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

ХАЛЫҚАРАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

INTERNATIONAL UNIVERSITY SINCE 2009

МЕЖДУНАРОДНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

Published since 2020.
Volume 7. 3 (27). 2026
July–September

ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ ЖӘНЕ КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖУРНАЛЫ

2020 жылдан бері шығарылады
Том 7. 3 (27). 2026
Шілде-Қыркүйек

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Издается с 2020 г.
Том 7. 3 (27). 2026
Июль-Сентябрь

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 Rysbaiuly — 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)
Bakhtgerei 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 Yeskendirova — 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 Тулегеновна — 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)

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

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

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

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

Синчев Бахтгерей Куспанович — 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 бизнеса медиа және басқару факультетінің деканы (Қазақстан)

Абдикаликова Замира Турсынбаевна — 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 Максутовна Ескендирова — 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)

Айтмагамбетов 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)

Тадеуш 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)

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

Белощицкая 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)

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

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

Айтмагамбетов 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 Сахибай – кандидат технических наук, профессор, профессор-исследователь кафедры компьютерной инженерии, Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Алмисреб 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)

Белощицкая 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

A Adalbek, S.Ye. Kerimkhulle, K.D. Kuliev, O. Mekesh, Zh.Zh. Khamitova
DEVELOPMENT OF RESULT-ORIENTED DATA SMOOTHING MODELS AND ANALYSIS OF THEIR EFFECTIVENESS 11
A.T. Iskakova, G.E. Kurmankulova, K. Gromaszek, K.O. Togzhanova, R.S. Algozhayeva
APPLICATION OF MACHINE LEARNING AND DEEP LEARNING FOR PREDICTIVE PLANNING AND RESOURCE EFFICIENCY IN PRODUCTION SYSTEMS 30
A.B. Kassymova, R.K. Uskenbayeva, Zh.A. Sydykov, D. Omirzak, S. Kalibekov
ARCHITECTURE OF AN INTELLIGENT CHATBOT FOR SMART CITY: AI-BASED RECEIVING, ANALYSIS AND ROUTING OF CITIZEN REQUESTS 46
O.M. Olzhayev, B.S. Omarov, A. Suliman
YOLO-CBAM: A LIGHTWEIGHT NEURAL NETWORK MODEL WITH INTEGRATED ATTENTION MECHANISM FOR ROAD DAMAGE ANALYSIS 66
K. Yermagambetova, A. Sarsekeyeva, Y. Akhlassov
OVERCOMING FRAGMENTATION IN THE CLASSIFICATION OF DIGITAL CULTURAL HERITAGE: AN INTEGRATIVE MULTIDIMENSIONAL MODEL 78

INFORMATION TECHNOLOGY

D. Abzhanova, S. Sharipova
ARCHITECTURE AND PRACTICAL IMPLEMENTATION OF A DIGITAL PLATFORM FOR MONITORING AND DATA EXCHANGE ON TRANSBOUNDARY WATER RESOURCES IN THE ZHAMBYL REGION 101
A. Aitanuly, O.A. Ussatova
ENHANCING TWO-FACTOR AUTHENTICATION FOR CLOUD HEALTHCARE SECURITY: THE ROLE OF DEEP LEARNING 122
O. Alseitov, O. Kuchanskyi
PHYSICS-INFORMED HYBRID LEARNING FOR HOURLY POWER-PLANT EMISSIONS: A MULTI-POLLUTANT BENCHMARK WITH UNCERTAINTY AND TRANSFER 141
A.M. Akhmetova, D.O. Baizhanova, Zh.N. Alisheva, B.A. Shaimov
ADAPTIVE OUTPUT ROUTER FOR NATURAL LANGUAGE MODELS CONSIDERING KEY PERFORMANCE INDICATORS 160
A.K. Aitim
AUTOMATIC AND SEMI-AUTOMATIC ANNOTATION OF KAZAKH TEXT CORPORA 180
Z.E. Balabayev, S.V. Biloshchytska
HANDWRITTEN TEXT RECOGNITION FOR CHAGATAI MANUSCRIPTS: COMPARING CRNN TRAINING FROM SCRATCH AND TRANSFORMER-BASED TRANSFER LEARNING 198
D.B. Baumuratova, T.K. Zhukabayeva, K.A. Abdrakhmanov, Z. Ahmad, A.A. Seitov
A NEURO-DIGITAL LEARNING MODEL FOR AI DRIVEN DIGITAL TRANSFORMATION IN HIGHER EDUCATION 219
T. Daoyun, G.A. Amirkhanova, Fu Yanwei, Y. Faruzkyzy
MULTIMODAL SEMANTIC MANIPULATION IN FAKE VIDEOS AND ITS INFLUENCE MECHANISM ON USERS' PERCEIVED TRUST 241
Zh. Doumchariyev, J. Tussupov, A. Akynbekova, M. Khassanova, M. Kassim
ENSEMBLE AND HYBRID LEARNING FOR DIGITAL TWIN MILK CLASSIFICATION 258
K.Z. Igibayev, A.Kh. Kozbakova, O. Auelbekov , T. Merembayev, K. Yessentayev
STUDY OF A DYNAMIC MIXING DEVICE IN A BIOREACTOR USING IOT TECHNOLOGIES 279
A.N. Ismukanova, G. Kochshanova, D.V. Pleskachev, Zh. Sarsenbayeva, P. Schmidt
AUTOMATED CLASSIFICATION OF SCIENTIFIC DATA USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE: A COMPARATIVE ANALYSIS OF TRANSFORMER ARCHITECTURES AND HYBRID APPROACHES 306
T. Zh. Kamalov, Ali Abd. Almisreb, Mohammed A. Saleh
INVESTIGATION OF HYBRID QUANTUM-CLASSICAL ALGORITHMS FOR MACHINE LEARNING 323
B. Karimkyzy, K.G. Karasenko, N.A. Alisherov, N.M. Muratbek, A. Karim

KEY PUBLICATIONS OF 2021–2025 ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS IN THE MANUFACTURING AND DIAGNOSTICS OF MEDICAL DEVICES FOR GLYCEMIC MONITORING: A THEMATIC ANALYTICAL REVIEW 338
S.K. Kumyzbaeva, K.E. Baglanbaev, K.S. Sarkyt, M.Zh. Konyrova
THREE-PHASE TRAINING OF INTELLIGENT ENERGY MANAGEMENT FOR A HYBRID ENERGY SYSTEM WITH A CLIMATE-AWARE STATE REPRESENTATION 357
N.E. Karabayev, S.K. Serikbayeva, E. Benkhelif, B. Tassuov
RESEARCH ON THE ROBUSTNESS OF ENSEMBLE MACHINE LEARNING MODELS TO ADVERSARIAL ATTACKS IN INTRUSION DETECTION SYSTEMS FOR IOT NETWORKS 369
M. Nurtas, G. Kapyshev
A METHODOLOGICAL FRAMEWORK FOR THE PREPROCESSING AND INTEGRATION OF GEOSPATIAL AND GEOPHYSICAL DATA FOR MINERAL PROSPECTIVITY PREDICTION USING MACHINE LEARNING 392
A. Neftissov, A. Biloshchytskyi, I. Kazambayev, A. Medetkhan, L. Kirichenko
ENERGY EFFICIENT MICROCLIMATE STABILIZATION FOR SEALED ARCHIVAL STORAGE ENCLOSURES 405
A.Zh. Omurtayeva, U.T. Makhazhanova, A.K. Adilova, Sh.K. Yelezhanova, J. Kultan
AN ADAPTIVE NEURAL-FUZZY MODEL FOR ASSESSING INVESTMENT RISKS IN THE AGRI-INDUSTRIAL COMPLEX: ODERNISATION OF THE DECISION-SUPPORT ARCHITECTURE THROUGH THE INTEGRATION OF MACHINE LEARNING 421
N. Shazhdekeyeva, A. Mukhanbetkaliyeva, A. Abdigaliyeva, A. Zhanekeshova, L. Nurgaliyeva
COMPARATIVE ANALYSIS OF MATHEMATICAL MODELS OF COLLABORATIVE FILTERING IN THE DEVELOPMENT OF A MOVIE RECOMMENDER SYSTEM 445
S. Sharmukhanbet, G. Turmukhanova, O. Findik, V. Makhatova, M. Rakhmetov
AN INTELLIGENT PIPELINE DEFECT DETECTION SYSTEM USING AN IN-PIPE ROBOT 461

INFORMATION SECURITY AND COMMUNICATIONTECHNOLOGIES

S.Z. Daruish, A.U. Utegenova, A.U. Kalizhanova, Zh.Zh. Zhumabekova
MACHINE LEARNING FOR POLLUTION CLASSIFICATION IN ROCKET BOOSTER IMPACT AREAS 480
S.N. Issabayeva, A.K. Rysbayeva, Zh.B. Ibrayeva, N.R. Mussabekov, N.Sh. Akimzhan
MACHINE LEARNING-BASED CYBERATTACK DETECTION IN OT-NETWORKS: A COMPARATIVE ANALYSIS OF NETWORK ANOMALY CLASSIFICATION METHODS 495
G. Shangytbayeva, A.N. Amanov, M.K. Issenova, G.E. Berikkhanova, K.O. Shakerkhan
INFORMATION SECURITY IN GOVERNMENT CLOUD SERVICES: RISK ASSESSMENT AND PROTECTION STRATEGIES 512
Ye. N. Tursynbek, N. Albanbay, D. Djenouri
OPTIMISATION OF COMMUNICATION COSTS IN TWO-TIER FEDERATED LEARNING FOR CYBERATTACK DETECTION IN IOT NETWORKS 529
A. Tastemirov, S.B. Mukhanov, S.T. Amanzholova, B. Aldosh
A COMPARATIVE EVALUATION OF MACHINE LEARNING MODELS FOR ACTIVE DIRECTORY THREAT DETECTION: FEATURE-LEAKAGE CONTROL AND CROSS-SCENARIO VALIDATION ON WINDOWS SECURITY EVENT LOGS 545

МАЗМҰНЫ
ӘЛЕУМЕТТІК-ЭКОНОМИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ДАМЫТУДАҒЫ ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

А Адалбек, С.Е. Керімқұл, К.Д. Кулиев, О. Мекеш, Ж.Ж. Хамитова
ДЕРЕКТЕРДІҢ НӘТИЖЕ БАҒДАРЛАНҒАН ТЕГІСТЕУ МОДЕЛЬДЕРІН ӘЗІРЛЕУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ТИІМДІЛІГІН ТАЛДАУ 11
А.Т. Искакова, Г.Е. Курманкулова, Конрад Громашек, К.О. Тогжанова, Р.С. Алгожаева
ӨНДІРІС ЖҮЙЕЛЕРІНДЕ БОЛЖАМДЫ ЖОСПАРЛАУ ЖӘНЕ РЕСУРСТАРДЫ ҮНЕМДЕУ ҮШІН МАШИНАЛЫҚ ЖӘНЕ ТЕРЕҢ ОҚЫТУДЫ ҚОЛДАНУ 30
А.Б. Касымова, Р.К. Ускенбаева, Ж.А. Сыдыков, Д. Өмірзақ, С. Калибеков
SMART CITY ҮШІН ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ЧАТ-БОТ АРХИТЕКТУРАСЫ: АЗАМАТТАРДЫҢ

ӨТІНІШТЕРІН ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ НЕГІЗІНДЕ ҚАБЫЛДАУ, ТАЛДАУ ЖӘНЕ БАҒЫТТАУ 46
О.М. Олжаев, Б.С. Омаров, A.Suliman
YOLO-CBAM: ЖОЛДЫҢ ЗАҚЫМДАНУЫН ТАЛДАУҒА АРНАЛҒАН ИНТЕГРАЦИЯЛАНҒАН ЗЕЙІН МЕХАНИЗМІ БАР ЖЕҢІЛ САЛМАҚТЫ НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІ МОДЕЛІ 66
К. Ермагамбетова, А. Сарсекеева, Е. Ахласов
ЦИФРЛЫҚ МӘДЕНИ МҰРАНЫ ЖІКТЕУДЕГІ ФРАГМЕНТАЦИЯНЫ ЕҢСЕРУ: ИНТЕГРАТИВТІ КӨПӨЛШЕМДІ МОДЕЛЬ 78

АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Д.Е. Абжанова, С.Е. Шарипова
ЖАМБЫЛ ӨҢІРІНІҢ ТРАНСШЕКАРАЛЫҚ СУ РЕСУРСТАРЫН МОНИТОРИНГТЕУ ЖӘНЕ ДЕРЕКТЕР АЛМАСУҒА АРНАЛҒАН ЦИФРЛЫҚ ПЛАТФОРМАНЫҢ АРХИТЕКТУРАСЫ МЕН ПРАКТИКАЛЫҚ ІСКЕ АСЫРЫЛУЫ 101
А.Айтанұлы, О.А. Усатова
БҰЛТТЫ МЕДИЦИНАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДЕ ЕКІ ФАКТОРЛЫ АУТЕНТИФИКАЦИЯНЫ ЖАҚСАРТУ: ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІНІҢ ҚОЛДАНУ МҮМКІНДІКТЕРІ 122
О. Альсеитов, О. Кучанский
ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫНЫҢ САҒАТТЫҚ ШЫҒАРЫНДЫЛАРЫН ФИЗИКАЛЫҚ ЗАҢДЫЛЫҚТАРДЫ ЕСКЕРЕТІН ГИБРИДТІ ОҚЫТУ: БЕЛГІСІЗДІК ПЕН ТАСЫМАЛДАУДЫ ЕСКЕРЕТІН КӨПЛАСТАУЫШТЫ БЕНЧМАРК 141
А.М. Ахметова, Д.О. Байжанова, Ж.Н. Алишева, Б.А. Шаймов
КРІ КӨРСЕТКІШТЕРІН ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП, ТАБИҒИ ТІЛ МОДЕЛЬДЕРІНЕ АРНАЛҒАН ШЫҒЫС МАРШРУТТАУЫНЫҢ АДАПТИВТІ ЖҮЙЕСІ 160
Ә.Қ. Әйтім
ҚАЗАҚ МӘТІНДІК КОРПУСТАРЫН АВТОМАТТЫ ЖӘНЕ ЖАРТЫЛАЙ АВТОМАТТЫ АННОТАЦИЯЛАУ 180
Ж.Е. Балабаев, С.В. Белощицкая
ШАҒАТАЙ ҚОЛЖАЗБАЛАРЫНЫҢ МӘТІНІН ТАНУ: CRNN-ДІ НӨЛДЕН БАСТАП ОҚЫТУ МЕН ТРАНСФОРМЕР НЕГІЗІНДЕГІ ТРАНСФЕРЛІК ОҚЫТУДЫ САЛЫСТЫРУ 198
Д.Б. Баумуратова, Т.К. Жукабаева, К.А. Абдрахманов, З. Ахмад, А.А. Сеитов
ЖОҒАРЫ БІЛІМ БЕРУДЕ AI НЕГІЗДЕЛГЕН ЦИФРЛЫҚ ТРАНСФОРМАЦИЯҒА АРНАЛҒАН НЕЙРО-ЦИФРЛЫҚ ОҚЫТУ МОДЕЛІ 219
Т. Даоюн, Г. Амирханова, Фу Яньвэй, Е. Фарузқызы
ФЕЙК ВИДЕОЛАРДАҒЫ МУЛЬТИМОДАЛЬДЫ СЕМАНТИКАЛЫҚ МАНИПУЛЯЦИЯНЫҢ ПАЙДАЛАНУШЫЛАРДЫҢ ҚАБЫЛДАЙТЫН СЕНІМІНЕ ӘСЕР ЕТУ МЕХАНИЗМІ 241
Ж. Доумчариева, Д. Тусупов, А. Акынбекова, М. Хасанова, М. Кассим
ЦИФРЛЫҚ ЕГІЗДЕГІ СҮТ САПАСЫН АНСАМБЛЬДІК ЖӘНЕ ГИБРИДТІ ОҚЫТУ АРҚЫЛЫ ЖІКТЕУ 258
Қ.З. Игибаев, А.Х. Козбакова, О. Әуелбеков, Т. Мерембаев, Қ. Есентаев
БИОРЕАКТОРДА IoT ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП ДИНАМИКАЛЫҚ АРАЛАСТЫРУ ҚҰРЫЛҒЫСЫН ЗЕРТТЕУ 279
А.Н. Исмуканова, Г.Кощанова, Д.В. Плескачев, Ж.Сарсенбаева, П. Шмидт
ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ НЕГІЗІНДЕ ҒЫЛЫМИ ДЕРЕКТЕРДІ АВТОМАТТЫ ТҮРДЕ ЖІКТЕУ: ТРАНСФОРМЕР АРХИТЕКТУРАЛАРЫ МЕН ГИБРИДТІ ТӘСІЛДЕРДІҢ САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУЫ 306
Т.Ж. Камалов, Али Абд. Альмисреб, Мохаммед А. Салех
МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУҒА АРНАЛҒАН ГИБРИДТІ КВАНТТЫҚ-КЛАССИКАЛЫҚ АЛГОРИТМДЕРІН ЗЕРТТЕУ 323
Б. Кәрімқызы, К.Г. Карасенко, Н.А. Әлішеров, Н.М. Мұратбек, А. Кәрім
2021–2025 ЖЫЛДАР АРАЛЫҒЫНДАҒЫ ГЛИКЕМИЯЛЫҚ МОНИТОРИНГКЕ АРНАЛҒАН МЕДИЦИНАЛЫҚ ҚҰРЫЛҒЫЛАРДЫ ӨНДІРУ ЖӘНЕ ДИАГНОСТИКАЛАУДАҒЫ ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ӘДІСТЕРІ БОЙЫНША НЕГІЗГІ ЖАРИЯЛАНЫМДАР 338
С. К. Кумызбаева, К.Е. Багланбаев, К.С. Саркыт, М. Конырова
КҮЙ-ЖАЙДЫ КЛИМАТҚА СЕЗІМТАЛ ҰСЫНУМЕН ГИБРИДТІ ЭНЕРГОЖҮЙЕНІҢ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТІН ҮШФАЗАЛЫ ОҚЫТУ 357
Н.Е. Қарабаев, С.К. Серикбаева, Е. Бенкхелифа, Б. Тасуов

IOT-ЖЕЛІЛЕРІНДЕГІ БАСЫП КІРУДІ АНЫҚТАУЖҮЙЕЛЕРІНДЕ МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫҢ АНСАМБЛЬДІ КҮЛГІЛЕРІНІҢ БӘСЕКЕЛЕС ШАБУЫЛДАРҒА ТӨЗІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ 369
М. Нұртас, Ғ. Капышев
МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ПАЙДАЛЫ ҚАЗБАЛАРДЫҢ ПЕРСПЕКТИВАЛЫЛЫҒЫН БОЛЖАУ ҮШІН ГЕОКЕҢІСТІКТІК ЖӘНЕ ГЕОФИЗИКАЛЫҚ ДЕРЕКТЕРДІ АЛДЫН АЛА ӨҢДЕУ ЖӘНЕ БІРІКТІРУДІҢ ӘДІСТЕМЕЛІК НЕГІЗІ 392
А. Нефтиссов, А. Билощицкий, И. Казамбаев, А. Медетхан, Л. Кириченко
ГЕРМЕТИКАЛЫҚ АРХИВТІК САҚТАУ ҚАПТАМАЛАРЫНДА МИКРОКЛИМАТТЫ ЭНЕРГИЯ ТИІМДІЛІГІН ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП ТҰРАҚТАНДЫРУ 405
Ә.Ж. Омуртаева, У.Т. Махажанова, А.К. Адилова, Ш.К. Ележанова, Я. Култан
АГРОӨНЕРКӘСІПТІК КЕШЕНДЕГІ ИНВЕСТИЦИЯЛЫҚ ТӘУЕКЕЛДЕРДІ БАҒАЛАУҒА АРНАЛҒАН БЕЙІМДЕЛГІШ НЕЙРОНДЫҚ-БҰЛДЫР МОДЕЛЬ: МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫ ИНТЕГРАЦИЯЛАУ АРҚЫЛЫ ШЕШІМ ҚАБЫЛДАУДЫ ҚОЛДАУ СӘУЛЕТІН ЖАҢҒЫРТУ 421
Н. Шаждекеева, А. Мұханбетқалиева, А. Әбдіғалиева, А. Жанекешова, Л. Нұрғалиева
ФИЛЬМДЕРДІ ҰСЫНУ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ КЕЗІНДЕГІ КОЛЛАБОРАТИВТІК СҮЗГІЛЕУДІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕРІН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ 445
С. Шармұханбет, Г. Тұрмұханова, О. Финдик, В. Махатова, М. Рахметов
ҚҰБЫРІШІЛІК РОБОТТЫ ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ ҚҰБЫР АҚАУЛАРЫН АНЫҚТАУДЫҢ ЗИЯТКЕРЛІК ЖҮЙЕСІ 461

АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІК ЖӘНЕ КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРҒА АРНАЛҒАН

С.З. Дәруіш, А.У. Утегенова, А.У. Калижанова, Ж.Ж. Жумабекова
ЗЫМЫРАН ТАСЫМАЛДАУШЫЛАРДЫҢ ҚҰЛАУ АЙМАҚТАРЫНЫҢ ЛАСТАНУЫН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУМЕН ЖІКТЕУ 480
С.Н. Исабаева, А.К. Рысбаева, Ж.Б. Ибраева, Н.Р. Муссабеков, Н.Ш. Акимжан
МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ НЕГІЗІНДЕ ОТ-ЖЕЛІЛЕРІНДЕГІ КИБЕРШАБУЫЛДАРДЫ АНЫҚТАУ: ЖЕЛІЛІК АНОМАЛИЯЛАРДЫ ЖІКТЕУ ӘДІСТЕРІНІҢ САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУЫ 495
Г.А. Шангытбаева, А.Н. Аманов, М.К. Исенова, Г.Е. Берикханова, Қ.О. Шакерхан
МЕМЛЕКЕТТІК ОРГАНДАРДЫҢ БҰЛТТЫ СЕРВИСТЕРІНДЕГІ АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІК: ТӘУЕКЕЛДЕРДІ БАҒАЛАУ ЖӘНЕ ҚОРҒАУ СТРАТЕГИЯЛАРЫ 512
Е.Н. Турсынбек, Н. Албанбай, Д. Дженоури
IOT ЖЕЛІЛЕРІНДЕ КИБЕРШАБУЫЛДАРДЫ АНЫҚТАУ ҮШІН ЕКІ ДЕҢГЕЙЛІ ФЕДЕРАЦИЯЛАНҒАН ОҚЫТУДАҒЫ БАЙЛАНЫС ШЫҒЫНДАРЫН ОҢТАЙЛАНДЫРУ 529
А. Тастемиров, С.Т. Аманжолова, Б. Алдош, С.Б. Муханов
ACTIVE DIRECTORY ЖҮЙЕСІНДЕ ҚАУІПТЕРДІ АНЫҚТАУ ҮШІН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ МОДЕЛЬДЕРІН САЛЫСТЫРМАЛЫ БАҒАЛАУ: WINDOWS ҚАУІПСІЗДІК ОҚИҒАЛАРЫ ЖУРНАЛДАРЫНДА БЕЛГІ ЖЫЛЫСТАУЫН БАҚЫЛАУ ЖӘНЕ КРОСС-СЦЕНАРЛЫҚ ВАЛИДАЦИЯ 545

СОДЕРЖАНИЕ
ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАЗВИТИИСОЦИО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

