

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
KAZAKHSTAN



**INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION
TECHNOLOGIES**

Published since 2020.
Volume 7. 2 (26). 2026
April–June

**ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ ЖӘНЕ КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ
ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖУРНАЛЫ**

2020 жылдан бері шығарылады
Том 7. 2 (26). 2026
Сәуір-Маусым

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ИНФОРМАЦИОННЫХ И
КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Издается с 2020 г.
Том 7. 2 (26). 2026
Апрель-Июнь

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Министерство информации и общественного развития Республики Казахстан № KZ82VPY00020475, выданное от 20.02.2020 г.

Зарегистрировано в Международном центре регистрации серийных изданий ISSN (ЮНЕСКО, Париж, Франция). ISSN 2708–2032 (print), ISSN 2708–2040 (online)

Журнал входит в Перечень научных изданий, рекомендуемых КОКНВО МНВО РК для публикации основных результатов научной деятельности.

EDITOR-IN-CHIEF:

Kateryna Kolesnikova — Doctor of Technical Sciences, professor, Vice-Rector for Research, International Information Technology University (Kazakhstan)

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF:

Madina Ipalakova — Candidate of Technical Sciences, associate professor, Director of the Research Department, International Information Technology University (Kazakhstan)

EDITORIAL BOARD:

Abdul Razak — PhD, professor, Department of Cybersecurity, International Information Technology University (Kazakhstan)

Lucio Tommaso De Paolis — Director of the R&D Department of the AVR Laboratory, Department of Engineering for Innovation, University of Salento (Italy)

Liz Bacon — Professor, Deputy Vice-Chancellor, Abertay University (United Kingdom)

Michele Pagano — PhD, Professor, University of Pisa (Italy)

Mukhtarbay Otelbayev — Doctor of Physical and Mathematical Sciences, professor, academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, professor of the Department of Mathematical and Computer Modeling, International Information Technology University (Kazakhstan)

Bolatbek Rysbauly — Doctor of Physical and Mathematical Sciences, professor, professor of the Department of Computing and Data Science, Astana IT University (Kazakhstan)

Yevgeniya Daineko — PhD, research professor, Department of Information Systems, International Information Technology University (Kazakhstan)

Nurzhan Duzbayev — PhD, associate professor, Vice-Rector for Digitalization and Innovation, International Information Technology University (Kazakhstan)

Bakhtgerai Sinchev — Doctor of Technical Sciences, professor, Department of Information Systems, International Information Technology University (Kazakhstan)

Nurgul Seilova — Candidate of Technical Sciences, Dean of the Faculty of Computer Technologies and Cybersecurity, International Information Technology University (Kazakhstan)

Ardak Mukhamediyeva — Candidate of Economic Sciences, Dean of the Faculty of Business, Media and Management, International Information Technology University (Kazakhstan)

Zamira Abdikalikova — PhD, associate professor, Head of the Department of Mathematical and Computer Modeling, International Information Technology University (Kazakhstan)

Yerlan Shildibekov — PhD, associate professor, Head of the Department of Economics and Business, International Information Technology University (Kazakhstan)

Damilya Yeskendirowa — Candidate of Technical Sciences, associate professor, Head of the Department of Cybersecurity, International Information Technology University (Kazakhstan)

Aigul Niyazgulova — Candidate of Philological Sciences, Professor, Head of the Department of Media Communications and History of Kazakhstan, International Information Technology University (Kazakhstan)

Altai Aitmagambetov — Candidate of Technical Sciences, Professor, Department of Radio Engineering, Electronics and Telecommunications, International Information Technology University (Kazakhstan)

Yelena Bakhtiyarova — Candidate of Technical Sciences, associate professor, Head of the Department of Radio Engineering, Electronics and Telecommunications, International Information Technology University (Kazakhstan)

Kanibek Sansyzbay — PhD, research professor, Department of Cybersecurity, International Information Technology University (Kazakhstan)

Sakhybay Tynymbayev — Candidate of Technical Sciences, Professor, Research Professor, Department of Computer Engineering, International Information Technology University (Kazakhstan)

Ali Abd Almisreb — PhD, associate professor, Department of Cybersecurity, International Information Technology University (Kazakhstan)

Mohamed Ahmed Hamada — PhD, associate professor, Department of Information Systems, International Information Technology University (Kazakhstan)

Yang Im Chu — PhD, Professor, Gachon University (South Korea)

Tadeusz Wallas — PhD, Vice-Rector, Adam Mickiewicz University (Poland)

Orken Mamyrbayev — PhD, Deputy Director for Science, RSE Institute of Information and Computational Technologies, Committee for Science of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Kazakhstan)

Sergey Bushuyev — Doctor of Technical Sciences, professor, Director of the Ukrainian Project Management Association "UKRNET," Head of the Department of Project Management, Kyiv National University of Construction and Architecture (Ukraine)

Svetlana Beloshitskaya — Doctor of Technical Sciences, professor, Department of Computing and Data Science, Astana IT University (Kazakhstan)

MANAGING EDITOR

Raushan Mrzabayeva — Master of Science, editor, International Information Technology University (Kazakhstan)

International Journal of Information and Communication Technologies

Periodicity: 4 times a year.

Languages: Kazakh, Russian, English

DOI prefix: 10.54309

ISSN 2708-2032 (print)

ISSN 2708-2040 (online)

Thematic focus: "Information technology"; "Digital technologies in the development of socio-economic systems"; "Information security and communication technologies".

Distribution: Materials are distributed under the Creative Commons Attribution 4.0

Journal website: <https://journal.iitu.edu.kz>

Owner: International Information Technology University JSC (Almaty).

Copyright: © International Journal of Information and Communication Technologies, 2026

РЕДАКЦИЯ

БАС РЕДАКТОР:

Колесникова Катерина Викторовна — техника ғылымдарының докторы, профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің ғылыми-зерттеу қызметі жөніндегі проректор (Қазақстан)

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:

Ипалакова Мадина Түлегеновна — техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің ғылыми-зерттеу қызметі жөніндегі департамент директоры (Қазақстан)

РЕДАКЦИЯЛЫҚ АЛҚА:

Разак Абдул — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті киберқауіпсіздік кафедрасының профессоры (Қазақстан)

Лучино Томмазо де Паолис — Саленто Университеті (Италия) инновация және технологиялық инжиниринг департаменті AVR зертханасының зерттеу және әзірлеу бөлімінің директоры

Лиз Бэкон — профессор, Абертей Университеті (Ұлыбритания) вице-канцлерінің орынбасары

Микеле Пагано — PhD, Пиза Университетінің (Италия) профессоры

Өтелбаев Мұхтарбай Өтелбайұлы — физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті математика және компьютерлік модельдеу кафедрасының профессоры (Қазақстан)

Рысбайұлы Болатбек — физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, Есептеу және деректер ғылымдары департаментінің профессоры, Astana IT University (Қазақстан)

Дайнеко Евгения Александровна — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті ақпараттық жүйелер кафедрасының профессор-зерттеушісі (Қазақстан)

Дузаев Нуржан Тоқсуажасвич — PhD, қауымдастырылған профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті цифрландыру және инновациялар жөніндегі проректор (Қазақстан)

Синчев Бахтгерей Кусанович — техника ғылымдарының докторы, профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті ақпараттық жүйелер кафедрасының профессоры (Қазақстан)

Сейлова Нургуль Абадуллаевна — техника ғылымдарының докторы, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті компьютерлік технологиялар және киберқауіпсіздік факультетінің деканы (Қазақстан)

Мухамедиева Ардак Габитовна — экономика ғылымдарының кандидаты, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті бизнес медиа және басқару факультетінің деканы (Қазақстан)

Абикаликова Замира Тұрсынбаевна — PhD, қауымдастырылған профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті математика және компьютерлік модельдеу кафедрасының меңгерушісі (Қазақстан)

Шильдибеков Ерлан Жаржанович — PhD, қауымдастырылған профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті экономика және бизнес кафедрасының меңгерушісі (Қазақстан)

Дамеля Максұтовна Ескендірова — техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті киберқауіпсіздік кафедрасының меңгерушісі (Қазақстан)

Ниязгулова Айгуль Аскарбековна — филология ғылымдарының кандидаты, доцент, профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті медиакоммуникация және Қазақстан тарихы кафедрасының меңгерушісі (Қазақстан)

Айтмағамбетов Алтай Зуфарович — техника ғылымдарының кандидаты, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті радиотехника, электроника және телекоммуникация кафедрасының профессоры (Қазақстан)

Бахтиярова Елена Ажибековна — техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті радиотехника, электроника және телекоммуникация кафедрасының меңгерушісі (Қазақстан)

Канибек Сансызбай — PhD, қауымдастырылған профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті киберқауіпсіздік кафедрасының профессор-зерттеушісі (Қазақстан)

Тынымбаев Сахибай — техника ғылымдарының кандидаты, профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті компьютерлік инженерия кафедрасының профессор-зерттеушісі (Қазақстан)

Алмисреб Али Абд — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті киберқауіпсіздік кафедрасының қауымдастырылған профессоры (Қазақстан)

Мохамед Ахмед Хамада — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті ақпараттық жүйелер кафедрасының қауымдастырылған профессоры (Қазақстан)

Янг Им Чу — PhD, Гачон университетінің профессоры (Оңтүстік Корея)

Тадеш Валлас — PhD, Адам Мицкевич атындағы (Польша) университеттің проректоры

Мамырбаев Оркен Жумажанович — PhD, ҚР ҒЖБМ Ғылым комитеті ақпараттық және есептеу технологиялары институты ӨМК директорының ғылым жөніндегі орынбасары (Қазақстан)

Бушув Сергей Дмитриевич — техника ғылымдарының докторы, профессор, Украинаның "УКРНЕТ" жобаларды басқару қауымдастығының директоры, Киев ұлттық құрылыс және сулест университеті жобаларды басқару кафедрасының меңгерушісі (Украина)

Белошницкая Светлана Васильевна — техника ғылымдарының докторы, доцент, Astana IT University есептеу және деректер ғылымы кафедрасының профессоры (Қазақстан)

ЖАУАПТЫ РЕДАКТОР:

Мрзабаева Раушан Жалиевна — магистр, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің редакторы (Қазақстан)

Халықаралық ақпараттық және коммуникациялық технологиялар журналы

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Префикс DOI: 10.54309

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Басылым тілі: қазақ, орыс, ағылшын.

Тақырып бағыты: "Ақпараттық технологиялар"; "Ақпараттық қауіпсіздік және коммуникациялық технологиялар"; "Әлеуметтік-экономикалық жүйелерді дамытудағы цифрлық технология".

Журнал сайты: <https://journal.iitu.edu.kz>

Тарату: материалдар Creative Commons Attribution 4.0 лицензиясы бойынша таратылады

Меншік иесі: АҚ «Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті» (Алматы қ.).

