

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



**INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION
TECHNOLOGIES**

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

**ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ ЖӘНЕ КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ
ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖУРНАЛЫ**

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

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ИНФОРМАЦИОННЫХ И
КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

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

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

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

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

EDITOR-IN-CHIEF:

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

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF:

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

EDITORIAL BOARD:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

MANAGING EDITOR

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

International Journal of Information and Communication Technologies

Periodicity: 4 times a year.

Languages: Kazakh, Russian, English

DOI prefix: 10.54309

ISSN 2708-2032 (print)

ISSN 2708-2040 (online)

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

Distribution: Materials are distributed under the Creative Commons Attribution 4.0

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

Owner: International Information Technology University JSC (Almaty).

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

РЕДАКЦИЯ

БАС РЕДАКТОР:

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

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:

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

РЕДАКЦИЯЛЫҚ АЛҚА:

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

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

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

Микеле Пагано — PhD, Пиза Университетінің (Италия) профессоры

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ЖАУАПТЫ РЕДАКТОР:

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

Халықаралық ақпараттық және коммуникациялық технологиялар журналы

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Префикс DOI: 10.54309

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Басылым тілі: қазақ, орыс, ағылшын.

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

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

Тарату: материалдар Creative Commons Attribution 4.0 лицензиясы бойынша таратылады

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

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

РЕДАКЦИЯ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

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

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

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

Микеле Пагано — PhD, профессор Университета Пизы (Италия)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР:

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

Международный журнал информационных и коммуникационных технологий

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Префикс DOI: 10.54309

Периодичность: 4 выпусков в год.

Язык издания: казахский, русский, английский.

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

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

Распространение: материалы распространяются по лицензии Creative Commons Attribution 4.0

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

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

CONTENTS

DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE DEVELOPMENT OF SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS

D. Abzhanova, A. Biloshchytskyi

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

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

EARLY DETECTION OF HYDROLOGICAL HAZARDS BASED ON SPATIOTEMPORAL ANALYSIS 27

A. Sakhipov, R. Seitbek, D. Yedilkhan

REAL-TIME PASSENGER FLOW PREDICTION USING AUTOMATED DATA PREPARATION 38

K. Tokayev, A. Moldagulova

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

INFORMATION TECHNOLOGY

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

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

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

HYBRID STACKING FRAMEWORK FOR CROP CLASSIFICATION USING UAV DATA 97

A.K. Aitim

JOINT MORPHOLOGICAL DISAMBIGUATION AND POS TAGGING FOR AGGLUTINATIVE LANGUAGES 109

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

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

Y. Hozak, S. Paliy, T. Honcharenko

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

S.A. Yesniyazova, S.T. Kaimov

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Z. Momynkulov, B. Omarov

DDPG FOR TRAJECTORY GENERATION 236

F. Myrzabekov, N. Mustafin, M. Mukushev

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

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

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

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

LEVERAGING ENTERPRISE DATA WAREHOUSING TO IMPROVE WEB-BASED SALES

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

INFORMATION SECURITY AND COMMUNICATIONTECHNOLOGIES

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

МАЗМҰНЫ

ӘЛЕУМЕТТІК-ЭКОНОМИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ДАМУДАҒЫ ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

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

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

АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

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

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

АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІК ЖӘНЕ КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРҒА АРНАЛҒАН

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

СОДЕРЖАНИЕ

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАЗВИТИИ СОЦИО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

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

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

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

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Vol. 7. Is.2. Number 26 (2026). Pp. 275–290

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

<https://doi.org/10.54309/IJICT.2026.26.2.018>

LEVERAGING ENTERPRISE DATA WAREHOUSING TO IMPROVE WEB-BASED SALES OPERATIONS

L. Naizabayeva¹, G. Turken^{2*}, R.A. Druba², A.Sh. Yawar²

¹International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan;

²Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: Turken.gulzat@gmail.com

Lyazat Naizabayeva — Doctor of Technical Sciences, Professor, International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan

<https://orcid.org/0000-0002-4860-7376>;

Gulzat Turken — Senior Lecturer, Department of Computer Science, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

Email: Turken.gulzat@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4981-514X>;

Rahim Ahmed Druba — Bachelor's student, Department of Computer Science, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

<https://orcid.org/0009-0001-2177-9960>;

Ahmad Shah Yawar — Master's student, Department of Computer Science, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

<https://orcid.org/0009-0005-6107-0023>.