А Адалбек, С.Е. Керимкулов, К.Д. Кулиев, О. Мекеш, Ж.Ж. Хамитова
РАЗРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТИВНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ МОДЕЛЕЙ СГЛАЖИВАНИЯ ДАННЫХ И АНАЛИЗ ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ 11
А.Т. Искакова, Г.Е. Курманкулова, К. Громашек, К.О. Тогжанова, Р.С. Алгожаева
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО И ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ 30
А.Б. Касымова, Р.К. Ускенбаева, Ж.А.Сыдыков, Д. Омирзак, С. Калибеков
АРХИТЕКТУРА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЧАТ-БОТА ДЛЯ SMART CITY: ПРИЁМ, АНАЛИЗ И МАРШРУТИЗАЦИЯ ОБРАЩЕНИЙ ГРАЖДАН НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА 46
О.М. Олжаев, Б.С. Омаров, A.Suliman
YOLO-CBAM: ЛЕГКОВЕСНАЯ НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ С ИНТЕГРИРОВАННЫМ МЕХАНИЗМОМ ВНИМАНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ДОРОЖНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ 66
К. Ермагамбетова, А. Сарсекеева, Е. Ахласов
ПРЕОДОЛЕНИЕ ФРАГМЕНТАЦИИ В КЛАССИФИКАЦИИ ЦИФРОВОГО КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ:

ИНТЕГРАТИВНАЯ МНОГОМЕРНАЯ МОДЕЛЬ 78

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Д.Е. Абжанова, С.Е. Шарипова
АРХИТЕКТУРА И ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ МОНИТОРИНГА И ОБМЕНА ДАННЫМИ О ТРАНСГРАНИЧНЫХ ВОДНЫХ РЕСУРСАХ ЖАМБЫЛСКОГО РЕГИОНА 101
А. Айтанулы, О.А. Усатова
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДВУХФАКТОРНОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЛАЧНЫХ МЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМ: ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ 122
О. Альсеитов, О. Кучанский
ФИЗИЧЕСКИ ИНФОРМИРОВАННОЕ ГИБРИДНОЕ ОБУЧЕНИЕ ДЛЯ ПОЧАСОВОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЫБРОСОВ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ: МНОГОКОМПОНЕНТНЫЙ БЕНЧМАРК С ОЦЕНКОЙ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ И ПЕРЕНОСИМОСТЬЮ МОДЕЛЕЙ 141
А.М. Ахметова, Д.О. Байжанова, Ж.Н. Алишева, Б.А. Шаймов
АДАПТИВНЫЙ МАРШРУТИЗАТОР ВЫВОДА С УЧЕТОМ КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЛЯ МОДЕЛЕЙ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА 160
Ә.Қ. Әйтім
АВТОМАТИЧЕСКАЯ И ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ АННОТАЦИЯ КАЗАХСКИХ ТЕКСТОВЫХ КОРПУСОВ 180
Ж.Е. Балабаев, С.В. Белощицкая
РАСПОЗНАВАНИЕ РУКОПИСНОГО ТЕКСТА ШАГАТАЙСКИХ РУКОПИСЕЙ: СРАВНЕНИЕ ОБУЧЕНИЯ CRNN С НУЛЯ И ТРАНСФЕРНОГО ОБУЧЕНИЯ НА БАЗЕ ТРАНСФОРМЕРОВ 198
Д.Б. Баумуратова, Т.К. Жукабаева, К.А. Абдрахманов, З. Ахмад, А.А. Сеитов
НЕЙРО-ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ AI 219
Т. Даоюн, Г. Амирханова, Фу Яньвэй, Е. Фарузкызы
МЕХАНИЗМ ВЛИЯНИЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНОЙ СЕМАНТИЧЕСКОЙ МАНИПУЛЯЦИИ В ФЕЙКОВЫХ ВИДЕО НА ВОСПРИНИМАЕМОЕ ДОВЕРИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ 241
Ж. Доумчариева, Д. Тусупов, А. Акынбекова, М. Хасанова, М. Кассим
КЛАССИФИКАЦИЯ КАЧЕСТВА МОЛОКА В ЦИФРОВОМ ДВОЙНИКЕ АНСАМБЛЕВЫМИ И ГИБРИДНЫМИ МЕТОДАМИ 258
К.З. Игибаев, А.Х. Козбакова, О. Ауелбеков, Т. Мерембаев, К. Есентаев
ИССЛЕДОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ДИНАМИЧЕСКОГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ В БИОРЕАКТОРЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ IoT 279
А. Н. Исмуканова, Г.Кощанова, Д.В. Плескачев, Ж.Сарсенбаева, П. Шмидт
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ НАУЧНЫХ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТРАНСФОРМЕРНЫХ АРХИТЕКТУР И ГИБРИДНЫХ МЕТОДОВ 306
Т.Ж. Камалов, Али Абд. Альмисреб, Мохаммед А. Салех
ИССЛЕДОВАНИЕ ГИБРИДНЫХ КВАНТОВО-КЛАССИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ 323
Б. Каримкызы, К.Г. Карасенко, Н.А. Алишеров, Н.М. Муратбек, А. Карим
КЛЮЧЕВЫЕ ПУБЛИКАЦИИ 2021–2025 ГОДОВ ПО МЕТОДАМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОИЗВОДСТВЕ И ДИАГНОСТИКЕ МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ ГЛИКЕМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА 338
С.К. Кумызбаева, К.Е. Багланбаев, К.С. Сарқыт, М.Ж. Конырова
ТРЁХФАЗОВОЕ ОБУЧЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТА ГИБРИДНОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ С КЛИМАТО-ОСВЕДОМЛЁННЫМ ПРЕДСТАВЛЕНИЕМ СОСТОЯНИЯ 357
Н.Е. Қарабаев, С.К. Серикбаева, Е. Бенкхелифа, Б. Тасуов
ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ АНСАМБЛЕВЫХ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ К СОСТЯЗАТЕЛЬНЫМ АТАКАМ В СИСТЕМАХ ОБНАРУЖЕНИЯ ВТОРЖЕНИЙ IOT-СЕТЕЙ 369
М. Нуртас, Г. Капышев
МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ И ИНТЕГРАЦИИ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫХ И ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНО-

СТИ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ 392
А. Нефтиссов, А. Билощицкий, И. Казамбаев, А. Медетхан, Л. Кириченко
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ МИКРОКЛИМАТА В ГЕРМЕТИЧНЫХ АРХИВНЫХ ХРАНИЛИЩАХ 405
А.Ж. Омуртаева, У.Т. Махажанова, А.К. Адилова, Ш.К. Ележанова, Я.Култан
АДАПТИВНАЯ НЕЙРО-НЕЧЕТКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦЕНКИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РИСКОВ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ: МОДЕРНИЗАЦИЯ АРХИТЕКТУРЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПОСРЕДСТВОМ ИНТЕГРАЦИИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ 421
Н. Шаждекеева, А. Муханбеткалиева, А. Абдигалиева, А. Жанекешова, Л. Нургалиева
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ КОЛЛАБОРАТИВНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ПРИ ПОСТРОЕНИИ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ФИЛЬМОВ 445
С. Шармуханбет, Г. Турмуханова, О.Финдик, В.Махатова, М. Рахметов
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ТРУБОПРОВОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВНУТРИТРУБНОГО РОБОТА 461

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

С.З. Дәруіш, А.У. Утегенова, А.У. Калижанова, Ж.Ж. Жумабекова
МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАЙОНОВ ПАДЕНИЯ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ 480
С.Н. Исабаева, А.К. Рысбаева, Ж.Б. Ибраева, Н.Р. Муссабеков, Н.Ш. Акимжан
ОБНАРУЖЕНИЕ КИБЕРАТАК В ОТ-СЕТЯХ НА ОСНОВЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ КЛАССИФИКАЦИИ СЕТЕВЫХ АНОМАЛИЙ 495
Г.А. Шангытбаева, А.Н. Аманов, М.К. Исенова, Г.Е. Берикханова, Қ.О. Шакерхан
ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В ОБЛАЧНЫХ СЕРВИСАХ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ОРГАНОВ: ОЦЕНКА РИСКОВ И СТРАТЕГИИ ЗАЩИТЫ 512
Е.Н. Турсынбек, Н. Албанбай, Д. Дженоури
ОПТИМИЗАЦИЯ КОММУНИКАЦИОННЫХ ЗАТРАТ В ДВУХУРОВНЕВОМ ФЕДЕРАТИВНОМ ОБУЧЕНИИ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ КИБЕРАТАК В IOT-СЕТЯХ 529
А. Тастемиров, С.Т. Аманжолова, Б. Алдош, С.Б. Муханов
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ УГРОЗ В ACTIVE DIRECTORY: КОНТРОЛЬ УТЕЧКИ ПРИЗНАКОВ И КРОСС-СЦЕНАРНАЯ ВАЛИДАЦИЯ НА ЖУРНАЛАХ БЕЗОПАСНОСТИ WINDOWS 545

INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES
ISSN 2708–2032 (print)
ISSN 2708–2040 (online)
Vol. 7. Is.3. Number 27 (2026). Pp. 78–100
Journal homepage: https://journal.iitu.edu.kz
https://doi.org/10.54309/IJICT.2026.27.3.005
IRSTI / ҒТАХР / МРНТИ / 13.61.08; 13.61.11

OVERCOMING FRAGMENTATION IN THE CLASSIFICATION OF DIGITAL CULTURAL HERITAGE: AN INTEGRATIVE MULTIDIMENSIONAL MODEL

K. Yermagambetova[1]*, A. Sarsekeyeva[2], Y. Akhlassov[2]
[1]L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan;
[2]Research Institute «Almaty gen plan», Almaty, Kazakhstan.
E-mail: quralai.sergabylqyzy@mail.ru

Kuralay Yermagambetova — PhD, Associate Professor of the Department of Philosophy, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
E-mail: quralai.sergabylqyzy@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-1620-5794;
Aysulu Sarsekeyeva — Senior researcher of the Limited Liability Partnership «Research Institute «Almaty gen plan», Almaty, Kazakhstan
https://orcid.org/0009-0002-9952-1596;
Yelaman Akhlassov — Junior researcher of the Limited Liability Partnership «Research Institute «Almaty gen plan», Almaty, Kazakhstan
https://orcid.org/0009-0007-2616-3042.

© K. Yermagambetova, A. Sarsekeyeva, Y. Akhlassov

Abstract. The rapid development of digitisation, three-dimensional modelling, virtual and augmented reality, digital archiving, and platform-based storage has significantly expanded the scope of digital cultural heritage. Contemporary digital heritage includes resources created directly in digital environments, such as websites, digital art, virtual museums, video games, and spatial models. However, existing classification approaches remain fragmented, and no unified analytical framework simultaneously addresses the cultural, technical, functional, and institutional dimensions of digital heritage. This study develops an integrative multidimensional classification model based on a conceptual analysis of international normative documents, recent scholarship on heritage studies and digital infrastructures, and a comparative review of existing classificatory, informational, and functional models. The proposed model comprises five interrelated dimensions and enables a single digital object to be classified across multiple parameters. This multidimensional approach provides a more comprehensive framework for analysing cultural functions, institutional affiliation, social significance, and the long-term sustainability of digital cultural heritage.

Keywords: digital cultural heritage, multidimensional model, digitisation,

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

digital archives, born-digital, digital information portal, GIS map

For citation: Yermagambetova K., Sarsekeyeva A., Akhlassov Y. (2026). Overcoming fragmentation in the classification of digital cultural heritage: an integrative multidimensional model // International journal of information and communication technologies. Vol. 7. No. 27. Pp. 78–100. https://doi.org/10.54309/IJICT.2026.27.3.005. (In Russ.).

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

Acknowledgements. *The research was carried out within the grant funding of the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan AP26105029 «Creation of a digital information portal (dip) for the conceptualization and protection of architectural monuments of history and culture in Almaty».*

ЦИФРЛЫҚ МӘДЕНИ МҰРАНЫ ЖІКТЕУДЕГІ ФРАГМЕНТАЦИЯНЫ ЕҢСЕРУ: ИНТЕГРАТИВТІ КӨПӨЛШЕМДІ МОДЕЛЬ

К. Ермагамбетова[1]*, А. Сарсекеева[2], Е. Ахласов[2]

[1]Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан;
[2]«Алматы бас жоспар» ғылыми зерттеу институты», Алматы, Қазақстан.
E-mail: quralai.sergabylqyzy@mail.ru

Ермагамбетова Куралай — философия докторы (PhD), философия кафедрасының қауымдастырылған профессоры м.а., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
E-mail: quralai.sergabylqyzy@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-1620-5794;
Сарсекеева Айсулу — ғылыми қызметкер, «Алматы бас жоспары» ғылыми зерттеу институты, Алматы, Қазақстан
https://orcid.org/0009-0002-9952-1596;
Ахласов Еламан — кіші ғылыми қызметкер, «Алматы бас жоспары» ғылыми зерттеу институты, Алматы, Қазақстан
https://orcid.org/0009-0007-2616-3042.