Авторлық құқық: © Халықаралық ақпараттық және коммуникациялық технологиялар журналы, 2026

РЕДАКЦИЯ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Колесникова Катерина Викторовна — доктор технических наук, профессор, проректор по научно-исследовательской деятельности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Ипалакова Мадина Тулегеновна — кандидат технических наук, ассоциированный профессор, директор департамента по научно-исследовательской деятельности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Разак Абдул — PhD, профессор кафедры кибербезопасности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Лучио Томмазо де Паолис — директор отдела исследований и разработок лаборатории AVR департамента инноваций и технологического инжиниринга Университета Саленто (Италия)

Лиз Бэкон — профессор, заместитель вице-канцлера Университета Абертей (Великобритания)

Микеле Пагано — PhD, профессор Университета Пизы (Италия)

Отелбаев Мухтарбай Отелбайулы — доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, профессор кафедры математического и компьютерного моделирования Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Рысбайулы Болатбек — доктор физико-математических наук, профессор, профессор Astana IT University (Казахстан)

Дайнеко Евгения Александровна — PhD, профессор-исследователь кафедры информационных систем Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Дузбаев Нуржан Токкужаевич — PhD, ассоциированный профессор, проректор по цифровизации и инновациям Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Синчев Бахтгерей Куспанович — доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационных систем Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Сейлова Нургуль Абадуллаевна — кандидат технических наук, декан факультета компьютерных технологий и кибербезопасности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Мухамедиева Ардак Габитовна — кандидат экономических наук, декан факультета бизнеса медиа и управления Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Абдикаликова Замира Турсынбаевна — PhD, ассоциированный профессор, заведующая кафедрой математического и компьютерного моделирования Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Шильдибеков Ерлан Жаржанович — PhD, ассоциированный профессор, заведующий кафедрой экономики и бизнеса Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Дамеуш Максустовна Ескендирова — кандидат технических наук, ассоциированный профессор, заведующая кафедрой кибербезопасности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Ниязгулова Айгуль Аскарбековна — кандидат филологических наук, доцент, профессор, заведующая кафедрой медиакоммуникации и истории Казахстана Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Айтмаганбетов Алтай Зуфарович — кандидат технических наук, профессор кафедры радиотехники, электроники и телекоммуникаций Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Бахтиярова Елена Ажибековна — кандидат технических наук, ассоциированный профессор, заведующая кафедрой радиотехники, электроники и телекоммуникаций Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Канибек Сансызбай — PhD, ассоциированный профессор, профессор-исследователь кафедры кибербезопасности, Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Тынымбаев Сахиябай — кандидат технических наук, профессор, профессор-исследователь кафедры компьютерной инженерии, Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Алимсиреб Али Абд — PhD, ассоциированный профессор кафедры кибербезопасности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Мохамед Ахмед Хамада — PhD, ассоциированный профессор кафедры информационных систем Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Янг Им Чу — PhD, профессор университета Гачон (Южная Корея)

Тадеуш Валлас — PhD, проректор университета имен Адама Мицкевича (Польша)

Мамырбаев Оркен Жумажанович — PhD, заместитель директора по науке РГП Института информационных и вычислительных технологий Комитета науки МНВО РК (Казахстан)

Бушуев Сергей Дмитриевич — доктор технических наук, профессор, директор Украинской ассоциации управления проектами «УКРНЕТ», заведующий кафедрой управления проектами Киевского национального университета строительства и архитектуры (Украина)

Белошицкая Светлана Васильевна — доктор технических наук, доцент, профессор кафедры вычислений и науки о данных Astana IT University (Казахстан)

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР:

Мрзабаева Раушан Жалиевна — магистр, редактор Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Международный журнал информационных и коммуникационных технологий

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Префикс DOI: 10.54309

Периодичность: 4 выпусков в год.

Язык издания: казахский, русский, английский.

Тематическая направленность: "Информационные технологии"; "Информационная безопасность и коммуникационные технологии"; "Цифровые технологии в развитии социо-экономических систем".

Сайт журнала: <https://journal.iitu.edu.kz>

Распространение: материалы распространяются по лицензии Creative Commons Attribution 4.0

Собственник: АО «Международный университет информационных технологий» (г. Алматы).

Авторские права: © Международный журнал информационных и коммуникационных технологий, 2026

CONTENTS

DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE DEVELOPMENT OF SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS

D. Abzhanova, A. Biloshchytskyi

A MODEL AND METHOD FOR MANAGING DATA ON EMISSIONS FROM STATIONARY SOURCES OF POLLUTION IN AN INTELLIGENT ENVIRONMENTAL MONITORING SYSTEM 11

A. Slanbekova, M. Rakhimzhanova, A. Zhanibekova, A. Alimagambetova, M. Xudoyberganov

EARLY DETECTION OF HYDROLOGICAL HAZARDS BASED ON SPATIOTEMPORAL ANALYSIS 27

A. Sakhipov, R. Seitbek, D. Yedilkhan

REAL-TIME PASSENGER FLOW PREDICTION USING AUTOMATED DATA PREPARATION 38

K. Tokayev, A. Moldagulova

A REVIEW OF PREDICTIVE MODELS APPROACHES TO STOCK MARKET FORECASTING IN KAZAKHSTAN 60

INFORMATION TECHNOLOGY

F.N. Abdraimova, A.A. Kereibayeva, D.S. Dyussenova, D.A. Aliyeva, T.Zh. Toktarova

AI TECHNOLOGIES IN LANGUAGE EDUCATION: PRACTICAL ASPECTS AND CHALLENGES OF STUDENT USAGE 83

G. Azieva, M. Yessenova, A. Abzhapparova, G. Abdikerimova, P. Schmidt

HYBRID STACKING FRAMEWORK FOR CROP CLASSIFICATION USING UAV DATA 97

A.K. Aitim

JOINT MORPHOLOGICAL DISAMBIGUATION AND POS TAGGING FOR AGGLUTINATIVE LANGUAGES 109

A. Auyezova, Aigerim Aitim, B. Sinchev, W. Wójcik

NP-COMPLETE ALGORITHMS IN LEGALTECH: HYBRID ARCHITECTURE FOR SEMANTIC RETRIEVAL IN KAZAKHSTAN'S LEGAL ACTS 125

Y. Hozak, S. Paliy, T. Honcharenko

EVALUATING OPTIMAL CONFIGURATIONS OF SHALLOW CNNs ON LOW-COMPLEXITY DATASETS 138

S.A. Yesniyazova, S.T. Kaimov

PREDICTIVE MAINTENANCE OF HEAVY-DUTY TRUCKS USING EXPLAINABLE MACHINE LEARNING 153

T. Imanbekova, Zh. Ibrayeva, G. Jakanova, G. Askanbay

DATA COMPRESSION ALGORITHM BASED ON WAVELET TRANSFORMER; ANALYSIS AND IMPLEMENTATION IN MATLAB 167

B.Z. Kenzhegulov, Zh.T. Bilyalova, K.N. Uteuliyeva, L. Nurgaliyeva, Sh.S. Nurzhanova

A MATHEMATICAL AND ALGORITHMIC APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF AN INTELLIGENT TEXT-TO-SQL SYSTEM BASED ON LARGE LANGUAGE MODELS 185

M. Kabdullin, A. Kairbekov, A. Kabdullin, L. Naizabayeva, A. Mukhit

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A WEB-BASED PROTOTYPE FOR CARDIOLOGICAL IMAGE MANAGEMENT 206

L. Kurmangazyeva, Sh. Yelezhanova, S. Iskakova, Sh. Kodanova, H.İ. Bülbül

APPROACHES TO BUILDING A HYBRID INTELLIGENT DECISION SUPPORT SYSTEM BASED ON FUZZY LOGIC, XAI, AND LARGE LANGUAGE MODELS 219

Z. Momynkulov, B. Omarov

DDPG FOR TRAJECTORY GENERATION 236

F. Myrzabekov, N. Mustafin, M. Mukushev

WHY IS THIS NEWS NEGATIVE?: AN ATTENTION-BASED VISUALIZATION TECHNIQUE FOR EXPLAINABLE SENTIMENT ANALYSIS. AN ANALYTICAL SURVEY AND CONCEPTUAL FRAMEWORK 248

N.Sh. Maxutova, J.A. Tussupov, A.A. Shekerbek, Zh.E. Kenzhebayeva, Q.O. Rakhimov

MACHINE LEARNING FOR COMPREHENSIVE EVALUATION OF CARDIOVASCULAR DISEASE RISK AND BIOCHEMICAL ALTERATIONS: FOCUS ON ASPARTATE AMINOTRANSFERASE 260

L. Naizabayeva, G. Turken, R.A. Druba, A.Sh. Yawar

LEVERAGING ENTERPRISE DATA WAREHOUSING TO IMPROVE WEB-BASED SALES

OPERATIONS	275
S. Nurgaliyeva, N. Naiman, K. Makhmetova, M. Kali, N. Zhakiyev COMPARATIVE ANALYSIS OF MACHINE LEARNING METHODS FOR RAPID DETECTION OF VEGETABLE DISEASE USING COMPUTER VISION	291
O.S. Salykova, V.A. Madin, B.R. Salykov, D.N. Komarov, N.V. Manuilov INTEGRATION OF MEMS ACCELEROMETER SENSOR MODULES IN INDUSTRIAL MONITORING SYSTEMS	309
R. Taberkhan, M.A. Sambetbayeva, G. Kalman KAZCAUSAL: THE FIRST CORPUS-BASED ANNOTATION OF CAUSAL RELATIONSHIPS IN THE KAZAKH LANGUAGE	323
S.Tynymbayev, S.E. Mamanova, R. Berdybayev, Zh.E. Temirbekova, T. Chinibayeva DIVIDING DEVICES WITH PRELIMINARY PREPARATION OF MULTIPLES OF THE DIVISOR	335
K.N. Uteuliyeva, B.Z. Kenzhegulov, T.A. Karazhigitova, H.İ. Bülbül, Z.Zh. Zhanuzakova MATHEMATICAL AND ALGORITHMIC APPROACHES TO THE DEVELOPMENT OF A COLLABORATIVE FILTERING-BASED RECOMMENDER SYSTEM	351
S. Sharmukhanbet, G. Turmukhanova, O. Findik, V. Makhatova, L. Kurmangaziyeva HIGH-PRECISION ROBOTIC ASSEMBLY UNDER VARIABLE ILLUMINATION: A ROBUST MECHATRONIC ARCHITECTURE FOR VISUAL SERVOING	372