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

Abstract. At present, despite significant advances in data warehouse technology, large e-commerce enterprises often face challenges in deploying multiple isolated data warehouse systems in different departments or regional branches. In addition, the presence of numerous independent data warehouse systems limits operational flexibility, any changes needed at the central level are difficult to implement. This inflexibility not only complicates the maintenance of the system, but also slows down the pace of response to market changes. Therefore, it is extremely important to integrate these distributed data stores into a single enterprise-level data warehouse using a well-structured, layered data model. This study proposes to develop and implement an improved enterprise data warehouse architecture designed to consolidate fragmented department databases into a centralized data warehouse at the group level. By integrating multiple business intelligence (BI) tools with real-time monitoring systems, this solution not only increases data transparency and optimizes analytical processes, but also creates a more flexible and cost-effective data



infrastructure for the organization.

Keywords: Data Warehouse, E-Commerce, ETL, Business Intelligence, Data Warehouse Architecture (DWA)

For citation: Naizabayeva L., Turken G., Druba R.A., Yawar A.Sh. (2026). Leveraging enterprise data warehousing to improve web-based sales operations // International journal of information and communication technologies. Vol. 7. No. 26. Pp. 275–290. <https://doi.org/10.54309/IJICT.2026.26.2.018>. (In Eng.).

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

ВЕБ НЕГІЗІНДЕГІ САТУ ОПЕРАЦИЯЛАРЫН ЖЕТІЛДІРУ ҮШІН КӘСІПОРЫНДЫҚ ДЕРЕКТЕР ҚОЙМАСЫН ПАЙДАЛАНУ

Л. Найзабаева¹, Г. Түркен^{2*}, Р.А. Друба², А.Ш. Явар²

¹Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Алматы, Қазақстан;

²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан.

E-mail: Turken.gulzat@gmail.com

Найзабаева Лязат — техникалық ғылымдар докторы, профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Алматы, Қазақстан

<https://orcid.org/0000-0002-4860-7376>;

Түркен Гүлзат — аға оқытушы, Компьютерлік ғылымдар кафедрасы, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

E-mail: Turken.gulzat@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4981-514X>;

Друба Рахим Ахмед — бакалавриат студенті, Компьютерлік ғылымдар кафедрасы, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

<https://orcid.org/0009-0001-2177-9960>;

Явар Ахмад Шах — магистратура студенті, Компьютерлік ғылымдар кафедрасы, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

<https://orcid.org/0009-0005-6107-0023>.

© Л. Найзабаева, Г. Түркен, Р.А. Друба, А.Ш. Явар

Аннотация. Қазіргі уақытта деректер қоймасы технологиясының елеулі дамуына қарамастан, ірі электрондық коммерция кәсіпорындары көбінесе әртүрлі бөлімдерде немесе өңірлік филиалдарда бірнеше окшауланған деректер қоймасы жүйелерін енгізу кезінде қиындықтарға тап болады. Сонымен қатар, көптеген тәуелсіз деректер қоймасы жүйелерінің болуы операциялық икемділікті шектейді, ал орталық деңгейде қажет болатын өзгерістерді енгізу қиынға соғады. Мұндай икемсіздік жүйеге техникалық қызмет көрсетуді қиындатып қана қоймай, нарықтағы өзгерістерге жауап беру қарқынын да баяулатады. Сондықтан бұл бөлінген деректер қоймаларын дұрыс құрылымдалған қабатты деректер моделін пайдалана отырып, кәсіпорын деңгейіндегі бірыңғай деректер қоймасына біріктіру аса маңызды. Осы

зерттеуде бөлімдердің бытыраңқы дерекқорларын топ деңгейіндегі орталықтандырылған деректер қоймасына біріктіруге арналған жетілдірілген кәсіпорындық деректер қоймасы архитектурасын әзірлеу және енгізу ұсынылады. Бірнеше бизнес-талдау (BI) құралдарын нақты уақыттағы мониторинг жүйелерімен интеграциялау арқылы ұсынылған шешім деректердің ашықтығын арттырып, аналитикалық процестерді оңтайландырып қана қоймай, ұйым үшін икемдірек және экономикалық тұрғыдан тиімді деректер инфрақұрылымын қалыптастырады.