© К. Ермагамбетова, А. Сарсекеева, Е. Ахласов

Аннотация. Цифрландыру, үшөлшемді модельдеу, виртуалды және толықтырылған шынайылық, цифрлық мұрағаттау және платформалық сақтау технологияларының қарқынды дамуы цифрлық мәдени мұраның ауқымын едәуір кеңейтті. Қазіргі цифрлық мәдени мұра құрамына цифрлық ортада бастапқыда жасалған веб-сайттар, цифрлық өнер туындылары, интерактивті инсталляциялар, бейнеойындар, виртуалды мұражайлар және кеңістіктік модельдер кіреді. Сонымен қатар, оларды жіктеуге арналған қолданыстағы тәсілдер әлі де фрагменттелген күйінде қалып отыр. Цирфлық мәдени мұраның мәдени, техникалық, функционалдық және институционалдық сипаттарын бір мезгілде ескеруге мүм-

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

кіндік беретін бірыңғай аналитикалық моделі әлі қалыптасқан жоқ. Зерттеудің мақсаты – цифрлық мәдени мұраны жіктеудің интегративті көпөлшемді моделін әзірлеу. Зерттеу халықаралық нормативтік құжаттарды, мәдени мұра, цифрлық мұра, мұрағаттау және цифрлық инфрақұрылым салаларындағы заманауи ғылыми еңбектердің тұжырымдамалық талдауға, сондай-ақ қолданыстағы жіктеу, ақпараттық және функционалдық модельдерді салыстыруға негізделген. Зерттеу нәтижесінде өзара байланысты бес өлшемнен тұратын модель ұсынылады. Бірөлшемді типологиялардан айырмашылығы, модель бір цифрлық объектіні бірнеше параметр бойынша бір мезгілде сипаттауға мүмкіндік береді. Мұндай тәсіл мәдени функцияларды, институционалдық тиесілікті, әлеуметтік маңыздылықты және тұрақтылықты анықтауға жағдай жасайды.

Түйінді сөздер: цифрлық мәдени мұра, көпөлшемді модель, цифрландыру, цифрлық мұрағат, born-digital, цифрлық ақпараттық портал, ГИС-карта

Дәйексөздер үшін: Ермагамбетова К., Сарсекеева А., Ахласов Е. (2026). Цифрлық мәдени мұраны жіктеудегі фрагментацияны еңсеру: интегративті көпөлшемді модель // Халықаралық ақпараттық және коммуникалық технологиялар журналы. Т. 7. No 27. Б. 78–100. https://doi.org/10.54309/IJICT.2026.27.3.005. (Орыс. тіл.).

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

Алғыс. *Зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі Ғылым комитетінің AP26105029 «Алматы қаласының тарихы мен мәдениетінің сәулет ескерткіштерін концептуалдау және қорғау үшін цифрлық ақпараттық порталды (ЦАП) құру» гранттық қаржыландыру аясында орындалды.*

ПРЕОДОЛЕНИЕ ФРАГМЕНТАЦИИ В КЛАССИФИКАЦИИ ЦИФРОВОГО КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ: ИНТЕГРАТИВНАЯ МНОГОМЕРНАЯ МОДЕЛЬ

К. Ермагамбетова[1]*, А. Сарсекеева[2], Е. Ахласов[2]

[1]Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан;

[2]Научно-исследовательский университет «Алматы ген план», Алматы, Казахстан.

E-mail: quralai.sergabylqyzy@mail.ru

Ермагамбетова Куралай — доктор философии (PhD), ассоциированный профессор кафедры философии Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: quralai.sergabylqyzy@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-1620-5794;

Сарсекеева Айсулу — старший научный сотрудник Научно-исследовательского института «Алматы ген план», Алматы, Казахстан

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

https://orcid.org/0000-0001-9201-1118;
Ахласов Еламан — малдший научный сотрудник Научно-исследовательского института «Алматы ген план», Алматы, Казахстан
https://orcid.org/0009-0007-2616-3042.

© К. Ермагамбетова, А. Сарсекеева, Е. Ахласов

Аннотация. Стремительное развитие технологии оцифровки, трехмерногоо моделирования, виртуальной и дополненной реальности, цифрового архивирования и платформенного хранения существенно расширило границы цифрового культурного наследия. Современное цифровое наследие включает ресурсы, изначально созданные в цифровой среде, включая веб-сайты, цифровое искусство, интерактивные инсталляции, видеоигры, виртуальные музеи и пространственные модели. Вместе с тем существующие подходы к их систематизации остаются фрагментриованными. Отсуствует единая аналитическая модель, позволяющая одновременно учитывать культурные, технические, функциональные и институциональные характеристики цифрового наследия. Цель исследования заключается в разработке интегративной многомерной модели классификации цифрового культурного наследия. Исследование основано на концептуальном анализе международных нормативных документов и современных публикаций в области исследований наследия и цифровых инфраструктур, а также на сравнении существующих классификационных, информационных и функциональных моделей. В результате предложена модель, включающая пять взаимосвязанных измерений. В отличие от одномерных типологий, данная модель допускает одновременное описание одного объекта по нескольким параметрам. Это позволяет выявлять культурные функции, институциональную принадлежность, социальную значимость и устойчивость.

Ключевые слова: цифровое культурное наследие, многомерная модель, оцифровка, цифровые архивы, born-digital, цифровой информационный портал, ГИС-карта

Для цитирования: Ермагамбетова К., Сарсекеева А., Ахласов Е. (2026). Преодоление фрагментации в классификации цифрового культурного наследия: интегративная многомерная модель // Международный журнал информационных и коммуникационных технологий. Т. 7. No. 27. Стр. 78–100. https://doi.org/10.54309/IJICT.2026.27.3.005. (На русс.).

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарность. *Исследование проводилось в рамках грантового финансирования Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан AP26105029 «Создание цифрового информационного портала (ЦИП) для концептуализации и защиты архитектурных памятников истории и культуры г. Алматы».*

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

Введение.

Развитие цифровых технологий стало одним из ключевых факторвой трансформации современной сферы культурного наследия. Оцифровка музейных коллекций, архивов и библиотечных фондов, широкое распространение технологий трехмерного сканирования, фотограмметрии, виртуальной и дополненной реальности, цифровых двойников, геоинформационных систем и искусственного интеллекта существенно изменили способы документирования, сохранения, интерпретации и репрезентации культурного наследия. Цифровая среда перестала выполнять исключительно вспомогательную функцию хранения информации и превратилась в самостоятельное пространство производства, распространения и переосмысления культурного наследия (Portales et al., 2018). Первоначально цифровизация наследия преимущественно понималась как перевод аналоговых материалов в цифровой формат. Однако современное цифровое культурное наследие значительно шире процессов оцифровки. Оно включает цифровые копии метарильных и нематериальных объектов культуры, также ресурсы, изначально созданные в цифровой среде (born-digital), креди которых веб-сайты, цифровое искусство, интерактивные выставки, виртуальные музеи, видеоигры, базы данных, цифровые архивы и другие формы цифровой культурной репрезентации. Именно такое понимание закреплено в Хартии ЮНЕСКО о сохранении цифрового наследия, где цифровое наследие определяется как совокупность ресурсов человеческого знания и культурного выражения, созданных в цифровой форме либо преобразованных в нее обладающих устойчивой культурной, научной и социальной ценностью (UNESCO, 2003).

Расширение самого понятия цифрового культурного наследия поставило перед исследоателями новую проблему. Если на раннем этапе развития heritage studies основное внимание уделялось разграничению материального и нематериального наследия, то современная цифровая среда объединяет различной природы, происхождения, функций и институциональной принадлежности. В одной системе цифрового наследия сосуществуют архивные документы, трехмерные модели памятников архитектуры, цифровые мемориалы, виртуальные реконструкции исторических событий, интерактивные образовательные платформы и объекты цифрового искусства. подобное ранhзнообразие существенно усложняет их научное описание и требует пересмотра существующих классификационных подходов.

Современные исследования культурногоо наследия постепенно отходят от объективно-ориентированного понимания наследия, характерного для ранних программ ЮНЕСКО и рассматривают наследие как динамичный процесс производства культурных смыслов, коллективной памяти, идентичности и общественных практик. В этой связи наследие интепретируется как результат взаимодействия различных социальных акторов, институций, экспертных сообществ и культурных практик (Медеуова и др., 2025). Авторы подчеркивают, что своременный этап развития исследований наследия характеризуется переходом от универсалистского и объективного подходов к критическим, акторно-функ-

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

циональным и разнотемпоральным моделям анализа, позволяющим учитывать изменчивость культурных интерпретаций и множественность режимов репрезентации наследия. Подобная трансформация исследовательской парадигмы непосредственно влияет на цифровое наследие. Цифровые технологии становятся инструментом формирования новых культурных практик, способов взаимодействия общества с наследием и механизмов производства исторической памяти.

Несмотря на активное развитие исследований цифрового наследия, существующие подходы к его классификации остаются преимущественно специализированными. Одни исследования сосредоточены на формах культурного наследия и воспроизводят традиционное разделение на материальные и нематериальные объекты (Ahmad, 2026). Другие предлагают технологические классификации цифровых ресурсов, основанные на типах данных, методах трехмерного моделирования, уровня детализации и способах создания цифровых моделей (Grilli et al., 2019). Порталис и соавторы цифровое культурное наследие рассматривают через призму мультимодальных технологий визуализации и взаимодействия с объектами культуры (Portales et al., 2018). Фанвисетсак и Чунг предлагают функциональное разграничение цифровых технологий, различая процессы цифрового документирования и интерактивного взаимодействия с наследием (Phanvisetik et al., 2025).

Отдельное направление исследований связано с разработкой цифровых архивов, информационных моделей и инфраструктуру хранения культурного наследия. Хи, Лиу и Джоу рассматривают цифровое наследие как многоуровневую архивную систему, объединяющую объекты наследия, процессы их сохранения, деятельность институций и цифровые продукты вторичной обработки (Qi et al., 2025). Меуччи и соавторы предлагают интеграцию геометрических, исторических, семантических и функциональных данных при создании информационных моделей архитектурного наследия (Meucci et al., 2025). Мюнстер и Апаллони показывают, что современные цифровые платформаы по прежнему характеризуются неоднородностью форматов данных, несогласованностью метаданных и недостаточной интеропреабельностью, что препятствует созданию единой инфраструктуры цифрового культурного наследия (Munster et al., 2026).

Несмотря на значительное разнообразие исследований, большинство существующих классификаций описывает лишь отдельные аспекты фицрового культурного наследия. Одни модели ориентированы преимущественно на технологические характеристики цифровых объектов, другие на культурную форму наследия, третьи на архивные процессы, информационные модели или функциональные особенности цифровых технологий. В результате один и тот же цифровой объект может одновременно рассматриваться как результат цифрового документтрования, элемент цифрового архива, виртуальная репрезентаиця материального наследия, образовательный ресурс, цифровой двойник, объект общественного взаимодействия или элемент государственной информационной системы. Существующие квалификации как правило фиксируют лишь одно из перечисленных измерений, что существенно ограничивает возможности ком-

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

плексного анализа цифрового наследия. Таким образом, современная научная литература демонстрирует не отсутствие классификаций цифрового культурного наследия, а их концептуальную фрагментацию. Различные дисциплины – культурология, архивоведение, музеология, цифровая гуманитаристика, информационные науки и исследования цифровых технологий используют собственные классификационные основания, которые редко интегрируются между собой. Вследствие этого отсутствует универсальная аналитическая модель, способная одновременно учитывать происхождение цифрового объекта, тип цифрового носителя, форму культурного наследия, функциональное назначение и институциональный контекст его создания, хранения и использования.