INFORMATION SECURITY AND COMMUNICATIONTECHNOLOGIES

A. Amirbay, Z. Amanbaikyzy, K. Maxutova, A. Mukhanova, M. Kassim MACHINE LEARNING ALGORITHM FOR EARLY DETECTION OF AUTISM SPECTRUM DISORDERS IN CHILDREN BASED ON MULTIMODAL ANALYSIS OF EYE MOVEMENTS AND FACIAL EXPRESSIONS	390
K. Baisylbayeva, Sh. Mussiraliyeva, Zh. Yeltay DETECTION OF EXTREMIST IDEOLOGY IN THE KAZAKH LANGUAGE: ANNOTATION CHALLENGES AND DEEP LEARNING APPROACHES	405
M.A. Bolatbek, A.M.Usmanova, K.B. Bagitova, G.B. Baispay DEVELOPMENT AND RESEARCH OF A METHOD FOR ANALYZING NETWORK TRAFFIC TO IDENTIFY A CYBER THREAT	424
D.I. Prokopovych-Tkachenko, N.K. Zhumagaliyeva, D.N. Shchytov, N.F. Mormul, D.A. Cherkaskyi FUZZY MODEL FOR EVALUATING INFORMATION SECURITY PARAMETERS OF INFORMATION SYSTEMS UNDER INCOMPLETE AND QUALITATIVE DATA: CONSTRUCTION METHODOLOGY, RULE BASE TUNING, AND DEMONSTRATION CASE FOR ORGANIZATIONS	442
E.A. Pustovoy, O.A. Pustovaya, A.N. Raushanova, I.S. Zaurbekov EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF SYNTHESIS OF STOCHASTIC MODELS WITH CONTROLLED PROPERTIES	468
Y. Serzhan, T. Umarov, A. Abilbayeva FRAUD DETECTION IN CREDIT CARD TRANSACTIONS USING MACHINE LEARNING: A COMPARATIVE ANALYSIS	484
T. Babenko, Ye. Bakhtiyarova, D. Yeskendirova, A. Sysoev, Sh. Makilenov FLEXIBLE IDPS BASED ON MACHINE LEARNING ALGORITHMS FOR DIPTYCHS AND IOT EDGE DEVICE PROTECTION	496

МАЗМҰНЫ

ӘЛЕУМЕТТІК-ЭКОНОМИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ДАМУДАҒЫ ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Д.Е. Абжанов, А.А. Белоощицкий ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МОНИТОРИНГТІҢ ЗИЯТКЕРЛІК ЖҮЙЕСІНДЕГІ СТАЦИОНАРЛЫҚ ЛАСТАНУ КӨЗ- ДЕРІНІҢ ШЫҒАРЫНДЫЛАРЫ ТУРАЛЫ ДЕРЕКТЕРДІ БАСҚАРУДЫҢ МОДЕЛІ МЕН ӘДІСІ	11
А.Е. Сланбекова, М.Б. Рахимжанова, А.И. Жанибекова, А.З. Алимагамбетова, М. Худойбергенов КЕҢІСТІКТІК-УАҚЫТТЫҚ (SPATIOTEMPORAL) ТАЛДАУ НЕГІЗІНДЕ ГИДРОЛОГИЯЛЫҚ ҚАУІП- ҚАТЕРДІ ЕРТЕ АНЫҚТАУ	27
А. Сахипов, Р. Сеитбек, Д. Едильхан АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ДЕРЕКТЕРДІ ДАЙЫНДАУДЫ ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП, ЖОЛАУШЫЛАР	

АҒЫНЫН НАҚТЫ УАҚЫТ РЕЖИМІНДЕ БОЛЖАУ	38
К. Токаев, А. Молдагулова	
ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ҚОР НАРЫҒЫН БОЛЖАУДЫҢ БОЛЖАМДЫҚ МОДЕЛЬДЕРІНЕ ШОЛУ	60

АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Ф.Н. Абдраимова, А.А. Керейбаева, Д.С. Дюсенова, Д.А. Алиева, Т.Ж. Токтарова	
ТІЛ БІЛІМІНДЕ ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ: СТУДЕНТТЕР ҚОЛДАНУЫНЫҢ ПРАКТИКАЛЫҚ АСПЕКТІЛЕРІ МЕН МӘСЕЛЕЛЕРІ	83
Г.Т. Азиева, М.Б. Есенова, А.К. Абжаппарова, Г.Б. Абдикеримова, Р. Schmidt	
UAV ДЕРЕКТЕРІ НЕГІЗІНДЕ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ DAҚЫЛДАРЫН ЖІКТЕУГЕ АРНАЛҒАН ГИБРИДТІ СТЕКИНГ МОДЕЛІ	97
Ә.Қ. Әйтiм	
АГГЛЮТИНАТИВТІ ТІЛДЕРГЕ АРНАЛҒАН МОРФОЛОГИЯЛЫҚ ДИЗАМБИГУАЦИЯ МЕН POS-ТАҢБАЛАУДЫ БІРЛЕСІП МОДЕЛЬДЕУ	109
А. Әуезова, Ә. Әйтiм, Б. Синчев, В. Вуйчик	
ҚАЗАҚСТАННЫҢ ҚҰҚЫҚТЫҚ АКТІЛЕРІНДЕГІ NP-ТОЛЫҚ АЛГОРИТМДЕР: SEMANTIC ІЗДЕУГЕ АРНАЛҒАН ГИБРИДТІ АРХИТЕКТУРА	125
Я. Гозак, С. Паллий, Т. Гончаренко	
КҮРДЕЛІЛІГІ ТӨМЕН ДЕРЕКТЕР ЖИЫНТЫҚТАРЫНДА ТЕРЕҢ ЕМЕС ОРАМДЫ НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕРДІҢ (CNN) ОҢТАЙЛЫ КОНФИГУРАЦИЯЛАРЫН БАҒАЛАУ	138
С.А. Есниязова, С.Т. Каимов	
ТҮСІНДІРІЛЕТІН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП АУЫР ЖҮК КӨЛІКТЕРІНЕ БОЛЖАМДЫ ТЕХНИКАЛЫҚ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ	153
Т.Д. Иманбеткова, Ж.Б. Ибраева, Г.Т. Джаканова, Г.Т. Асқанбай	
МӨЛІМЕТТЕРДІ ВЕЙВЛЕТ-ТҮРЛЕНДІРГІШТІҢ НЕГІЗІНДЕ ҚЫСУ АЛГОРИТМІ; MATLAB ОРТАСЫНДА ТАЛДАУ ЖӘНЕ ІСКЕ АСЫРУ	167
Б.З. Кенжегулов, Ж.Т. Билялова, К.Н. Утеулиева, Л. Нургалиева, Ш.С. Нуржанова	
ҮЛКЕН ТІЛДІК МОДЕЛЬДЕР НЕГІЗІНДЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ TEXT-TO-SQL ЖҮЙЕСІН ӨЗІРЛЕУДІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ-АЛГОРИТМДІК ТӘСІЛІ	185
М. Кабдуллин, А. Каирбеков, А. Кабдуллин, Л. Найзабаева, А. Мухит	
КАРДИОЛОГИЯЛЫҚ КЕСКІНДЕРДІ БАСҚАРУҒА АРНАЛҒАН ВЕБ-НЕГІЗДЕЛГЕН ПРОТОТИПТІ ӨЗІРЛЕУ ЖӘНЕ ІСКЕ АСЫРУ	206
Л. Құрманғазиева, Ш. Ележанова, С. Исакова, Ш. Коданова, Х. И. Бұлбұл	
АЙҚЫН ЕМЕС ЛОГИКА, ХАІ ЖӘНЕ ҮЛКЕН ТІЛДІК МОДЕЛЬДЕР НЕГІЗІНДЕ ГИБРИДТІ ЗИЯТКЕРЛІК ШЕШІМ ҚАБЫЛДАУДЫ ҚОЛДАУ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ ТӘСІЛДЕРІ	219
З. Момынкулов, Б. Омаров	
ТРАЕКТОРИЯЛАРДЫ ГЕНЕРАЦИЯЛАУ ҮШІН DDPRG	236
Ф. Мырзабеков, Н. Мустафин, М. Мукушев	
БҮЛ ЖАҒАЛЫҚ НЕЛІКТЕН ТЕРІС?: ТҮСІНДІРІЛЕТІН СЕНТИМЕНТТІК ТАЛДАУҒА АРНАЛҒАН НАЗАР АУДАРУ МЕХАНИЗМІНЕ НЕГІЗДЕЛГЕН ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ӘДІСІ. ТАЛДАУЛЫҚ ШОЛУ ЖӘНЕ ТҰЖЫРЫМДАМАЛЫҚ НЕГІЗ	248
Н.Ш. Максүтова, Ж.А. Түсүпов, А.Ә. Шекербек, Ж.Е. Кенжебаева, К.О. Рахимов	
ЖҮРЕК-ҚАН ТАМЫРЛАРЫ АУРУЛАРЫНЫҢ ҚАУІП-ҚАТЕРІН ЖӘНЕ БИОХИМИЯЛЫҚ ӨЗГЕРІСТЕРДІ КЕШЕНДІ БАҒАЛАУ ҮШІН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ: АСПАРТАМИНОТРАНСФЕРАЗАҒА ЕРЕКШЕ НАЗАР	260
Л. Найзабаева, Г. Түркен, Р.А. Друба, А.Ш. Явар	
ВЕБ НЕГІЗІНДЕГІ САТУ ОПЕРАЦИЯЛАРЫН ЖЕТІЛДІРУ ҮШІН КӨСПОРЫНДЫҚ ДЕРЕКТЕР ҚОЙМАСЫН ПАЙДАЛАНУ	275
С. Нургалиева, Н. Найман, К. Махметова, М. Кали, Н. Жакиев	
КОМПЬЮТЕРЛІК КӨРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП, КӨКӨНІС DAҚЫЛДАРЫНЫҢ АУРУЛАРЫН ЖЕДЕЛ АНЫҚТАУҒА АРНАЛҒАН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ	291
О.С. Салыкова, В.А. Мадин, Б.Р. Салыков, Д.Н. Комаров, Н.В. Манұйлов	
ӨНЕРКӘСІПТІК МОНИТОРИНГ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ MEMS-АКСЕЛЕРОМЕТРЛЕРДІҢ СЕНСОРЛЫҚ МОДУЛЬДЕРІН ИНТЕГРАЦИЯЛАУ	309
Р. Таберхан, М.А. Самбетбаева, Г. Қалман	