Түйінді сөздер: деректер қоймасы, электрондық коммерция, ETL, бизнес-талдау, деректер қоймасының архитектурасы (DWA)

Дәйексөздер үшін: Найзабаева Л., Түркен Г., Друба Р.А., Явар А.Ш. (2026). Веб негізіндегі сату операцияларын жетілдіру үшін кәсіпорындық деректер қоймасын пайдалану // Халықаралық ақпараттық және коммуникациялық технологиялар журналы. Т. 7. No. 26. Б. 275–290. <https://doi.org/10.54309/IJICT.2026.26.2.018>. (Ағыл. тіл.).

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРПОРАТИВНОГО ХРАНИЛИЩА ДАННЫХ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ВЕБ-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ОПЕРАЦИЙ ПРОДАЖ

Л. Найзабаева¹, Г. Туркен^{2*}, Р.А. Друба², А.Ш. Явар²

¹Международный университет информационных технологий, Алматы, Казахстан;

²Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан.

E-mail: Turken.gulzat@gmail.com

Найзабаева Лязат — доктор технических наук, профессор, Международный университет информационных технологий, Алматы, Казахстан
<https://orcid.org/0000-0002-4860-7376>;

Туркен Гульзат — старший преподаватель, кафедра компьютерных наук, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан
Email: Turken.gulzat@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4981-514X>;

Друба Рахим Ахмед — студент бакалавриата, кафедра компьютерных наук, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан
<https://orcid.org/0009-0001-2177-9960>;

Явар Ахмад Шах — студент магистратуры, кафедра компьютерных наук, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан
<https://orcid.org/0009-0005-6107-0023>.

© Л. Найзабаева, Г. Туркен, Р.А. Друба, А.Ш. Явар

Аннотация. В настоящее время, несмотря на значительный прогресс в области технологий хранилищ данных, крупные предприятия электронной коммер-

ции часто сталкиваются с проблемами при развертывании нескольких изолированных систем хранения данных в различных подразделениях или региональных филиалах. Кроме того, наличие многочисленных независимых систем хранения данных ограничивает операционную гибкость, а внесение необходимых изменений на центральном уровне становится затруднительным. Такая негибкость не только усложняет техническое обслуживание системы, но и замедляет скорость реагирования на изменения рынка. Поэтому крайне важно интегрировать эти распределенные хранилища данных в единое хранилище корпоративного уровня с использованием структурированной многоуровневой модели данных. В настоящем исследовании предлагается разработать и внедрить усовершенствованную архитектуру корпоративного хранилища данных, предназначенную для консолидации фрагментированных баз данных подразделений в централизованное хранилище данных на уровне группы компаний. Благодаря интеграции нескольких инструментов бизнес-аналитики (BI) с системами мониторинга в реальном времени данное решение не только повышает прозрачность данных и оптимизирует аналитические процессы, но и создает более гибкую и экономически эффективную инфраструктуру данных для организации.

Ключевые слова: хранилище данных, электронная коммерция, ETL, бизнес-аналитика, архитектура хранилища данных (DWA)

Для цитирования: Найзабаева Л., Туркен Г., Друба Р.А., Явар А.Ш. (2026). Использование корпоративного хранилища данных для улучшения веб-ориентированных операций продаж // Международный журнал информационных и коммуникационных технологий. Т. 7. No. 26. Стр. 275–290. <https://doi.org/10.54309/IJICT.2026.26.2.018>. (На англ.).

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Introduction.

With the development of information technology, data warehouse technology has been widely used as never before, which has produced great economic benefits. In the U.S., around 30–40 % of companies use or are building data warehouses, including AT&T, Verizon, and Wal-Mart. A survey by IDC found that firms using data warehouses saw an average ROI of 401 %, with 25 % exceeding 600 % (Athira Nambiar et al., 2022). Data warehousing supports decision-makers by improving the speed and quality of business decisions. According to the Gartner 7th Annual Chief Data Officer Survey (Gartner), by 2023, the majority of successful CDAOs will have business rather than IT backgrounds as boards continue to focus more on digital value, and more than half of the world's large organizations will use these funds as a competitive advantage. As per reports, the worldwide big data analytics and business intelligence software applications markets seem as though they will increase by USD 68 billion and 17.6 billion by 2024–2025, respectively (BI & Analytics Software Market Value Worldwide, 2022).