Настоящее исследование направлено на преодоление указанной фрагментации посредством разработки интегративной многомерной модели классификации цифрового культурного наследия. В отличие от существующих одномерных подходов, предлагаемая модель объединяет технические, культурные, функциональные и институциональные основания классификации, что позволяет рассматривать цифровое наследие как сложную многокомпонентную систему, отражающую современные процессы цифровой трансформации культуры.

Материалы и методы.

Исследование выполнено в рамках качественного концептуального исследования, направленного на разработу интегративной модели классификации цифрового культурного наследия. В отличи от эмпирических работ, ориентированных на анализ отдельных цифровых коллекций или музейных практик, данное исследование сосредоточено на выявлении концептуальных оснований классификации цифрового культурного наследия посредством систематизации существующих научных подходов и их послдедующего теоретического синтеза. Методологическую основу составил интегративный обхор литературы, позволяющий объядинить результаты исследовании, выполненных в различных дисциплинарных традициях, включая исследования наследия, цифрового наследия, цифровой гуманитаристики, музеологию, архивоведение, информационные науки и исследования цифровых инфраструктур.

Источниковедческую базу исследования составили международные нормативные документы, научные публикации, посвященные цифровому культурному наследию, а также исследования в области информационного моделирования, цифровых архивов и инфраструктуру культурного наследия. В нормативный корпус были включены Хартия ЮНЕСКО о сохранении цифрового наследия (UNESCO, 2003), Ванкуверская декларация. Память мира в цифровую эпоху: оцифровка и сохранение (UNESCO/UBC, 2012). Данные документы использовалисьь для определения понятийного аппарата исследования, прежде всего категорий цифровое наследие, цифровизация наследия и born-digital heritage, а также для анализа международных принципов долгосрочного сохранения цифровых ресурсов.

Научный корпус включал современные исследования, опубликованные преимущественно в международных рецензируемых журналах. В анализ были

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

включены работы, посвященные развитию концепции культурного наследия (Ahmad, 2006), цифровому культурному наследию (Portales et al., 2018), классификации трехмерных цифровых объектов (Grilli et al., 2019), функциональной классификации цифровых технологий в сфере наследия (Phanvisetsak et al., 2025), концептуальному моделированию цифровых архивов (Qi et al., 2025), информационному моделированию исторической архитектуры (Meucci et al., 2025), цифровым инфраструктурам хранения и визуализации трехмерных моделей (Munster et al., 2026), а также исследования, посвященные современным теориям наследия и критическому переосмыслению исследования наследия (Медеуова и др., 2025).

Для выяления различия между понятиями, физическим объектом наследия и его цифровой репрезентации, цифровой документации был применен метод концептуального анализа. Был выполнен сравнительный анализ существующих класиификационных подходов. Для каждой модели определялись объект классификации, используемые критерии систематизации, тип классификационной структуры, возможность описания гибридных объектов и степень ее универсальности. Особое внимание уделялось тому, какие аспекты цифрового наследия лежат в основе классификации. Для выяления повторящихся концептов и аналитических категорий применялся метод тематического кодирования, широко используемый в качественных исследованиях. Используя принципы фасетной классификации, была разработана интегративная многомерная модель цифрового культурного наследия, объединяющая несколько независимых аналитических измерений.

Результаты и обсуждение.

Необходимость систематизации цифрового наследия.

Многообразие объектов, включаемых в сферу цифрового культурного наследия, ставит перед исследователями и практиками задачу их систематизации. Данная задаача имеет таксономическое, методологическое, институциональное и практическое измерение. Таксономическое измерение связаано с необходимостью упорядочить разнородные объекты от оцифрованных средневековых рукописей до цифровых инсталяций, созданных с использованием искусственного интелекта в единую систему категорий, позволяющую их идентифицировать, описывать и сравнивать. Без такой систематизации любое исследование цифрового наследия рискует остаться на уровне разрозненных кейсов не позволяющих выявить общие закономерности и тенденции.

Методологическое измерение обусловлено тем, что разные типы объектов цифрового наследия требуют различных подходов к их сохранению, документированию и интерпретации. Оцифровка материального объектаимеет иные технические и организационные требования, чем сохранение born-digital объекта. Без четкой классификации невозможно разработать адекватные методологии для каждого типа объектов. Систематизация позволяет определить зоны ответственности, согласовать стандарты и обеспечить координацию между институции.

Практическое измерение обусловлено необходимостью разработки кри-

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

териев отбора объектов для оцифровки, определения приоритетов в условиях ограниченных ресурсов и создания эффективных смстем поиска и навигации в цифровых коллекциях. В научной литературе предпринимались различные попытки классификации цифрового культурного наследия. Так, Ахмад предложил фундаментальное разделение на материальноц и нематериальноц наследие, которое затем было адаптировано к цифровому контексту (Ahmad, 2006). Грилли и Ремондино разработали классификацию 3D – цифрового наследия, основанную на метадах его создания, уровнях детализации и целях использования (Grilli et al., 2019). Однако большинство существующих классификаций ориентированы либо на узкие технические аспекты, либо на культурные категории. В данном исследовании предлагается интегративная классияикация, учитывающая как технические, так и культурные параметры, а таже институциональный контекст и социотехнические аспекты бытования цифрового наследия.

Прелагаемая классификация основана на пяти критериях. Каждый из них отражает определенное измерение цифрового культурного наследия. Первый критерий связанао с происхождение объекта. Различается два типа объектов в зависимости от того как они появились в цифровой форме. Born-digital объекты изначально созданы в цифровой форме и не имеют физического аналога. Они не существовали в аналоговой форме и не могут быть оцифрованы в традиционном смсыле. Их сохранение требует иных стратегий. Оцифрованные объекты представляют собой цифровые копии физических объектов, то есть отсканированных рукописи. Различие между born-digital и оцифрованными объектами имеет техническое, культурное и правовое значение. Born-digital объекты часто не имеют оригинала в традиционном смысле, что ставит под вопрос применимость концепта подлинности. кроме того, они создаются в быстро меняющихся технологических средах, что делает их особенно уязвимыми для цифрового устаревания.

Второй критерий зависит от типа носителя. Он отражает форму в котором существует цифровой объект. То есть, текстовые визуальные, аудиовизуальные и пространственные. Данный критерий важен для выбора методов сохранения, форматов хранения и способов презентации. Пространственные объекты требуют иных технологических решений, чем текстовые и аудиовизаульные, и предъявляют более высокие требования к вычислительным ресурсам и пропускной способности каналов.

Третьи критерий – это форма наследия. Восходит к классическому различению, зафиксированному в документах ЮНЕСКО, между материальными и нематериальным наследием. В цифровом контексте это различие сохраняет свое значение. Цифровая репрезентация материального наследия качественно отличается от цифровой репрезентации нематериального наследия. Однако цифровая среда создает новые возможности для документирования нематериального наследия через аудио и видеозаписи, интерактивные платформы для устных историй, цифровые архивы фольклора.

Четвертым критерием является назначение объекта. Отражает цели для которых создается и используется цифровой объект. Документальное назначе-

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

ние связано с архивацией, фиксацией и долгосрочным хранением. Образовательное назначение ориентировано на обучение и просвещение – цифровые выставки, интерактивные гиды, образовательные платформы. Креативное назначение предполагает создание новых произведений на основе наследия. Коммеморативное назначение связано с сохранением памяти. Этот критерий важен для определения приоритетов оцифровки, выбора форматов и дизайна пользовательского интерфейса. Образовательные проекты требуют иных решений, чем архивные или креативные.

Пятый критерий – это институциональный уровень. Отражает масштаб и контекст создания и использования цифрового объекта. Делится на национальные, международные и локальные. Данный критерий важен для понимания того, что, в рамках каких политик, стандартов и ресурсов существует объект, а также для оценки его устойчивости и доступности. Международные проекты имеют более устойчивое финансирование и разработанные стандарты метаданных, но могут быть менее чувствительны к локальным культурным контекстам. Локальные проекты, напротив, менее чувствительны и релеванты для местных сообществ, но уязвимы из-за отсутствия институциональной поддержки.

Предложенная классификация обладает рядом преимуществ. Во-первых, она являетс многомерной, то есть позволяет описывать каждый объект по нескольким параметрам одновременно. Например, 3D-модель Дворца Республики, представленный в рамках Цифрового информационного портала (ЦИП) Алматыгенплан и на портале интерактивная карта Казахстана, может быть охарактеризован следующим образом: 1) создан на основе лазерного сканирования, то есть оцифрованный; 2) тип носителя – 3D-модель, то есть пространственный; 3) форма наследия – здание, то есть материальное; 4) может использоваться как для образовательных, так и для архивных целей, то есть образовательное и документальное назначение; 5) создан в рамках государственной программы «Сакральная география», также в рамках фундаментальных исследований, то есть национальный критерий. Такая характеристика позволяет сразу определить, какие методы сохранения и форматы хранения наиболее подходят, какие институции несут ответственность за объект и для каких целей он может быть использован.

Следующий пример, архив исторических фотографий сообщества «Верный – Алма-ата - Алматы» (Фейсбук страница). Данный объект может быть охарактеризован как оцифрованные фотографии, как сохранение памяти, как низовая инициатива. Такая характеристика сразу выявляет уязвимость объекта, отсуствие институциональной поддержки, зависимость от платформы, на которой размещены фотографии, и необходимость разработки стратегий долгосрочного сохранения.

Предложенная классификация не является нейтральным описанием, она может служить инструментом критического анализа и выявления институциональных и нарративных асимметрий в цифровом наследии. Классификация позволяет выявить эти асимметрии. На основе данных критериев предлагаем визуализацию классификации цифрового культурного наследия в форме таблицы

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

(таблица 1).

Таблица 1. Критерий цифровогоо культурного наследия

Критерий	Категории	Примеры
По происхождению	Born-digital	Цифровое искусство, веб-сайты, цифровые инсталяции, видеоигры
	Оцифровка	Отсканированные рукописи, 3D модели артефактов, оцифрованные фотографии
По типу носителя	Текстовые	Электронные книги, архив документов, цифровые тексты
	Аудио	Народные песни, устные интервью, звуковые архивы
	Визуальные	Цифровые картины, фотографии, сканированные изображения
	Аудиовизуальные	Оцифрованные фильмы, видеозаписи обрядов, документальное видео
	Пространственные	3D-модель юрты, виртуальные реконструкции городища
По форме наследия	Материальные	Скульптуры, здания, артефакты, археологические объекты
	Нематериальные	Музыка, обряды, сказания, языки, традиционнные знания
По назначению	Документальные	Архивы, акты, реестры, юридически значимые документы
	Образовательные	Цифровые выставки, интерактивные гиды, образовательные платформы
	Креативные	Цифровые ремиксы, интерактивные инсталяции, художественые интерпретации
	Коммеморативное	Цифровые мемориалы, виртуальные музеи, памятные сайты
По институциональному уровню	Национальные	КазНЭБ, Цифровой архив РК, интерактивная карта Казахстана
	Международные	Europeana, UNESCO Digital Library, Google Arts & Culture
	Локальные/независимые	Общинные архивы, проекты НПО, частные инициативы, Archcode Almaty

Например, какие объекты преимущественно оцифровываются в рамках государственных программ и какие остаются за пределами официальных реестров. В казахстанском контексте эта асимметрия проявляется особенно отчетливо. Как отмечают Медеуова и Смагуловаа, «объектный подход не позволяет увидеть полноту репрезентационных возможностей номадической культуры и культуры XX века» (Медеуова и др., 2025). Классификация по критериям «форма наследия» и «институциональный уровень» позволяет количественно оценить асимметрию в репрезентации различных категорий культурного наследия. В частности, она дает возможность сопоставить количество объектов советского модернизма, отражающих наследие недавней истории, включенных в государственные реестры, с количеством объектов «сакральной географии». Кроме того, данная классия-

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

икация позволяет сравнить типы объектов, представленных в низовых общественных инициативах, таких как Archcode Almaty, с объектами, репрезентированными на государственных цифровых платформах, например интерактивная карта Казахстана. Также, классификация служит инструментом типологизации цифровой памяти. Разные типы объектов и платформ конструируют разные типы памяти – инвентарную, коммуникативную, сакрально-государственную, экспертно-искусствоведческую. Классификация по критериям позволяет систематизировать различия и выявить, какие типы памяти доминируют в определенных институциональных контекстах.