KAZCAUSAL: ҚАЗАҚ ТІЛІНДЕГІ СЕБЕП-САЛДАРЛЫҚ ҚАТЫНАСТАРДЫҢ АЛҒАШҚЫ КОРПУСТЫҚ АННОТАЦИЯСЫ	323
С. Тынымбаев, С.Е. Маманова, Р. Бердібаев, Ж.Е. Темірбекова, Т. Чинибаева БӨЛГІШТІҢ ЕСЕЛІ МӨНДЕРІН АЛДЫН АЛА ДАЙЫНДАУМЕН ЖҮЗЕГЕ АСЫРЫЛАТЫН БӨЛУ ҚҰРЫЛҒЫЛАРЫ	335
К.Н. Утеулиева, Б.З. Кенжегулов, Т.А. Каражигитова, Х. Булбул, З.Ж. Жанузакова КОЛЛАБОРАТИВТІК СҮЗГІЛЕУ НЕГІЗІНДЕГІ ҰСЫНЫМДЫҚ ЖҮЙЕНІ ӨЗІРЛЕУДІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ-АЛГОРИТМДІК ТӘСІЛДЕРІ	351
С. Шармұханбет, Г. Тұрмұханова, О. Финдик, В. Махатова, Л. Курмангазиева АЙНЫМАЛЫ ЖАРЫҚ ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ ЖОҒАРЫ ДӘЛДІКТІ РОБОТТЫҚ ҚҰРАСТЫРУ: ВИЗУАЛ- ДЫ СЕРВОТЕЖЕУДІҢ ТӨЗІМДІ МЕХАТРОНИКАЛЫҚ АРХИТЕКТУРАСЫ	372

АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІК ЖӘНЕ КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРҒА АРНАЛҒАН

А. Амирбай, З. Аманбайқызы, К. МаксUTOBA, А. Муханова, М. Kassim КӨЗ ҚОЗҒАЛЫСТАРЫ МЕН БЕТ МИМИКА БЕЛГІЛЕРІН МУЛЬТИМОДАЛЬДЫ ТАЛДАУҒА НЕГІЗ- ДЕЛГЕН БАЛАЛАРДАҒЫ АУТИЗМ СПЕКТРІНІҢ БҰЗЫЛЫСТАРЫН ЕРТЕ АНЫҚТАУҒА АРНАЛҒАН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ АЛГОРИТМІ	390
К.Д. Байсылбаева, Ш.Ж. Мусиралиева, Ж. Елтай ҚАЗАҚ ТІЛІНДЕГІ ЭКСТРЕМИСТІК ИДЕОЛОГИЯНЫ АНЫҚТАУ: АННОТАЦИЯЛАУ МӘСЕЛЕЛЕРІ ЖӘНЕ ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ТӘСІЛДЕРІ	405
М.А. Болатбек, А.М. Усманова, Қ.Б. Багитова, Г.Б. Байспай КИБЕР ҚАУІПТІ АНЫҚТАУ ҮШІН ЖЕЛІЛІК ТРАФИКТІ ТАЛДАУ ӘДІСІН ӨЗІРЛЕУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ	424
Д.И. Прокопович-Ткаченко, Н.К. Жумағалиева, Д.Н. Щитов, Н.Ф. Мормуль, Д.А. Черкасский ТОЛЫҚ ЕМЕС ЖӘНЕ САПАЛЫҚ ДЕРЕКТЕР ЖАҒДАЙЫНДА АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ АҚПА- РАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІК ПАРАМЕТРЛЕРІН БАҒАЛАУДЫҢ БҰЛЫҢҒЫР МОДЕЛІ: ҚҰРУ ӘДІСТЕМЕСІ, ЕРЕЖЕЛЕР БАЗАСЫН БАПТАУ ЖӘНЕ ҰЙЫМДАРҒА АРНАЛҒАН ДЕМОНСТРАЦИЯЛЫҚ КЕЙС	442
Е.А. Пустовой, О.А. Пустовая, А.Н. Раушанова, И.С. Заурбеков БАСҚАРЫЛАТЫН ҚАСИЕТТЕРІ БАР СТОХАСТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕРДІ СИНТЕЗДЕУДІҢ ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ	468
Е. Сержан, Т. Умаров, А. Әбілбаева МАШИНАЛЫҚ ОҚУ ӘДІСІ АРҚЫЛЫ КРЕДИТ КАРТА ОПЕРАЦИЯЛАРЫНДАҒЫ АЛАЯҚТЫҚТЫ АНЫҚТАУ: САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ	484
Т.В. Бабенко, Е.А. Бахтиярова, Д.М. Ескендірова, А. Сысоев, Ш.Н. Макиленов ДИПТИХ ЖӘНЕ IOT ШЕТКІ ҚҰРЫЛҒЫЛАРЫН ҚОРҒАУҒА АРНАЛҒАН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ АЛГОРИТМДЕРІНЕ НЕГІЗДЕЛГЕН ИКЕМДІ IDPS	496

СОДЕРЖАНИЕ

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАЗВИТИИ СОЦИО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Д.Е. Абжанова, А.А. Белошицкий МОДЕЛЬ И МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ О ВЫБРОСАХ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА	11
А.Е. Сланбекова, М.Б. Рахимжанова, А.И. Жанибекова, А.З. Алимагамбетова, М. Худойбергенов РАННЕЕ ВЫЯВЛЕНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ОПАСНОСТЕЙ НА ОСНОВЕ ПРОСТРАНСТВЕННО- ВРЕМЕННОГО (SPATIOTEMPORAL) АНАЛИЗА	27
А. Сахипов, Р. Сеитбек, Д. Едильхан ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАССАЖИРОПОТОКА В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВ- ТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПОДГОТОВКИ ДАННЫХ	38
К. Токаев, А. Молдагулова ОБЗОР ПРОГНОСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ФОНДОВОГО РЫНКА В КАЗАХСТАНЕ	60

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Ф.Н. Абдраимова, А.А. Керейбаева, Д.С. Дюсенова, Д.А. Алиева, Т.Ж. Токтарова ТЕХНОЛОГИИ ИИ В ЯЗЫКОВОМ ОБРАЗОВАНИИ: ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ СТУДЕНТАМИ	83
Г.Т. Азиева, М.Б. Есенова, А.К. Абжаппарова, Г.Б. Абдикеримова, Р. Schmidt ГИБРИДНАЯ МОДЕЛЬ СТЕКИНГА ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПО ДАННЫМ UAV	97
Ә.Қ. Әйтiм СОВМЕСТНАЯ МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ДИЗАМБИГУАЦИЯ И POS-РАЗМЕТКА ДЛЯ АГГЛЮТИНАТИВНЫХ ЯЗЫКОВ	109
А. Ауезова, А. Айтим, Б. Синчев, В. Вуйчик NP-ПОЛНЫЕ АЛГОРИТМЫ В LEGALTECH: ГИБРИДНАЯ АРХИТЕКТУРА ДЛЯ СЕМАНТИЧЕСКОГО ПОИСКА В ПРАВОВЫХ АКТАХ КАЗАХСТАНА	125
Я. Гозак, С. Палий, Т. Гончаренко ОЦЕНКА ОПТИМАЛЬНЫХ КОНФИГУРАЦИЙ НЕГЛУБОКИХ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ НА ДАТАСЕТАХ НИЗКОЙ СЛОЖНОСТИ	138
С.А. Есниязова, С.Т. Каимов ПРЕДИКТИВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ ГРУЗОВИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИ- ЕМ ОБЪЯСНИМОГО МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	153
Т.Д. Иманбекова, Ж.Б. Ибраева, Г.Т. Джаканова, Г.Т. Асканбай АЛГОРИТМ СЖАТИЯ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ: АНАЛИЗ И РЕАЛИЗА- ЦИЯ В MATLAB	167
Б.З. Кенжегулов, Ж.Т. Билялова, К.Н. Утеулиева, Л. Нургалиева, Ш.С. Нуржанова МАТЕМАТИКО-АЛГОРИТМИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТЕХТ- TO-SQL СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ	185
М. Кабдуллин, А. Каирбеков, А. Кабдуллин, Л. Найзабаева, А. Мухит РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ ВЕБ-ПРОТОТИПА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КАРДИОЛОГИЧЕСКИМИ ИЗОБРАЖЕНИЯМИ	206
Л. Курмангазиева, Ш. Ележанова, С. Искакова, Ш. Коданова, Х. И. Бюльбюль ПОДХОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ ГИБРИДНОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ, ХАИ И БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ	219
З. Момынкулов, Б. Омаров DDPG ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ТРАЕКТОРИЙ	236
Ф. Мырзабеков, Н. Мустафин, М. Мукушев ПОЧЕМУ ЭТА НОВОСТЬ НЕГАТИВНА?: МЕТОД ВИЗУАЛИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ МЕХАНИЗМА ВНИМАНИЯ ДЛЯ ОБЪЯСНИМОГО АНАЛИЗА ТОНАЛЬНОСТИ. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР И КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ	248
Н.Ш. МаксUTOва, Д.А. Тусупов, А.А. Шекербек, Ж.Е. Кенжебаева, К.О. Рахимов МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ РИСКА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ И БИОХИМИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ: АКЦЕНТ НА АСПАРТАМИНОТРАНСФЕРАЗЕ	260
Л. Найзабаева, Г. Туркен, Р.А. Дрyба, А.Ш. Явар ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРПОРАТИВНОГО ХРАНИЛИЩА ДАННЫХ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ВЕБ-ОРИЕНТИ- РОВАННЫХ ОПЕРАЦИЙ ПРОДАЖ	275
С. Нургалиева, Н. Найман, К. Махметова, М. Кали, Н. Жакиев СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ БЫСТРОГО ОБНАРУЖЕ- НИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ	291
О.С. Салыкова, В.А. Мадин, Б.Р. Салыков, Д.Н. Комаров, Н.В. Мануйлов ИНТЕГРАЦИЯ СЕНСОРНЫХ МОДУЛЕЙ MEMS-АКСЕЛЕРОМЕТРОВ В СИСТЕМАХ ПРОМЫШЛЕННОГО МОНИТОРИНГА	309
Р. Таберхан, М.А. Самбетбаева, Г. Калман KAZCAUSAL: ПЕРВАЯ КОРПУСНАЯ АННОТАЦИЯ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫХ СВЯЗЕЙ НА КАЗАХСКОМ ЯЗЫКЕ	323
С. Тынымбаев, С.Е. Маманова, Р. Бердибаев, Ж.Е.Темирбекова, Т. Чинибаева	

УСТРОЙСТВА ДЕЛЕНИЯ ЧИСЕЛ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКОЙ КРАТНЫХ ДЕЛИТЕЛЮ	335
К.Н. Утеулиева, Б.З. Кенжегулов, Т.А. Каражигитова, Х.Бюльбюль, З.Ж. Жанузакова МАТЕМАТИКО-АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ КОЛЛАБОРАТИВНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ	351
С. Шармуханбет, Г. Турмуханова, О.Финдик, В.Махатова, Л. Курмангазиева ВЫСОКОТОЧНАЯ РОБОТИЗИРОВАННАЯ СБОРКА ПРИ ПЕРЕМЕННОЙ ОСВЕЩЁННОСТИ: РОБАСТНАЯ МЕХАТРОННАЯ АРХИТЕКТУРА ВИЗУАЛЬНОГО СЕРВОУПРАВЛЕНИЯ	372