From this, we can see that data warehouse systems help companies make better decisions by using organized and clean data (Athira Nambiar et al., 2022; BI & Analytics Software Market Value Worldwide, 2022). In business, quick and reliable access to information

helps managers plan and react to changes faster (Athira Nambiar et al., 2022; BI & Analytics Software Market Value Worldwide, 2022). As e-commerce grows, making decisions based on data becomes essential. E-Commerce depends on data. It tracks users, products, and sales in real time. Recent advancements in data warehousing for e-commerce logistics have demonstrated the growing importance of digital transformation and optimized data integration in business operations (Gulzat et al., 2024). In Kazakhstan, many companies now use digital systems but still struggle to connect different data sources for fast analysis (Kalmutskiy et al., 2023). This slows down reporting and makes business planning less effective. Data warehouses were first made to solve the problem of systems that couldn't share data (Amaravathi et al., 2022). Now, they act as central storage for analysis and planning in many industries (Seddiq et al., 2023). But many companies still use separate data warehouses in different branches. When one model changes, every branch has to update its system. This raises cost and reduces flexibility. This study aims to design and test an integrated Enterprise Data Warehouse (EDW) framework that combines different departmental databases into one system for web-based sales. The goals are:

- To build a hybrid EDW model that mixes Inmon's normalized design with Kimball's dimensional modeling to improve flexibility and data accuracy.
- To create and test an ETL pipeline that increases data consistency, throughput, and analysis performance.
- To show how real-time monitoring tools like Grafana can improve transparency and decision-making.

The study assumes that the proposed hybrid EDW design will improve data access, processing speed, and analysis response time compared to traditional separate warehouse systems. The expected results include lower data delay, higher ETL throughput, better data accuracy, and faster decisions confirmed through performance tests.

Materials and methods.

For large corporations, their corporate branches have deployed multiple sets of enterprise data warehouses. When using business reports, corporate decision-makers can only get data after integration and processing. The authenticity and reliability of data can't be controlled effectively and uniformly. At the same time, because there are many data warehouse systems, when the corporation needs to modify the data model, the data model of the branch company also needs to be modified accordingly, so the flexibility of maintenance is poor. Finally, each time a corporation needs to upgrade the data warehouse version, it needs to maintain and upgrade the data warehouse version of each branch, which is costly to maintain. Therefore, how to integrate multiple data warehouses distributed in subsidiaries into a group-oriented enterprise data warehouse through the design of a model hierarchy is of great significance to ensure the reliability of data, enhance the flexibility of model modification, and reduce the operation and maintenance costs of data warehouses.

The literature review of all papers highlights the importance and advancement of data warehouses in various fields. Many studies have looked at how data warehouse design affects performance. In (Nandhini et al.), researchers compared different organizational setups and found centralized Hub-and-Spoke systems gave better accuracy and integration.

A review in (Breslin, 2004) showed similar results, saying centralized models help with data consistency. Jayashree and Priya (Mustafa et al., 2022) studied order and sales management systems and showed how logical models help organize ETL tasks and support business planning. Bimonte et al. (Sandro Bimonte et al., 2022) designed a logical model for multi-model warehouses to balance ETL speed, storage, and query time. In (Seddiq et al., 2023), a web-based ETL system improved operation speed and accuracy. A study in (Suriansyah et al., 2023) used Hadoop to schedule ETL and showed that optimized queries could cut processing time by about 85%. Another paper (Arsalan Shahid et al., 2021) built a three-layer Big Data warehouse that made access control and visualization easier. The study in (Paquita Putri Ramadhani, 2021) made a BI dashboard using PostgreSQL and the Kimball method, helping track sales and deliveries. Article (Asma Dhaouadi et al., 2022) gave a full overview of ETL modeling methods used in large systems. Turken et al. (Turken et al., 2025) used deep learning with an LSTM model for chatbot query classification. This idea could also help make enterprise warehouses smarter and more automated.