Дискуссионные аспекты и ключевые вызовы цифровизации культурного наследия

Центральным дискуссионым вопросом цифровизации культурного наследия отсается проблема онтологического статуса цифровой копии. Если, концепт подлинности в классической теории наследия служил пороговым условием для признания объекта наследием (Lixinski, 2022), то в цфировой среде данный концепт подвергается фундаментальному пересмотру.

Бельгийский исследователь К. Ванхаузебрук формулирует проблему с предельной ясностью: «цифровое воспроизведение строится на бинарном коде и не имеет подлинной связи с референтом, в то время как в аналоговом воспроизведении такая физическая связь сохраняется» (Vanhaesebrouck, 2007). Это означает, что цифровая 3D-модельздания, какой бы точной она ни была, не является зданием «в уменьшенном онтологическом статусе», а представляет собой принципиально иной тип объекта, то есть информационный артефакт, существующий по собственным законам.

В контексте архитектурного наследия эта проблема проявляется не менее остро. Каждая цифровая платформа Алматы создает не копию города, а определенную версию памяти о нем. Archcode Almaty фиксирует объекты под угрозой утраты или утраченные (рисунок 1).

Автовокзал «Саяхат» был первой станцией междугородних сообщений, на том момент служил восточными воротами в город. В 2008 году данное здание снесли, признав здание аварийным. Данное здание полностью утрачено. Archcode Almaty как информационный, образовательный портал хранит память о городе.

Сообщество «Верный – Алма-ата – Алматы» поддерживает эмоциональную, коммуникативную память горожан. Сакральная география конструирует сакрально-национальный нарратив. Практики фотограмметрии создают операциональные данные для рестоврации. Ни одна из этих версий не тождественна городу как таковому.

В рамках критического дискурса Л. Ликсински показывает, что концепт подлинности имеет квазибилейскую природу. Он функционирует как советская религия в которую эксперты и институции верят без достаточных оснований (Lixinski, 2022). В результате дискурс о подлинности стал пороговым условием. Без подтверждения подлинности объект не будет рассматриваться в соответству-

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

ющих комиссиях, независимо от его культурной или исторической значимости (Lixinski, 2022).



Рис. 1. Автовокзал Саяхат, который полностью утрачен (примечание: рисунок взят со страницы Archcode Almaty)

Это приводит к тому, что многие объекты, представляющие значительную культурную ценность (например, советский модернизм в Алматы), систематический исключаются из официальных реестро из-за невозможности подтвердить их подлинность в классическом смысле. Таким образом, дискуссия об аутентичности не является отказом от цифровизации, наоборот, представляет собой призыв к рефлексивному подходу. Цифровая репрезентация не должна оцениваться исключительно по критерию похоже или не похоже на оригинал. Должна анализироваться с точки зрения того, какие нарративы она поддерживает, какую память конструирует и чьи интересы обслуживает. Это требует, чтобы цифровая инфраструктура наследия рассматривалась как объект целенаправленной заботы с задачами кросс-верификации данных между платформами, прозрачным указанием источника и даты фиксации. Также с признанием того, что низовые архивы нуждаются в поддержании не меньше, чем государственные реестры (Floridi, 2011; UNESCO, 2003).

Второй дискуссионный аспект связан с понимаанием функции цифрового архива. В классической трактовке архив понимается как хранилище докментов, задача которого обеспечить их сохранность и доступность. Однако цифровая среда трансформирует это понимание. Цифровой архив может выступать как фиксатор, как самостоятельное произведение, как интерактивная среда в которй пользователь становится соавтором смысла. В это контексте показателен опыт британской театральной группы Forced Entertainment, создавшей интерактивный CD-ROM. Архив организован как многослойная, подвижная структура, где пользователь определяет порядок и логику просмотра. Смысл рождается через сопоставление и комбинацию фрагментов. История становится бесконечно модифи-

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

цируемой. Такой архив функионирует как открытое произведение в понимании У. Эко, произведение, изначально задуманное автором как требующее интерпретаций и активногоо участия читателя (Эко, 2024).

Как отмечают исследователи, для Forced Entertainment архив это формальный принцип, форма искусства. в отличие от цифрового фильма, имеющего начало и конец, структура архива не линейна. Пользователь свободен исследовать хаос цифрового нарративного материала (Vanhaesebrouck, 2007). Контрастным примером является DVD-архив Яна Фабра, который, несмотря на использваоние цифровых технологий остается традиционным аудиовизуальным образом без интерактивности. Пользователь может выбрать маршрут, но не может повлиять на содержание. Интерактивность сведена к минимуму, пользватель может выбирать маршрут, но не может повлиять на само исполнение. Его восприятие направляется, а живой компонент минимизирован (Vanhaesebrouck, 2007).

Различие между этими двумя подходами имеет прямое отношение к цифровому наследию. Если цифровой архив понимается как открытое произведение, то пользователь превращается из пассивного зрителя в активного интерпретатора, а сам архив из хранилища фактов в простанство конструирования смыслов. Это особенно важно для архитектурного наследия, где разные нарративы о зданиях могут сосуществовать и взаимодействовать, не требуя унификации.

В контексте Алматы это означает, что цифровой портал не должен стремиться к созданию единственной верной версии истории каждого здания. Напротив, он может стать пространством для множественности интерпретаций, где профессиональная атрибуция, исторические докменты, личные воспоминания и художественные рекострукции сосуществуют как равноправные слои памяти. Однако для этого необходимы не только технические решения, но и институционалтные признание лигитимности множественных нарративов и отказ от монополии на правильную интерпретацию наследия.

Рассмотрение цифрового культурного наследия в рамках социотехнического подхода позволяет интерпретировать цифровизацию как результат взаимодействия цифровых технологий, институциональных механизмов, нормативного регулирования и практик пользвателей. В этом контексте основные вызовы цифровизации приобретают комплексный характер, поскольку обусловлены одновременно техническими органичениями и социальными факторами, определяющими создание, сохранение и использвание цифрового наследия (Lu et al., 2025; Siluitina et al., 2024).

Одной из наиболее значимых проблем цифровое устаревание. Быстрая смена аппаратных платформ, программного обеспечения и форматов хранения данных создает риск постепенной утраты доступа к цифровым объектам культурного наследия. Как отмесчает Стлуитина и соавторы, потеря цифровой информации обусловлена недооценкой ее культурной ценности, отсутствием нормативно-правовой базы, институциональной поддержки и достаточных финансовых ресурсов. Таким образом, проблема цифрового устаревания выходит за рамки вопросов выбора файловых форматов или миграции данных и вклю-

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

чает отсутствие долгосрочной стратегии цифрового сохранения, недостаточную координацию между учреждениями культуры и дефицит специалистов в области цифровой консервации. Анализ Цифрового архива Казахстана показывает, что используемые цифровые форматы не сопровождаются открытой докментацией по их последующей миграции, что потенциально увеличивает риск утраты части цифровых коллекций при изменении программной среды.

Дугим существенным вызовом является обеспечение доуступности и инклюзивности цифрового наследия. Несмотря на раширение цифровых сервисов, возможности доступа к культурному наследию остаются неравномерными. Ограничения обусловлены техническими особенностями цифровых платформ и социальными факторами, свзянными с возрастом пользователей, состоянием здоровья, уровнем цифровой грамотности и территориальной удаленностью. По менеию Лу и соваторов, цифровое культурное наследие всегда функционирует в конкретном культурном и социальном контексте, поэтому цифровые решения должны учитывать разнообразие пользовательских практик и условий доступа. Проведенный анализ платформы интерактивной карты Казахстана, показал отсутствие ряда инструментов цифровой доступности, включая поддержку экранных дикторов, спцеиальные режимы контрастности и оптимизацию работы при низкой скорости интернет соединения, что ограничивает использование ресурса отдельными категориями населения.

Существенное значение приобретает также проблема авторского права и интеллектуальной собсвтенности. Процессы цифровизации сопровождаются необходимостью определения правового статуса цифровых копий, условий их распространения и повторного использования. Наиболее сложные ситуации возникают при работе с объектами XX века, для которых отсуствуют сведения о правообладателях либо имущественные права распределены между несколькими институциями (Siluitina et al., 2024) . в ходе создания цифрового информационного портала по объектам историко-культурного наследия Алматы были выявлены сложности, связанные с публикаией архивных фотографии советского периода, происхождение которых не позволяло однозначно установить обладателя авторских прав. Это потребовало разработки дополнительных процедур атрибуции и определения режима использования цифровых изображений, что существенно усложнило процесс формирования цифровой коллекции.

Не менее важным направлением является обеспечение информационной безопасности цифрового наследия. Цифровые архиы и информационные системы подвержены рискам кибератак, несанкционированного доступа, технических сбоев и потери данных. В рамках социотехнического подхода безопасность рассматривается как результат взаимодейтсвия технических средств защиты, организованных процедур и институциональных механизмов управления (Lu et al., 2025). Следовательно, вопросы резервного копирования и шфрования должны дополняться подготовкой персонала, разработкой регламентов доступа и распределением ответственности между организациями. Анализ достпуной документации Цифрового архива Казахстана не выявил публичной информации о реализу-

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

емой политике кибербезопасности и механизмах защиты цифровых коллекций, что зартудняет оценку устойчивости цифровой инфраструктуры.

Серьезным ограничением развития цифрового культурного наследия остаются ресурсные ограничения. Создание цифровых коллекций, поддержка цифровых платформ, обновление программного обеспечения и долгосрочное хранение данных требуют значительных финансовых вложений и квалифицированных кадров. По наблюдениям Силуитина и соавторов (2024), именно нехватка ресурсов является одной из основных причин неустойчивости проектов цифрового наследия, особенно в странах с ограниченными возможностями финансирования культурной сферы. Анализ инициативы Archcjde Almaty показывает, что ее функционирование во многом обеспечивается деятельностью профессионального сообщества и добровольным участием исследователей. Отсутствие стабильной институциональной поддержки делает подобные проекты уязвимыми к изменениям технологическиеой среды и снижению активности участников.

Наконец, одним из наиболее сложных вызовов является обеспечение интероперабельности цифровых данных. Использование различными организациями собственных моделей описания объектов, форматов хранения и программных решений существенно ограничивает возможности интеграции цифровых ресурсов в единое информационное пространство (Oostwegel et al., 2022). Результаты проведенного исследования показыают, что цифровые платформы Алматы, интерактивная карта Казахстана, сообщество «Верный – Алма-ата - Алматы» функционируют как автономные информационные ресурсы и практически не обмениваются структурированными данными. Вследствие этого сведение об одном и том же объекте распределены между различными платформами, отличаются полнотой описания и не образуют единого цифрового информационного пространства. Подобная фрагментация препятствует формированию целостной цифровой инфраструктуры культурного наследия и ограничивает возможности комплексного использования данных исследователями, специалистами по охране наследия и широкой аудиторий.

Таким образом, проведенный анализ показывает, что основные проблемы цифровизации культурного наследия не могут быть сведены исключительно к технологическим ограничениям. Каждая из выявленных проблем возникает на пересечении технических решений, институциональных механизмов, нормативного регулирования и социальных практик использования цифровыз ресурсов. Именно поэтому преодоление цифрового устаревания, обеспечение инклюзивности, совершенствование правового регулирования, развитие систем информационной безопасности, укрепление ресурсной базы и повышение интероперабельности должны рассматриваться как взаимосвязанные направления формирования устойчивой цифровой экосистемы культурного наследия.

Среди ключевых вызовов цифровизации культурного наследия особое место занимает проблема интероперабельности данных. В отличие от других вызовов цифровизации интероперабельность данных имеет системообразующее значение. Именно она определяет возможность интеграции разрозненных

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

цифровых ресурсов в единую информационную среду. Отсутствие единых стандартов обмена данными приводит к формированих изолированных цифровых платформ. Это затрудняет повторное использование информации, препятствует межведомственному взаимодействию и снижает эффективность цифровой инфраструктуры культурного наследия (Oostwegel et al., 2022).