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

А. Амирбай, З. Аманбайкызы, К. МаксUTOва, А. Муханова, М. Kassim АЛГОРИТМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ РАННЕГО ВЫЯВЛЕНИЯ РАССТРОЙСТВ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА У ДЕТЕЙ НА ОСНОВЕ МУЛЬТМОДАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ДВИЖЕНИЯ ГЛАЗ И МИМИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ	390
К.Д. Байсылбаева, Ш.Ж. Мусиралиева, Ж.Елтай ОБНАРУЖЕНИЕ ЭКСТРЕМИСТСКОЙ ИДЕОЛОГИИ НА КАЗАХСКОМ ЯЗЫКЕ: ПРОБЛЕМЫ АННОТИРОВАНИЯ И МЕТОДЫ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ	405
М.А. Болатбек, А.М. Усманова, К.Б. Багитова, Г.Б. Байспай РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА СЕТЕВОГО ТРАФИКА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ КИБЕРУГРОЗЫ	424
Д.И. Прокопович-Ткаченко, Н.К. Жумагалиева, Д.Н. Щитов, Н.Ф. Мормуль, Д.А. Черкасский НЕЧЕТКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНИВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ НЕПОЛНЫХ И КАЧЕСТВЕННЫХ ДАННЫХ: МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ, НАСТРОЙКА БАЗЫ ПРАВИЛ И ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ КЕЙС ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИЙ	442
Е.А. Пустовой, О.А. Пустовая, А.Н. Раушанова, И.С. Заурбеков ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИНТЕЗА СТОХАСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ С УПРАВЛЯЕМЫМИ СВОЙСТВАМИ	468
Е. Сержан, Т. Умаров, А. Абильбаева ВЫЯВЛЕНИЕ МОШЕННИЧЕСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ ОПЕРАЦИЯХ С КРЕДИТНЫМИ КАРТАМИ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ	484
Т. Бабенко, Е. Бахтиярова, Д. Ескендинова, А. Сысоев, Ш. Макиленов ГИБКАЯ IDPS НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА И ЗАЩИТЫ ПЕРИФЕРИЙНЫХ IoT-УСТРОЙСТВ	496

INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Vol. 7. Is.2. Number 26 (2026). Pp. 138–152

Journal homepage: <https://journal.iitu.edu.kz><https://doi.org/10.54309/IJICT.2026.26.2.009>

EVALUATING OPTIMAL CONFIGURATIONS OF SHALLOW CNNs ON LOW-COMPLEXITY DATASETS

H. Yaroslav^{1*}, S. Paliy¹, T. Honcharenko²

¹Taras Shevchenko national university of Kyiv, Kyiv, Ukraine;

²Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine.

E-mail: hozakya@fit.knu.ua

Yaroslav Hozak — PhD Candidate, Taras Shevchenko national university of Kyiv, Kyiv, Ukraine

E-mail: hozakya@fit.knu.ua, <https://orcid.org/0009-0008-2963-7204>;

Sergiy Paliy — PhD, Associate Professor, Taras Shevchenko national university of Kyiv, Kyiv, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0001-9742-1116>;

Tetyana Honcharenko — Doctor of Technical Sciences, Professor, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0003-2577-6916>.

© Y. Hozak, S. Paliy, T. Honcharenko

Abstract. This study investigates the impact of network depth, kernel size configurations and convolutional layer types on the performance of convolutional neural networks (CNNs) for image classification tasks. The objective is to systematically assess how variations in kernel size, convolutional strategy, and depth contribute to classification accuracy and computational efficiency. We analyze both shallow and moderately deep network variants to disentangle the relative importance of kernel modifications versus depth scaling. Using the MNIST and CIFAR-10 datasets, we evaluate kernel sizes ranging from 3×3 to 11×11 , convolutional configurations including standard, dilated, and strided convolutions, and network depths spanning from two to eight convolutional layers, across multiple input resolutions (32×32 , 64×64 , 128×128 , and 256×256 pixels). Results indicate that for simple datasets like MNIST, depth scaling provides limited benefits, as high accuracy (~ 97 – 98%) is achievable even with shallow networks regardless of kernel variation. In contrast, for CIFAR-10, smaller kernels in early layers combined with increased depth capture fine-grained details more effectively, while larger kernels in later layers enhance generalization at higher resolutions. Dilated convolutions offer notable improvements for high-resolution images by reducing inference time (up to a $2 \times$ speedup at 256×256) without sacrificing accuracy, particularly in deeper models. Strided convolutions, although



computationally efficient, consistently degrade accuracy due to spatial information loss across depths. These findings suggest that optimal performance arises from a balanced interplay between kernel configuration, convolutional strategy, and network depth. Future research may explore adaptive architectures that dynamically adjust these factors to improve robustness across diverse datasets and resolutions.

Keywords: convolutional neural networks (CNN), neural networks (NN), deep learning, artificial intelligence (AI)

For citation: Hozak Y., Paliy S., Honcharenko T. (2026). Evaluating optimal configurations of shallow CNNs on low-complexity datasets // International journal of information and communication technologies. Vol. 7. No. 26. Pp. 138–152. <https://doi.org/10.54309/IJICT.2026.26.2.009>. (In Eng.).

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

КҮРДЕЛІЛІГІ ТӨМЕН ДЕРЕКТЕР ЖИЫНТЫҚТАРЫНДА ТЕРЕҢ ЕМЕС ОРАМДЫ НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕРДІҢ (CNN) ОҢТАЙЛЫ КОНФИГУРАЦИЯЛАРЫН БАҒАЛАУ

Я. Гозак^{1*}, С. Палий¹, Т. Гончаренко²

¹Тарас Шевченко атындағы Киев ұлттық университеті, Киев, Украина;

²Киев ұлттық құрылыс және сәулет университеті, Киев, Украина.

E-mail: hozakya@fit.knu.ua

Гозак Ярослав — докторант, Тарас Шевченко атындағы Киев ұлттық университеті, Киев, Украина

E-mail: hozakya@fit.knu.ua, <https://orcid.org/0009-0008-2963-7204>;

Палий Сергей — PhD, қауымдастырылған профессор, Тарас Шевченко атындағы Киев ұлттық университеті, Киев, Украина

<https://orcid.org/0000-0001-9742-1116>;

Гончаренко Татьяна — техника ғылымдарының докторы, профессор, Киев ұлттық құрылыс және сәулет университеті, Киев, Украина

<https://orcid.org/0000-0003-2577-6916>.

© Я. Гозак, С. Палий, Т. Гончаренко

Аннотация. Бұл зерттеуде кескіндерді жіктеу міндеттерін шешу кезінде орамды нейрондық желілердің (CNN) өнімділігіне желі тереңдігінің, ядро өлшемдерінің конфигурациялары мен орамды қабаттар түрлерінің әсері зерттеледі. Зерттеудің мақсаты — ядро өлшемінің, орамдау стратегиясының және желі тереңдігінің өзгеруі жіктеу дәлдігі мен есептеу тиімділігіне қалай әсер ететінін жүйелі түрде бағалау. Терең емес және орташа тереңдіктегі желілер қарастырылып, бұл ядро модификацияларының желі тереңдігін арттырумен салыстырғандағы салыстырмалы маңыздылығын анықтауға мүмкіндік береді. MNIST және CIFAR-10 деректер жиын-

тықтарын пайдалана отырып, 3×3 -тен 11×11 -ге дейінгі ядро өлшемдері, стандартты, дилатациялық және страйдты орамдарды қамтитын орамдау конфигурациялары, сондай-ақ кіріс кескіндерінің әртүрлі ажыратымдылықтарында (32×32 , 64×64 , 128×128 және 256×256 пиксель) екіден сегізге дейінгі орамды қабаттан тұратын желі тереңдігі бағаланды. Нәтижелер MNIST сияқты қарапайым деректер жиынтықтары үшін желі тереңдігін арттыру тиімділіктің шектеулі ғана өсуін қамтамасыз ететінін көрсетті, себебі ядро өлшемдерінің өзгерістеріне қарамастан, терең емес желілердің өзінде жоғары дәлдікке (~97–98 %) қол жеткізіледі. Ал CIFAR-10 деректер жиынтығы үшін желінің бастапқы қабаттарында өлшемі кіші ядроларды пайдалану желі тереңдігін арттырумен үйлескен жағдайда ұсақ бөлшектерден тұратын белгілерді тиімдірек бөліп алуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, кейінгі қабаттарда өлшемі үлкен ядроларды қолдану кескіндердің ажыратымдылығы жоғары болған кезде модельдің жалпылау қабілетін жақсартуға ықпал етеді. Дилатациялық орамдар жоғары ажыратымдылықтағы кескіндермен жұмыс істеу кезінде дәлдікті төмендетпей, әсіресе тереңірек модельдерде, инференс уақытын қысқарту арқылы тиімділіктің айтарлықтай артуын қамтамасыз етеді (256×256 ажыратымдылықта екі есеге дейін жеделдету). Страйдты орамдар есептеу тұрғысынан тиімді болғанына қарамастан, желі тереңдігінің әртүрлі деңгейлерінде кеңістіктік ақпараттың жоғалуына байланысты дәлдіктің тұрақты төмендеуіне алып келеді. Алынған нәтижелер оңтайлы өнімділікке ядро конфигурациясын, орамдау стратегиясын және желі тереңдігін теңгерімді үйлестіру арқылы қол жеткізілетінін көрсетеді. Болашақта әртүрлі деректер жиынтықтарымен және кескін ажыратымдылықтарымен жұмыс істеу кезінде модельдердің тұрақтылығын арттыру мақсатында аталған параметрлерді динамикалық түрде реттей алатын бейімделмелі архитектураларды зерттеу орынды.

Түйінді сөздер: орамды нейрондық желілер (CNN), нейрондық желілер (NN), терең оқыту, жасанды интеллект (AI)

Дәйексөздер үшін: Гозак Я., Палий С., Гончаренко Т. (2026). Күрделілігі төмен деректер жиынтықтарында терең емес орамды нейрондық желілердің (CNN) оңтайлы конфигурацияларын бағалау // Халықаралық ақпараттық және коммуникациялық технологиялар журналы. Т. 7. No. 26. Б. 138-152. <https://doi.org/10.54309/IJICT.2026.26.2.009>. (Ағыл. тіл.).

Мүдделер қақтығысы: Авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

ОЦЕНКА ОПТИМАЛЬНЫХ КОНФИГУРАЦИЙ НЕГЛУБОКИХ СВЁРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ НА ДАТАСЕТАХ НИЗКОЙ СЛОЖНОСТИ

Я. Гозак^{1*}, С. Палий¹, Т. Гончаренко²

¹Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина;

²Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев, Украина.

E-mail: hozakya@fit.knu.ua

Гозак Ярослав — докторант, Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина

E-mail: hozakya@fit.knu.ua, <https://orcid.org/0009-0008-2963-7204>;

Палий Сергей — PhD, ассоциированный профессор, Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина

<https://orcid.org/0000-0001-9742-1116>;

Гончаренко Татьяна — доктор технических наук, профессор, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев, Украина

<https://orcid.org/0000-0003-2577-6916>.

