOR ASSESSMENT OF SOIL.....	172

<b>K. Kelesbaev, Sh. Ramankulov, M. Nurizinova, A. Pattaev, N. Mussakhan</b> FEATURES OF STEAM PROJECT TRAINING IN THE PREPARATION OF FUTURE SPECIALISTS IN PHYSICS.....	193
<b>A.E. Kulakayeva, Y.A. Daineko, A.Z. Aitmagambetov, A.T. Zhetpisbaeva, B.A. Kozhakhmetova</b> ABOUT THE INFLUENCE OF THE ORBIT CHARACTERISTICS OF A SMALL SPACECRAFT ON THE PARAMETERS OF THE SATELLITE RADIO MONITORING SYSTEM.....	208
<b>A.E. Nazyrova, G.T. Bekmanova, A.S. Mukanova, N. Amangeldi, M.Zh. Kaldarova</b> DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR EDUCATIONAL PROGRAMS.....	221
<b>A.B. Toktarova, B.S. Omarov, Zh.Zh. Azhibekova, G.I. Beissenova, R.B. Abdrakhmanov</b> ANALYSIS OF HATE SPEECH WORDS IN ONLINE CONTENT BY USING DATA MINING.....	237
<b>A.B. Tynymbayev, K.S. Baisholanova, K.Ye. Kubaev</b> APPLICATION OF NAVIVE BAYESIAN CLASSIFIER IN INFORMATION PROTECTION SYSTEMS.....	252
<b>G.K. Shametova, A.A. Sharipbay, B.G. Sailau</b> ANALYSIS OF CRYPTOGRAPHIC SECRET DISTRIBUTION SCHEMES IN ACCESS CONTROL SYSTEMS.....	261
<b>G.B. Abdikerimova, A.A. Shekerbek, M.G. Baibulova, S.K. Abdikarimova, Sh.Sh. Zholdassova</b> CHEST PATHOLOGY DETERMINATION THROUGH AUTOCORRELATION FUNCTION.....	274

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

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

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

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

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

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

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

**ISSN 2518-1726 (Online),**

**ISSN 1991-346X (Print)**

Заместитель директор отдела издания научных журналов НАН РК *Р. Жалиқызы*

Редакторы: *М.С. Ахметова, Д.С. Аленов*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадыранова*

Подписано в печать 12.06.2023.

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

19,0 п.л. Тираж 300. Заказ 2.