Одним из наиболее перспективных направлений решения проблемы интероперабельности является примение концепции OpenBIM, основанный на использовании открытых стандартов информационного моделирования зданий и сооружений. OpenBIM обеспечивает совместимость цифровых моделей между различными программными средами. Обмен данными осуществляется на основе открытого стандарта Idustry Foundation Classes (IFC), который используется для унифицированного представления информации в HBIM-системах (Oostwegel et al., 2022). Для организации обмена данными Оствегель и соавторы предлагают использовать взаимодействующих инструментов: руководство по предоставлению информации (IDM) и определение модели представления (MVD). IDM регламентирует процессы информационного взаимодействия между участниками проекта, тогда как MVD определяет требования к цировой модели и обеспечивает автоматизированную проверку ее соотвествия установленным параметрам. Совметсное применение этих имнструментов повышает качество обмена данными и снижает риск потери информации при использовании различных программных платформ (Oostwegel et al., 2022).

Практическая апробация модели на примере совенской усадьбы Мрак подтвердила возможность использования специальизированных категорий данных для описания исторических, пространственных и материальных характеристик объектов культурного наследия, а также продемонстрировала эффективность автоматизированной проверки HBIM-моделей (Oostwegel et al., 2022). Такой подход имеет практическое значениее и для Казахстана. Анализ цифровых платформ показал, что государственные информационные системы, профессиональные проекты, общественные инициативы и фундаментальные исследования функционируют как самостоятельные информационные ресурсы. Каждая из платформ использует собственные принципы описания объектов культурного наследия. Отсутствие единых стандартов обмена данными приводит к дублированию информации, различиям в ее структуре и затрудняет формирование единого цифрового простанства культурного наследия.

В этих условиях внедрение принципов OpenBIM может стать основной для стандартизации цифровых данных и интеграции разрозненных информационных ресурсов. Использование открытых стандартов создает предпосылки для взаимодействия национальных платформ с международными цифровыми системами, такими как Europena (Europeana Foundation, 2025) и Google Arts & Culture (Google Arts & Culture, 2025). Кроме того, OpenBIM позволяет автоматизировать контроль реставрационных проектов и обеспечивает более надежное долгосрочное хранение цифровой информации. Вместе с тем опыт оствегель и соавторов показывает, что эффективность OpenBIM определяется не только использовани-

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

ем открытых стандартов. Не мнее важное значение имеют институциональная готовность к их внедрению, наличие нормативных регламентов и подготовка специалистов. Формированаие единой цифровой инфраструктуры также требует развития междисицплинарного взаимодействия между учреждениями культуры, научными организациями и государственными органами.

Таким образом, интероперабельность не следует рассматривать исключительно как техническую характеристику информационных систем. Она представляет собой важное социотехническое условие формирования единой цифровой экосистемы культурногоо наследия. В этом контексте OpenBIM выступает не только инструментом обмена данными, но и механизмом интеграции цифровых технологий, институциональных практик и процессов управления культурным наследием.

Интегративная многомерная модель

Практическая применимость предложенной интегративной классификации было апробирована на материалах цифрового представления объектов историко-культурного наследия Алматы. В данном случае разработанная цифровая среда рассматривается как инструмент провеорки возможности объединения разнородных данных об одном объекте наследия в рамках единой многомерной структуры. Такой подход приниципиально важен для преодоления фрагментации. Цифровой объект перестает индентифицироваться исключительно по одному признаку, например, формату файла, типу наследия или институциональной принадлежности и получает комплекный профиль, включающий его происхождение, форму представления, функциональное назначение и институциональный контекст.

Одним из инструментов апробации стала ГИС-карта памятников истории и культуры Алматы. В разработанной версии представлены 334 объекта республиканского и 132 объекта местного значения (рисунок 2).

Разработанная интерактивная карта размещена в репозитории GitHub. Пространственная локализация объединена с атрибутивной информацией об объектах, а для памятников предусмотрено отображение расширенных сведений и 3D-материалов. В контексте предлагаемой классийикации ГИС-компонент демонстрирует возможность одновременного соединения как минимум двух измерений: институционального статуса объекта и пространсткенной формы его цифрового представления. При дальнейшем наполнениий подобная структура позволяет дополнить объект историческими, визуальными, документальными и функциональными характеристиками не изменяя общей логики его классификации.

Интегративный принцип более отчетливо реализован в архитектуре цифрового информационного портала. Каждому объекту присваивается уникальный идентификатор, с которым связываются текстовое описание, истоическая информация, адрес и координаты, характеристики объекта, изображения, видеоматериалы, документы, 3D-модель и картографические данные. Таким образом, объект рассматривается не как отдельный файл или запись в реестре, а как составная

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

цифровая информационная единица, объединяющая различные формы данных. В пользовательском интерфейсе эта логика реализется через взаимосвязанные разделы «описание», «карта», «галерея», «документы» и «3D-модель».

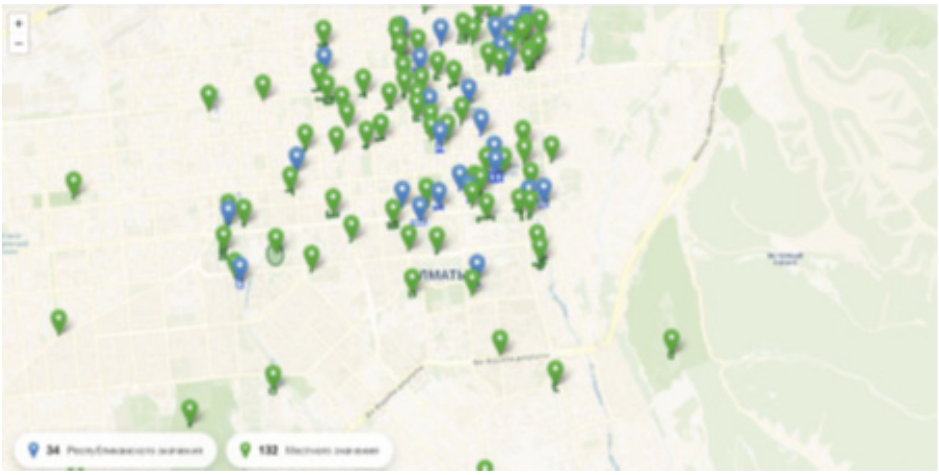


Рис. 2. ГИС-карта памятников истории города Алматы с разграничением памятников республиканского и местного значения (примечание: разработка в рамках фундаментальных исследований)

Особое значение для проверки модели имеет возможность объединения различных типов цифровых носителей. В структуру карточки объекта включены фотографии, видеоматериалы, PDF-документы, катрографические данные и трехмерные модели. Архитектура портала основана на унифицированном шаблоне, который автоматически связывает эти данные с конкретным объектом. Также позволяет расширять состав его цифровых репрезентаций без создания отдельной информационной структуры для каждого нового типа материала. Данный принцип подтверждает целесобразность выделения типа цифрового носителя в качестве самостоятельного измерения интегративной классификации.

Именно эта организация данных позволяет продемонстрировать отличие предлагаемой многрменой модели от традиционной иерархической классификации. Один памятник одновременно может быть представлен как объект материального наследия, оцифрованный ресурс, пространственная модель, совокупность визуальных и документальных материалов, исследовательский и образовательный ресурс, а также объект государственного или местного уровня охраны. При этом отдельные хаарктеристики не конкурируют между собой за место в единственной категории, а образуют взаимодополняющий классификационный профиль (рисунок 3).

Многомерность проявляется и на уровне функционального назначения цифровых данных. Например, фотография объекта может выполнять документальную функцию. 3D-модель выполняет исследовательскую, реставрациионную или образовательную функцию. Архивный документ – источниковедческую, а интерактивная карта может выполнять навигационную и репрезентационную функцию. Следовательно, тип носителя не определяет функцию цифрового ре-

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

сурса автоматически. Разведение этих двух измерений позволяет избежать характерного для ряда существующих классификаций смешения технологического формата и назначения цифрового объекта (рисунок 4).

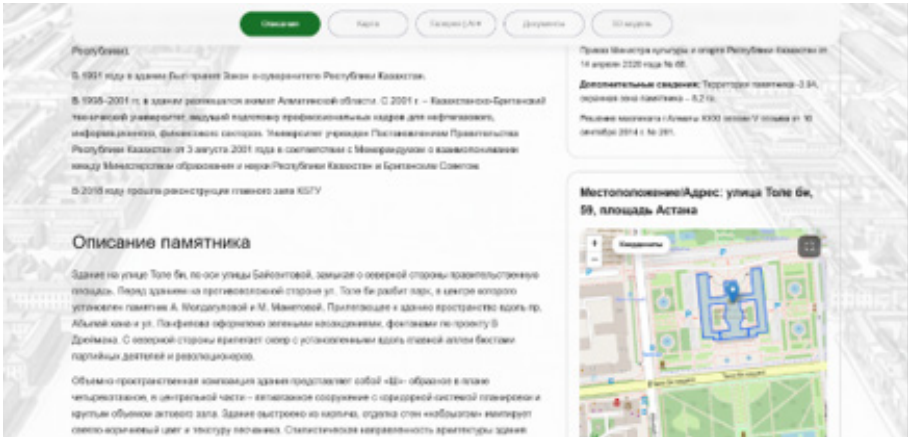


Рис. 3. Многокомпонентная структура цифрового представления объекта культурного наследия ЦИП (примечание: разработка в рамках фундаментальных исследований)

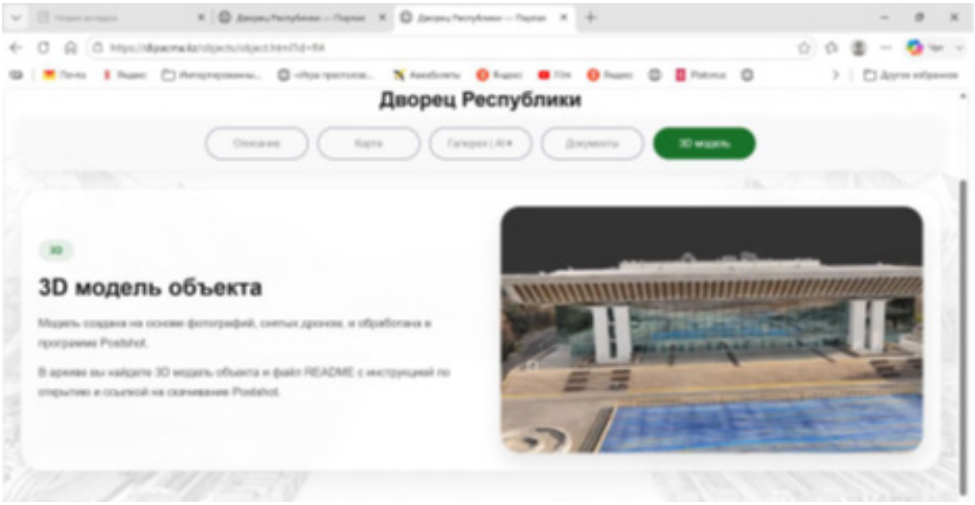


Рис. 4. Интеграция различных цифровых форма (примечание: разработка в рамках фундаментальных исследований)

Разработанная архитектура допускает также включение новых типов данных, возникающих в результате интеллектуальной обработки. В экспериментальном модуле используются архивные и современные фотографии для оценки состояния объектов и формирования прогнозных визуализаций их возможных изменений во времени. Результатом является данные об оценке состояния, прогнозируемой дегредации и синтетическая визуальная репрезентации предлагаемого будущего состояния объекта. В рамках предлагаемой модели такие результаты целесообразно трактовать как производные цифровые данные, связанные с исходным объектом и выполняющие аналитическую и прогностическую функ-

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

ции (рисунок 5).