© Я. Гозак, С. Палий, Т. Гончаренко

Аннотация. В настоящем исследовании изучается влияние глубины сети, конфигураций размеров ядер и типов свёрточных слоёв на производительность свёрточных нейронных сетей (CNN) при решении задач классификации изображений. Цель исследования заключается в систематической оценке того, каким образом изменения размера ядра, стратегии свёртки и глубины сети влияют на точность классификации и вычислительную эффективность. Рассматриваются как неглубокие, так и сети умеренной глубины, что позволяет определить относительную значимость модификаций ядер по сравнению с увеличением глубины сети. С использованием наборов данных MNIST и CIFAR-10 оцениваются размеры ядер от 3×3 до 11×11 , конфигурации свёрток, включающие стандартные, дилатированные и страйдовые свёртки, а также глубина сети от двух до восьми свёрточных слоёв при различных разрешениях входных изображений (32×32 , 64×64 , 128×128 и 256×256 пикселей). Результаты показывают, что для простых наборов данных, таких как MNIST, увеличение глубины сети обеспечивает ограниченный прирост эффективности, поскольку высокая точность (~ 97 – 98 %) достигается даже при использовании неглубоких сетей независимо от вариаций размеров ядер. В отличие от этого, для CIFAR-10 использование ядер меньшего размера на ранних слоях в сочетании с увеличением глубины сети позволяет более эффективно выделять мелкодетализированные признаки, тогда как более крупные ядра на последующих слоях способствуют улучшению способности модели к обобщению при высоком разрешении изображений. Дилатированные свёртки обеспечивают заметное повышение эффективности при работе с изображениями высокого разрешения за счёт сокращения времени инференса (до двукратного ускорения при разрешении 256×256) без снижения точности, особенно в более глубоких моделях. Страйдовые свёртки, несмотря на вычислительную эффективность, приводят к устойчивому снижению точности вследствие потери пространственной информации на различных уровнях глубины сети. Полученные результаты свидетельствуют о том, что оптимальная производительность достигается благодаря сбалансированному сочетанию конфигурации ядер, стратегии свёртки и глубины сети.

В дальнейшем целесообразно исследовать адаптивные архитектуры, способные динамически регулировать указанные параметры для повышения устойчивости моделей при работе с различными наборами данных и разрешениями изображений.

Ключевые слова: Свёрточные нейронные сети (CNN), нейронные сети (NN), глубокое обучение, искусственный интеллект (AI)

Для цитирования: Гозак Я., Палий С., Гончаренко Т. (2026). Оценка оптимальных конфигураций неглубоких свёрточных нейронных сетей на датасетах низкой сложности // Международный журнал информационных и коммуникационных технологий. Т. 7. No. 26. Стр. 138-152. <https://doi.org/10.54309/IJICT.2026.2.009>. (На англ.).

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Introduction.

Recent advances in computer vision have accelerated progress in robotics and automated systems, supporting applications such as autonomous vehicles, unmanned aerial vehicles (UAVs), and industrial automation. At the core of these systems lies the capacity to interpret visual information accurately and efficiently, a task predominantly driven by convolutional neural networks (CNNs). Although CNNs have achieved outstanding results in image classification, object detection, and scene understanding, their performance is highly dependent on architectural choices, including network depth, kernel design, and dataset characteristics.

For robotics and autonomous navigation, particularly in UAVs, efficient and reliable vision systems are essential to ensure real-time decision-making in dynamic environments. Designing CNNs that strike a balance between accuracy, computational efficiency, and robustness remains challenging. Large, deep networks (Jordan, 2024; He et al., 2016) can achieve strong accuracy on datasets such as CIFAR-10 (Krizhevsky, 2009) and ImageNet (Deng et al., 2006), but their computational demands are often incompatible with the constraints of embedded and edge devices. This motivates the study of smaller architectures, where trade-offs between kernel configuration, convolutional strategies, and network depth play a decisive role.

Computation efficiency is influenced by kernel parameters such as size, stride (LeCun et al., 1998; Krizhevsky et al., 2012), and dilation (Yu et al., 2016; Chen et al., 2018). Early architectures such as AlexNet (Krizhevsky et al., 2012) employed large kernels in the initial layers to capture spatial structure and reduce image resolution at an early stage, thereby lowering the computational burden of subsequent layers. However, large kernels have seen limited adoption because they often fail to preserve fine-grained details (Simonyan et al., 2015). Strided convolutions can simultaneously enlarge the receptive field and reduce resolution, replacing pooling in some designs, but they commonly sacrifice spatial precision. Dilated convolutions, introduced by Yu and Koltun (Yu et al., 2016), expand the receptive field without additional parameters, enabling efficient aggregation of multi-scale contextual information, particularly in images with high spatial redundancy.

We hypothesize that the interplay between kernel configuration and network depth

strongly influences CNN performance, especially in resource-constrained scenarios. While shallow networks help isolate the effects of kernel modifications, increasing depth allows us to investigate how these effects scale as architectures grow more complex.

We jointly study kernel size, convolution type (standard/strided/dilated), and depth across MNIST (LeCun et al., 1998) and CIFAR-10 at multiple resolutions to quantify impacts on accuracy, efficiency, and generalization.

Materials and methods.

The MNIST and CIFAR-10 datasets have served as foundational benchmarks for evaluating the performance of Convolutional Neural Networks (CNNs) in image classification tasks. Over the years, numerous studies have explored CNN architectures and their performance on these datasets, contributing to a deeper understanding of the design and optimization of neural networks.

LeNet, one of the earliest CNN architectures, was designed for handwritten digit classification on MNIST and achieved remarkable accuracy for its time. Despite its simplicity, LeNet remains relevant as a baseline for shallow networks on MNIST and other small datasets. However, its limited depth and capacity make it less effective on more complex datasets like CIFAR-10, which contain higher variability in object categories and more intricate features (LeCun et al., 1998).

Subsequent architectures such as AlexNet and GoogLeNet have demonstrated significant improvements in handling larger and more complex datasets, including CIFAR-10. AlexNet introduced innovations like ReLU activations and dropout, which improved network performance and generalization. GoogLeNet leveraged inception modules to reduce computational complexity while maintaining high accuracy, laying the groundwork for efficient model design (Krizhevsky et al., 2012).

ResNet (Residual Networks) revolutionized CNN architecture by introducing skip connections, which address the vanishing gradient problem in deep networks. This innovation allowed for the successful training of much deeper networks, achieving state-of-the-art performance on CIFAR-10. ResNet-20 to ResNet-56, in particular, demonstrated the value of residual blocks in improving feature learning while maintaining computational efficiency (He et al., 2016).

Beyond traditional architectures, studies have proposed more compact and efficient models tailored for CIFAR-10 and similar datasets. For example, the High Performance SqueezeNex architecture optimized the design of convolutional layers to balance accuracy and efficiency on resource-constrained devices. Similarly, CondenseNeXt achieved high accuracy while significantly reducing computational costs, making it suitable for embedded systems and edge applications (Duggal et al., 2020).

Adaptive and structured CNN designs have also been explored for these datasets. A Structurally Regularized CNN Architecture via Adaptive Subband Decomposition employed an adaptive filter bank structure to improve feature extraction and reduce redundancy in the network. This approach demonstrated state-of-the-art performance on both MNIST and CIFAR-10 while lowering computational costs (Sinha et al., 2025).

In summary, a wide range of architectures and methodologies have been developed

to optimize CNN performance on MNIST and CIFAR-10. These studies highlight the evolution of CNN design from simple, shallow networks to highly optimized, efficient architectures capable of tackling diverse challenges presented by modern datasets.

Understanding the impact of kernel configurations in shallow convolutional neural networks (CNNs) is critical for designing efficient and accurate models, particularly when dealing with datasets like MNIST and CIFAR10. The following methodologies outline approaches to systematically analyze kernel size importance:

Network configuration for test setup

We used the following common setup across all training iterations:

- Optimizer: Stochastic Gradient Descent
- Batch size: 16
- Momentum: 0
- Weight decay: no
- Data preprocessing: No data augmentation. We only scale resolutions per

Methodology-B

For kernel configuration tests we use a network similar to the inner module described by Isong N. (Isong, 2025) such that it has the first convolutional layer followed by max pooling layer and the second conv layer also followed by max pooling one. The last layer is traditionally an FC layer as shown in Figure 1(a). The architecture is also depicted in Table 1.

Table 1. Example 2-layered architecture for 32x32 image

Type	Filter shape	Input size
Conv	$N \times N \times 3 \times 32$	$32 \times 32 \times 3$
Max pooling	Pool 2×2	$32 \times 32 \times 32$
Conv	$M \times M \times 32 \times 64$	$16 \times 16 \times 32$
Max pooling	Pool 2×2	$16 \times 16 \times 64$
FC	4096×10	$8 \times 8 \times 64$
Softmax	Classifier	$1 \times 1 \times 10$

Each model was trained for 10 epochs. Normally 10 epochs is not enough for most networks (Jordan, 2024), but as we show further this number of epochs provides good balance between training speed and training completeness, considering small network size and absence of data augmentation. Learning rate is set constant to 0.05.

Controlled Experimental Design.

To isolate the effects of kernel configuration, experiments are structured to minimize interference from other variables.

Grid Search: Systematically vary kernel sizes across all combinations for the first and second convolutional layers (e.g., 3x3, 3x5, ..., 11x11) as well as change other parameters (stride, dilation) and depth. Analyze their effects on accuracy and computational cost.

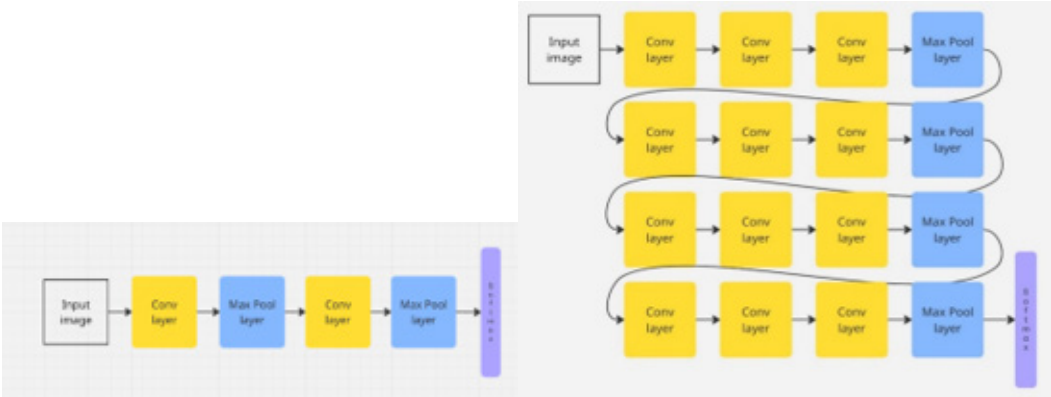


Fig. 1. Experiment model architecture.

For deeper networks (layers 3-9) we increase number of max pool operations up to 4 depending on layers number. Also we shift max pool operations to be so they are placed evenly across the layers as shown in Figure 1(b).

We also train those models for 20 epochs. Learning rate is set to 0.05 for the first 10 epochs and then decreased to 0.01 for remaining 10 epochs, following the approach of (Mehta et al., 2018; Mehta et al., 2019).

Table 2. Example 9-layered architecture for 32x32 image

Type	Filter shape	Input size
Conv	$N \times N \times 3 \times 32$	$32 \times 32 \times 3$
Conv	$M \times M \times 32 \times 32$	$32 \times 32 \times 32$
Conv	$3 \times 3 \times 32 \times 32$	$32 \times 32 \times 32$
Max pooling	Pool 2×2	$32 \times 32 \times 32$
Conv	$3 \times 3 \times 16 \times 64$	$16 \times 16 \times 32$
Conv	$3 \times 3 \times 64 \times 64$	$16 \times 16 \times 64$
Max pooling	Pool 2×2	$16 \times 16 \times 64$
Conv	$3 \times 3 \times 64 \times 128$	$8 \times 8 \times 64$
Conv	$3 \times 3 \times 128 \times 128$	$8 \times 8 \times 128$
Max pooling	Pool 2×2	$8 \times 8 \times 128$
Conv	$3 \times 3 \times 128 \times 125$	$4 \times 4 \times 128$
Conv	$3 \times 3 \times 256 \times 256$	$4 \times 4 \times 256$
Max pooling	Pool 2×2	$4 \times 4 \times 256$
FC	8192×10	$8 \times 8 \times 128$
Softmax	Classifier	$1 \times 1 \times 10$

Fixed Parameters: Keep other hyperparameters, such as learning rate, batch size, and the number of kernels, constant to ensure the focus remains on kernel size.

Dataset Resolution: Test the models on datasets at multiple resolutions (e.g., CIFAR-10 scaled to 32x32, 64x64, 128x128 and 256x256 pixels) to examine the correlation

between kernel size and input image dimensions for the best results.

Performance Metrics and Visualization.

Assess kernel size impact through both quantitative and qualitative metrics:

Accuracy and Loss Curves: Measure classification accuracy and training loss for each kernel configuration.

Computational Cost: Profile the time required for training and inference to understand the trade-off between kernel size and efficiency.

Heatmaps: Plot performance metrics as heatmaps, with the first layer kernel size on one axis and the second layer kernel size on the other.

Discussion and results.

MNIST and CIFAR-10 datasets allow us to pay more attention to details such as kernel size configuration and iterate experiments fast thanks to small size of images. Despite having images of comparable size, the datasets are quite different in complexity. While MNIST provides simple images of handwritten digits CIFAR-10 provides comparatively complex images of environment such as trucks, buildings of animals, even though the images are very simplified due to their size.

Assessing kernel size impact on accuracy with original datasets

Each configuration is trained on MNIST and CIFAR-10 across predefined kernel/resolution grids (see Methodology-B).

The first layer consists of 16 channels and the second layer consists of 32 channels. It is important to ensure the number of channels in each layer is devisable by 32 (most common architectures have their first layers with exactly 32 channels and double this number during each down sampling). The reason for it is that GPU kernels run threads in groups of 32, which means that different numbers of channels leads to inefficient use of GPU threads during training (Hozak et al., 2024)

Table 3. Best network results for channels' configurations on CIFAR-10

Channels configuration	Best accuracy, %	Time, ms	Model configuration
16, 32	63.15	0.093	3x3, 5x5
32, 32	62.80	0.148	3x3, 11x11
32, 64	70.24	0.131	3x3, 11x11

Although, as said above, it is reasonable to choose the first layer with 32 channels we found it inefficient for simple datasets. As shown in Table 3, for the same training setup model accuracy slightly drops to 62 % while inference time increases considerably on CIFAR-10 dataset. Under the training schedule in Sec. 3A, this configuration likely requires more epochs for convergence (see Figure 2).

We can see that in the case of both layers having equal number of 32 channels the best result demonstrates a network with the second layer of 11x11. It suggests that the first layer may contain too much redundant/duplicate information and big kernel size helps to better generalize information. After training models for 30 epochs, a model with a configuration 3x3 in the first layer and 9x9 in the second layer demonstrates the best results

(see Figure 3). Also, we see that further improvements do not happen after 20 epochs for this configuration. Some configurations experience accuracy jittering in later epochs that suggest the network size is not sufficient to effectively classify images with complex features from CIFAR-10.

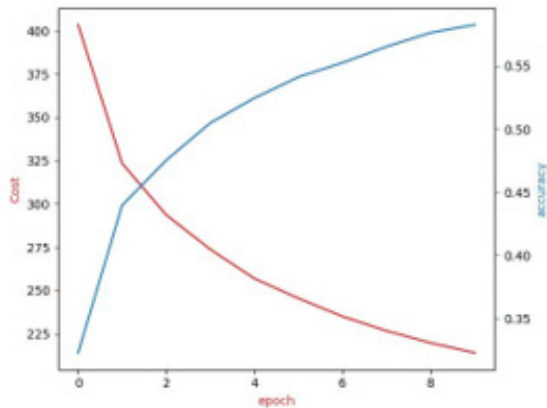


Fig. 2. Accuracy/cost per epoch chart for best network configuration (5x5, 11x11) with 32 channels in each layer on CIFAR-10 dataset.

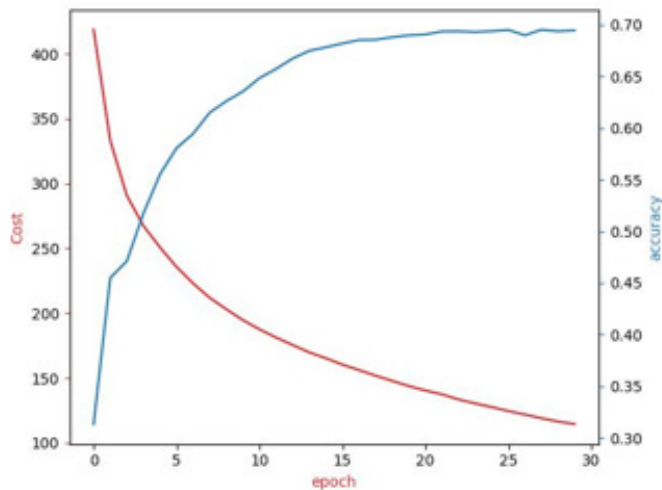


Fig. 3. Accuracy/cost per epoch chart for best network configuration (3x3, 9x9) with 32 channels in each layer on CIFAR-10 dataset, trained for 30 epochs.

Configuration with 32 and 64 channels proves its applicability for complex datasets. It was possible to gain ~7 % improvement switching from 16,32 to 32,64 channels on CIFAR-10 dataset. Even though for MNIST it does not bring reasonable improvements.

Having simple models with only two layers easily allows us to view how kernel size in each layer impacts accuracy and inference time. But as we will see further 2-layered networks are not capable of successful classification of images even in resolution of 32x32 reaching their performance limit at accuracy around 60 %.

We trained models on original MNIST and on multiple scaled resolutions (see

Methodology-B). The aim is to see an influence of image size related to the same image complexity or number of features on the image.

For this dataset, convolutional neural networks with two layers achieve consistently high accuracy (97–98 %) regardless of kernel configurations (3x3 to 11x11 for both layers). This demonstrates that MNIST, being a simple dataset of handwritten digits, does not require intricate kernel size tuning for effective feature extraction. Many configurations yield satisfactory results. However, the computational time increases significantly:

With scale increase, the execution time increases proportionally.

Table 4. Best network configurations for MNIST dataset of different scales.

Dataset	Acc, %	Time, ms	Config
MNIST	97.99	0,106	7x7, 5x5
MNIST_32x32	98.63	0,390	9x9, 7x7
MNIST_64x64	98.52	0,458	9x9, 3x3
MNIST_128x128	97.86	0,530	3x3, 9x9
MNIST_256x256	97.48	0,911	9x9, 11x11

MNIST, being a dataset with simple features doesn't require many channels for successful processing. Scaling image does not influence accuracy, meaning a shallow network is capable of processing big image successfully but due to small number of layers it requires kernels of bigger size to successfully capture information.

Rich features tend to be too complex for shallow networks and thus result in significantly lower accuracy (Table 5).

Table 5. Best network configurations for CIFAR-10 dataset of different scales

Dataset	Acc, %	Time, ms	Config
CIFAR10	63,15	0,091	3x3, 5x5
CIFAR10_64x64	61,25	0,508	3x3, 7x7
CIFAR10_128x128	56,17	0,642	3x3, 5x5
CIFAR10_256x256	43,04	3,728	7x7, 5x5

Across 32–256px (Table 5), accuracy decreases with scale for 2-layer CNNs; small first-layer kernels are best at low resolutions, while larger second-layer kernels help at higher resolutions, but capacity limits dominate.

Results on CIFAR-10 datasets push for further architecture analysis. We conducted several experiments changing basic convolution layer configuration in attempt to find more efficient layer configuration in shallow networks.

Our intuition is that scaled images contain significant spatial redundancy, allowing both dilated and strided convolutions to perform better. Their inherent trade-offs can be compensated for by the redundancy present in the scaled images.

In further analysis three types of convolution configurations were analyzed: standard convolution (stride 1, dilation 1 – meaning no dilation), dilated convolution (dilation factor

2), and strided convolution (stride 2). Classification accuracy and evaluation time per sample (in milliseconds) were measured to assess performance (see Figure 4).

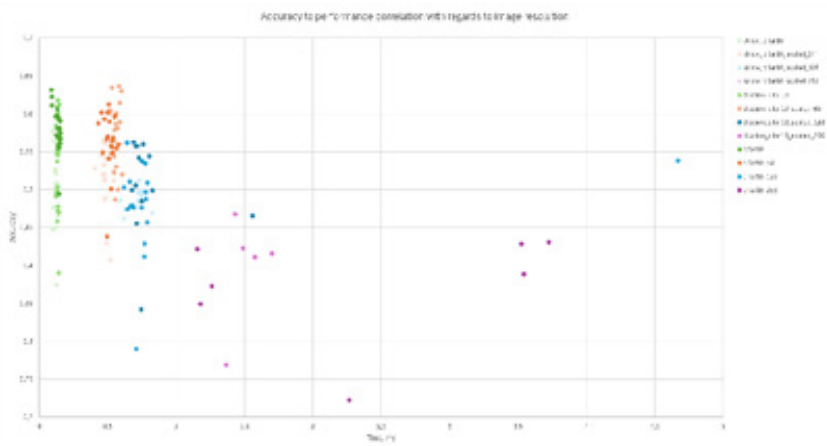


Fig. 4. Models' performance grouped by image resolution.

In our experiments we changed network architecture for strided convolutions by removing max pooling layers. We allow strided layers to do the downsampling instead of max pool layers (Springenberg et al., 2015).