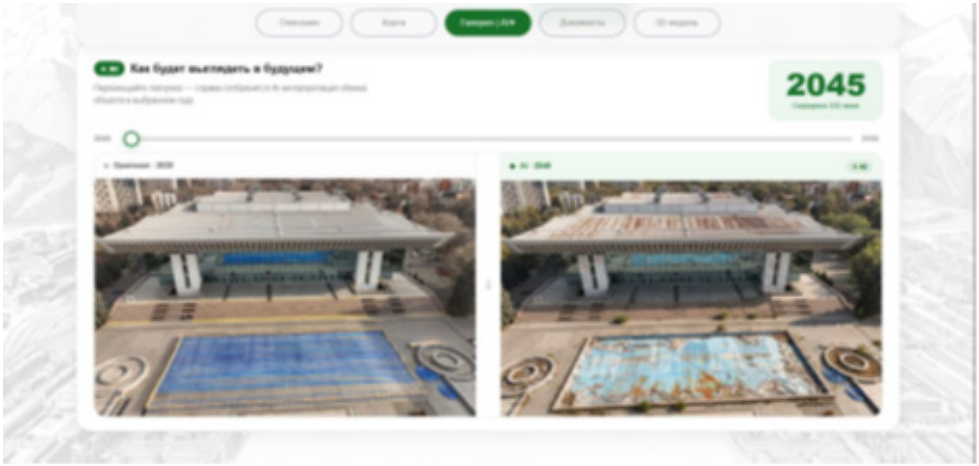


Рис. 5. Пример включения результатов интеллектуального прогнозирования (примечание: разработка в рамках фундаментальных исследований)

Практическая апробация, таким образом, показывает, что многомерная классификация может использоваться как теоретическая типология, так и как принцип организации цифрового знания об объекте наследия. Пространственные координаты, институциональный статус, историческое описание, архивные документы, фотографии, видеоматериалы, 3D-модели и производные аналитические данные могут быть объекденнены вокруг одной информационной сущности, сохраняя при этом собственные классификационные характеристики. Это позволяет избежать ситуации, при которой различные цифровые репрезентации одного памятника существуют как автономные и несвязанные информационные единицы.

Результаты апробации также уточняют смысл понятия «преодоление фрагментации», используемого в настоящем исследовании. Интегративная модель сохраняет специфику каждого измерения, также обеспечивает их аналитическую своеметимость. Цифровой объект получает множественный классификационный профиль. Именно этот принцип отличает предлагаемую модель от классификаций, основанных на одном доминирующем критерии.

Заключение.

Настоящее исследование было направлено на решение одной из ключевых методологических проблем современных исследований цифрового культурного наследия. Проведенный анализ показал, что большинство существующих моделец описывает цифровое наследие через отдельные измерения. Подобная специализация способствует развитию отдельных направлений исследований, однако не позволяет сформировать целостное представление о цифровом объекте как сложной многокомпонентной системе.

Основным результатом исследования стала разработка интегративной многомерной модели классификации цифрового наследия, объединяющий пять

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

взаимодополняюхих критериев. В отличие от традиционных одномерных классификаций предложенная модель позволяет описывать один и тот же объект одновременно нескольких аналитических измерениях,. Такой подход обеспечивает более полное отражение структуры цифрового культурного наследия и учитывать его междисциплинарную природу.

Перспективы дальнейших исследований связаны с эмпирической проверкой разработанной модели на различных типах цифрового культурного наследия. Преодоление фрагментации цифрового культурного наследия связано с разработкой интегративной модели, способной объединить различные аналитические измерения цифрового объекта. Именно такой подход позволяет рассматривать цифровое культурное наследие как сложный, динамичный и многомерный феномен современной культуры и создает методологические предпосылки для дальнейшего развития исследований в области цифрового наследия.

ЛИТЕРАТУРЫ

Ahmad, Y. (2006). The scope and definitions of heritage: From tangible to intangible // International Journal of Heritage Studies. — T. 12. — No. 3. — C. 292–300. DOI: https://doi.org/10.1080/13527250600604639 [На англ.].

Смагулова, А., Медеуова, К. (2025). Глобальные дискуссии о наследии, референсы для Казахстана: Обзор // JETE–JOURNAL OF PHILOSOPHY, RELIGIOUS AND CULTURAL STUDIES. — T. 152. — No. 3. — C. 37-52 [На русс.].

Europeana Foundation. (2025). Europeana. https://www.europeana.eu/ [На англ.].

Floridi L. The Philosophy of Information // Oxford: Oxford University Press (2011). [На англ.].

Google. (2025). Google Arts & Culture. https://artsandculture.google.com/ [На англ.].

Grilli, E., Remondino, F. (2019). Classification of 3D digital heritage // Remote Sensing. — T. 11. — No. 7. Article 847. DOI: https://doi.org/10.3390/rs11070847 [На англ.].

Lixinski L. (2022). Against authenticity // International Journal of Heritage Studies. — T. 28. — No. 11–12. — C. 1213–1227 [На англ.].

Lu J., García-Badell G., Rodriguez J.B. (2025). Digital Heritage from a Socio-Technical Systems Perspective // Heritage. — T. 8. — C. 348. DOI: 10.3390/heritage8090348 [На англ.].

Meucci, A., Bonora, V., Fiorini, L., Conti, A., Corongiu, M., Romanelli, S., & Tucci, G. (2025). Mapping an information model for historic built heritage into the IndoorGML standard: The case of the Pitti Palace // Heritage. — T. 8. — No. 4. Article 115. DOI: https://doi.org/10.3390/heritage8040115 [На англ.].

Münster, S., & Apollonio, F. I. (2026). Digital visualization infrastructures of 3D models in a scientific context // Heritage. — T. 9. — No. 2. Article 59. DOI: https://doi.org/10.3390/heritage9020059 [На англ.].

Oostwegel, L.J.N., Jaud, Š., Muhič, S. et al. (2022). Digitalization of culturally significant buildings: ensuring high-quality data exchanges in the heritage domain using OpenBIM // Herit Sci. — T. 10. — C. 10. DOI: https://doi.org/10.1186/s40494-021-00640-y [На англ.].

Phanvisetsak, S., & Chung, H.-L. (2025). Bridging heritage and technology: Rethinking cultural asset classification through digitalisation // Journal of Cultural Analysis and Social Change. — T. 10. — No. 4. — C. 285–298. DOI: https://doi.org/10.64753/jcasc.v10i4.2803 [На англ.].

Portalés, C., Rodrigues, J. M. F., Rodrigues Gonçalves, A., Alba, E., & Sebastián, J. (2018). Digital cultural heritage // Multimodal Technologies and Interaction. — T. 2. — No. 3. Article 58. DOI: https://doi.org/10.3390/mti2030058 [На англ.].

Siluitina I., Tytar O., Barbash M., Petrenko N., Yepyk L. (2024). Cultural preservation and digital heritage: challenges and opportunities // Amazonia Investiga. — T. 13. — No. 75. — C. 262–273. – DOI:10.34069/AI/2024.75.03.22 [На англ.].

UNESCO. (2003). Charter on the preservation of digital heritage. UNESCO [На англ.].

UNESCO/UBC. (2012). The memory of the world in the digital age: Digitization and preservation // Vancouver Declaration. UNESCO [На англ.].

UNESCO. Charter on the Preservation of Digital Heritage. – Paris, 2003 [На англ.].

UNESCO. (2003). Report by the Director-General on a Revised Draft Charter on the Preservation of the Digital Heritage. – 166 EX/18. – Paris, 12 March. [На англ.].

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

Vanhaesebrouck K. (2007). Digital heritage and performance // Image and Narrative.[На англ.].

Qi, T., Liu, Z., & Zhou, Y. (2025). Digital cultural heritage archives: Conceptual analysis and preliminary framework construction // The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLVIII-M-9-2025. — Pp. 1221–1228. DOI: https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-M-9-2025-1221-2025 [На англ.].

Эко, У. (2018). Открытое произведение. Форма и неопределенность в современной поэтике. Corpus (ACT) [На русс.].

REFERENCES

Ahmad, Y. (2006). The scope and definitions of heritage: From tangible to intangible // International Journal of Heritage Studies. — Vol. 12. — No. 3. — Pp. 292–300. DOI: https://doi.org/10.1080/13527250600604639 [in Eng.].

Europeana Foundation. (2025). Europeana. https://www.europeana.eu/ [in Eng.].

Eko, U. (2018). Otkrytoe proizvedenie7 Formy i neopredelennost v sovremennoi poetike. Corpus (ACT) [in Rus.].

Floridi L. (2011). The Philosophy of Information // Oxford: Oxford University Press. [in Eng.].

Google. (2025). Google Arts & Culture. https://artsandculture.google.com/ [in Eng.].

Grilli, E., Remondino, F. (2019). Classification of 3D digital heritage // Remote Sensing. — Vol. 11. — No. 7. Article 847. DOI: https://doi.org/10.3390/rs11070847 [in Eng.].

Lixinski L. (2022). Against authenticity // International Journal of Heritage Studies. — Vol. 28. — No. 11–12. — Pp. 1213–1227 [in Eng.].

Lu J., García-Badell G., Rodriguez J.B. (2025). Digital Heritage from a Socio-Technical Systems Perspective // Heritage. — Vol. 8. — Pp. 348. DOI: 10.3390/heritage8090348 [in Eng.].

Meucci, A., Bonora, V., Fiorini, L., Conti, A., Corongiu, M., Romanelli, S., & Tucci, G. (2025). Mapping an information model for historic built heritage into the IndoorGML standard: The case of the Pitti Palace // Heritage. — Vol. 8. — No. 4. Article 115. DOI: https://doi.org/10.3390/heritage8040115 [in Eng.].

Münster, S., & Apollonio, F. I. (2026). Digital visualization infrastructures of 3D models in a scientific context // Heritage. — Vol. 9. — No. 2. Article 59. DOI: https://doi.org/10.3390/heritage9020059 [in Eng.].

Oostwegel, L.J.N., Jaud, Š., Muhič, S. et al. (2022). Digitalization of culturally significant buildings: ensuring high-quality data exchanges in the heritage domain using OpenBIM // Herit Sci 10. Pp. 10. DOI: https://doi.org/10.1186/s40494-021-00640-y [in Eng.].

Phanvisetsak, S., & Chung, H.-L. (2025). Bridging heritage and technology: Rethinking cultural asset classification through digitalisation // Journal of Cultural Analysis and Social Change. — Vol. 10. — No. 4. — Pp. 285–298. DOI: https://doi.org/10.64753/jcasc.v10i4.2803 [in Eng.].

Portalés, C., Rodrigues, J. M. F., Rodrigues Gonçalves, A., Alba, E., & Sebastián, J. (2018). Digital cultural heritage // Multimodal Technologies and Interaction. — Vol. 2. — No. 3. Article 58. DOI: https://doi.org/10.3390/mti2030058 [in Eng.].

Siluitina I., Tytar O., Barbash M., Petrenko N., Yepyk L. (2024). Cultural preservation and digital heritage: challenges and opportunities // Amazonia Investiga. — Vol. 13. — No. 75. — Pp. 262–273. DOI: 10.34069/AI/2024.75.03.22 [in Eng.].

Smagulova, A., Medeuova, K. (2025). Globalnye dikussii o nasledii, referensy dlya Kazahstana: Obzor // JETE–JOURNAL OF PHILOSOPHY, RELIGIOUS AND CULTURAL STUDIES. — Vol. 152. — No. 3. — Pp. 37-52 [in Rus.].

Qi, T., Liu, Z., & Zhou, Y. (2025). Digital cultural heritage archives: Conceptual analysis and preliminary framework construction // The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLVIII-M-9-2025. — Pp. 1221–1228. DOI: https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-M-9-2025-1221-2025 [in Eng.].

UNESCO. (2003). Charter on the preservation of digital heritage // UNESCO [in Eng.].

UNESCO/UBC. (2012). The memory of the world in the digital age: Digitization and preservation // Vancouver Declaration. UNESCO [in Eng.].

UNESCO. (2003). Charter on the Preservation of Digital Heritage. – Paris. [in Eng.].

UNESCO. (2003). Report by the Director-General on a Revised Draft Charter on the Preservation of the Digital Heritage. – 166 EX/18. – Paris, 12 March. [in Eng.].

Vanhaesebrouck K. (2007). Digital heritage and performance // Image and Narrative. [in Eng.].

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

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 30.09.2026.
050040 г. Алматы, ул. Манаса 34/1, каб. 709, тел: +7 (727) 244-51-09).

Издание АО "Международного университета информационных технологий"