At 32x32 resolution, all configurations performed similarly, with accuracy around 60 % and comparable evaluation times. The low spatial complexity of the images limited the benefits of alternative convolution strategies, and standard convolutions proved effective due to minimal spatial redundancy. At 64x64 resolution, dilated convolutions achieved slightly higher accuracy (up to 64%) compared to standard and strided configurations, which remained around 61 %. Evaluation time for dilated convolutions was similar to standard convolutions (~0.5 ms), showing that dilated convolutions efficiently utilized the increased spatial information.

For 128x128 resolution, dilated convolutions maintained competitive accuracy (~62 %) while reducing evaluation time to ~1.0 ms, compared to 1.8 ms for standard convolutions. Strided convolutions, on the other hand, showed reduced accuracy (~58 %), highlighting their inability to retain fine-grained spatial information. At 256x256 resolution, dilated convolutions significantly reduced evaluation time (1.6 ms vs. 3.5 ms for standard convolutions) while preserving accuracy (~60 %). Strided convolutions suffered the lowest accuracy (~45 %) due to aggressive downsampling, which caused significant loss of detail.

Dilated convolutions best exploit high-resolution redundancy, preserving accuracy with lower latency. However, strided convolutions trade off too much spatial detail unless combined with standard layers. Standard convolutions were effective and computationally efficient for low-resolution images but became less practical as image resolution increased due to overlapping receptive fields and redundant computations.

Our experiments indicate that a ~67 % accuracy ceiling exists for 2-layer networks on CIFAR-10 under the tested configurations. To explore the effect of depth, we extended the analysis to networks with up to 9 layers, using 3×3 kernels in all layers for consistency.

We observed that deeper networks generally improve performance, though the benefits diminish beyond a certain depth. Accuracy fluctuations can be mitigated through careful tuning of training epochs and learning rate schedules; however, simply increasing the number of epochs does not yield improvements unless paired with appropriate learning rate adjustments.

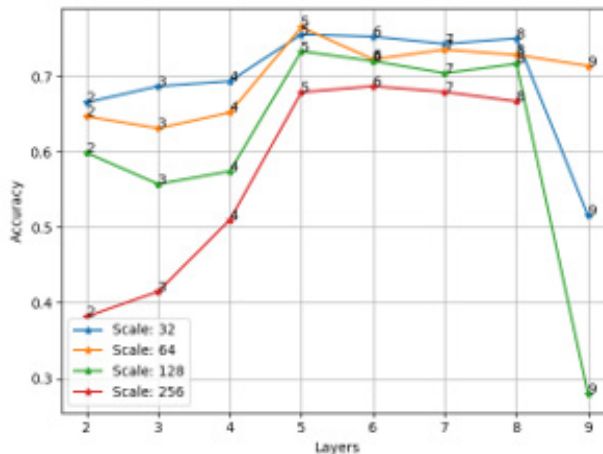


Fig. 5. Model accuracy per layer and dataset scale.

Note: Accuracy for the 9-layer network at 256-pixel resolution is not reported, as the model could not be successfully trained under the declared training configuration.

Figure 5 demonstrates that the highest accuracies across dataset scales were consistently achieved with networks between 5 and 8 layers. Networks deeper than this tend to underperform in the absence of data augmentation, suggesting that depth alone is not sufficient to overcome dataset limitations. Importantly, the accuracy patterns are similar across all explored image resolutions, leading us to conclude that optimal depth is determined more by dataset complexity than by input resolution.

Conclusion.

The experimental results demonstrate that CNN performance depends strongly on the interplay between model depth and convolutional strategy. Increasing depth from two to approximately eight layers consistently enhances classification accuracy on datasets such as CIFAR-10, while further deepening yields diminishing returns in the absence of data augmentation. These findings suggest that the optimal depth of shallow-to-moderate CNNs is primarily determined by dataset complexity rather than input resolution.

Among the convolutional strategies examined, dilated convolutions provide a clear computational advantage at higher image resolutions, enabling faster inference without loss of accuracy due to their ability to expand the receptive field efficiently. In contrast, strided convolutions exhibit persistent degradation in accuracy, indicating that aggressive spatial downsampling compromises fine-grained feature representation.

Overall, these findings indicate that CNN design should be viewed as a joint

optimization problem that integrates depth, kernel configuration, and convolution type. Depth scaling combined with selective use of dilated convolutions offers a promising direction for constructing lightweight yet accurate architectures capable of real-time performance on embedded and edge platforms.

Future work should extend this analysis to more complex and widely used datasets such as ImageNet, in order to determine optimal CNN depth and generalization limits across diverse visual domains. Further research should also focus on developing adaptive or self-configuring architectures capable of dynamically adjusting kernel parameters and convolution types according to dataset complexity and input resolution.

REFERENCES

- Chen L.C., Papandreou G., Kokkinos I., Murphy K., Yuille A.L. (2018). DeepLab: Semantic Image Segmentation with Deep Convolutional Nets, Atrous Convolution, and Fully Connected CRFs, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. — Vol. 40. — No. 4. Pp. 834–848. DOI:10.1109/TPAMI.2017.2699184. [In Eng.]
- Dosovitskiy A., Beyer L., Kolesnikov A., Weissenborn D., Zhai X., Unterthiner T., Dehghani M., Minderer M., Heigold G., Gelly S., Uszkoreit J., Houlsby N. (2021). An Image is Worth 16×16 Words: Transformers for Image Recognition at Scale, in: *Proceedings of the 9th International Conference on Learning Representations, ICLR*. — Vienna, Austria. [In Eng.]
- Deng J., Dong W., Socher R., Li L.-J., Li K., Fei-Fei L. (2009). ImageNet: A Large-Scale Hierarchical Image Database, in: *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. IEEE. — Miami, FL, USA. Pp. 248–255. DOI:10.1109/CVPR.2009.5206848. [In Eng.]
- Duggal J., El-Sharkawy M. (2020). High Performance SqueezeNext for CIFAR-10, in: *Proceedings of the IEEE International Conference on Consumer Electronics*. IEEE. — Las Vegas, NV, USA. Pp. 1–2. DOI:10.1109/ICCE46568.2020.9058217. [In Eng.]
- He K., Zhang X., Ren S., Sun J. (2016). Deep residual learning for image recognition, in *Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR*. — Las Vegas, NV, USA. Pp. 770–778. DOI: 10.1109/CVPR.2016.90. [In Eng.]
- He K., Zhang X., Ren S., Sun J. (2016). Deep Residual Learning for Image Recognition, in: *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2016)*, IEEE. — Las Vegas, NV, USA. Pp. 770–778. DOI:10.1109/CVPR.2016.90. [In Eng.]
- Hozak Y., Paliy S. (2024). Modern Small Networks for Image Classification: Feature Analysis // *Collection of Scientific Papers "Management of Development of Complex Systems"*. — Vol. 60. — Kyiv National University of Construction and Architecture (KNUCA). — Kyiv, Ukraine, DOI: 10.32347/2412-9933.2024.60.221-229. [In Eng.]
- Isong N. (2025). Building Efficient Lightweight CNN Models, arXiv preprint arXiv:2501.15547. Available at: <https://arxiv.org/abs/2501.15547>. [In Eng.]
- Jordan K. (2024). 94% on CIFAR-10 in 3.29 seconds on a single GPU. URL: <https://arxiv.org/pdf/2404.00498>. [In Eng.]
- Krizhevsky A. (2009). Learning Multiple Layers of Features from Tiny Images, Technical Report, University of Toronto, Toronto, ON. — Canada. [In Eng.]
- Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G.E. (2012). ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks, in: *Advances in Neural Information Processing Systems 25 (NIPS 2012)*, Curran Associates, Inc. — Lake Tahoe, NV, USA, Pp. 1097–1105. [In Eng.]
- LeCun Y., Bottou L., Bengio L., Haffner P. (1998). Gradient-based Learning Applied to Document Recognition, *Proceedings of the IEEE*. — Vol. 86. — No. 11. Pp. 2278–2324. DOI:10.1109/5.726791. [In Eng.]
- LeCun Y., Cortes C., Burges C.J.C. (1998). The MNIST Database of Handwritten Digits, Technical Report. — New York University. Available at: <http://yann.lecun.com/exdb/mnist/> [In Eng.]
- Mehta S., Rastegari M., Caspi A., Shapiro L., Hajishirzi H. (2018). ESPNet: Efficient Spatial Pyramid of Dilated Convolutions for Semantic Segmentation, in: *Proceedings of the European Conference on Computer Vision (ECCV 2018)*, Springer. — Munich, Germany. Pp. 552–568. DOI:10.1007/978-3-030-01234-233. [In Eng.]
- Mehta S., Rastegari M., Shapiro L., Hajishirzi H. (2019). ESPNetv2: A Light-weight, Power Efficient, and General Purpose Convolutional Neural Network, in: *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2019)*, IEEE. — Long Beach, CA, USA. Pp. 9190–9200. DOI:10.1109/CVPR.2019.00941.

[In Eng.]

Springenberg J., Dosovitskiy A., Brox T., Riedmiller M. (2015). Striving for Simplicity: The All Convolutional Net, in: Proceedings of the 3rd International Conference on Learning Representations. — San Diego, CA, USA. [In Eng.]

Simonyan K., Zisserman A. (2015). Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition, in: Proceedings of the 3rd International Conference on Learning Representations (ICLR 2015). — San Diego, CA, USA. [In Eng.]

Sinha P., Psaromiligkos I., Zilic Z. (2025). A Structurally Regularized CNN Architecture via Adaptive Subband Decomposition, in: IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems. — Vol. 36. — No. 7. Pp. 12937–12951, DOI: 10.1109/TNNLS.2024.3486181. [In Eng.]

Tan M., Le Q. V. (2021). EfficientNetV2: Smaller models and faster training, in: Proceedings of the 38th International Conference on Machine Learning, PMLR '139, MLR Press. — San Diego, CA, USA. DOI: 139:10096-10106. [In Eng.]

Yu F., Koltun V. (2016). Multi-Scale Context Aggregation by Dilated Convolutions, in: Proceedings of the 4th International Conference on Learning Representations. — San Juan, Puerto Rico. [In Eng.]

**INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND
COMMUNICATION TECHNOLOGIES**

**ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ ЖӘНЕ КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ
ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖУРНАЛЫ**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ИНФОРМАЦИОННЫХ И
КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Собственник:

АО «Международный университет информационных
технологий» (Казахстан, Алматы)

Главный редактор:

Колесникова Катерина Викторовна

Ответственный редактор:

Мрзабаева Раушан Жалиевна

Компьютерная верстка:

Калабай Замзагуль Ертугановна

Сайт журнала: <https://journal.iitu.edu.kz>

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Подписано в печать 30.06.2026.

050040 г. Алматы, ул. Манаса 34/1, каб. 709, тел: +7 (727) 244-51-09).