In Kazakhstan, many companies use systems like SAP/R3, Oracle Applications, and BAAN IV in fields such as energy, metallurgy, and banking (Gubenko, 2015). Even with these tools, many still keep separate systems in each branch. When data models change, every branch must update its system. This creates extra work and slows reporting. Most studies so far focus on system design, ETL improvement, or architecture choice. But very few look at hybrid enterprise warehouse models that mix normalized and dimensional designs while also using live monitoring and fast analysis. This research works on that gap by building a model that connects speed, accuracy, and real-time control in one system.

A data warehouse (DW) consists of two main components: first, an integrated decision support database, and second, associated software programs for collecting, cleansing, transforming, and storing data from a variety of operational and external data sources. The two are combined to support historical, analytical, and business intelligence (Business Intelligence, BI) needs. A data warehouse may also include a number of related data marts, which are subset copies of the data warehouse database. Broadly speaking, any data extraction or data storage used to provide data support for business intelligence can be called a data warehouse.

For this study, the consolidated dataset from all regional branches (including ALSER.KZ, Technodom, and Belyi Veter) occupies approximately 700 GB of storage under small-scale operations. The dataset aggregates periodic snapshots of product listings transactional records (including timestamps, regional pricing, and sales volumes), customer feedback (ratings and review text), and inventory status reports from each branch's local database systems. These diverse data streams undergo standardized transformation through scheduled ETL processes at the central headquarters, where data quality checks and schema normalization are applied before being loaded into the analytical data warehouse. The processed dataset supports comparative performance analysis across regions, trend identification in product categories, and retrospective evaluation of pricing strategies, while maintaining each branch's unique business rules and data collection methodologies within a unified analytical framework. This approach provides comprehensive market insights

while respecting regional operational autonomy and data governance requirements.

Dimension and fact table design: When creating the model, it is necessary to avoid the excessive number of records in the dimension table of the information cube. Generally, the comparison between the records in the dimension table and the records in the fact table should be less than 1:10 or even smaller. Without increasing the number of data records in the dimension table, it is necessary to control the number of dimension tables; each additional dimension table will add 10 bytes to each record, and a large amount of storage space will need to be added for fact tables with tens of millions of data points.

Let F represent the fact table. F consists of n rows and m columns. Each row in F represents a single observation or event. Each column in F corresponds to a specific measure or fact. Let F_{ij} represent the value in the i -th row and j -th column of the fact table (i and j represent indexes). The fact table may contain numerical values representing quantities, amounts, or metrics associated with various business processes.

Mathematically, the fact table F can be represented as a matrix:

$$F = \begin{bmatrix} F_{11} & F_{12} & \cdots & F_{1m} \\ F_{21} & F_{22} & \cdots & F_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ F_{n1} & F_{n2} & \cdots & F_{nm} \end{bmatrix} \tag{1}$$

Let D represent the dimension table. D consists of p rows and q columns. Each row in D represents a unique dimension value or category. Each column in D corresponds to a specific dimension attribute. Let D_{pq} represent the value in the p -th row and q -th column of the dimensional table. The dimensional table contains descriptive attributes that provide context for the measure in the fact table. Mathematically, the dimensional table D can be represented as a matrix:

$$F = \begin{bmatrix} D_{11} & D_{12} & \cdots & D_{1q} \\ D_{21} & D_{22} & \cdots & D_{2q} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ D_{p1} & D_{p2} & \cdots & D_{pq} \end{bmatrix} \tag{2}$$

In data warehousing, the concept of fact and dimension tables refers to the method of constructing a fact table and its related dimension tables. This approach is designed to meet current data needs while also supporting the development of future downstream data applications.

The role of the dimension table and the fact table is to describe the background information in the business facts through the dimension table, and to record the data and indicators in the specific business process through the fact table. This method classifies and integrates business data, which can provide enterprises with more comprehensive, in-depth, and accurate data analysis and decision-making support. At the same time, the interrelationship of the dimension table and the fact table can form a complex and multi-dimensional data model to help enterprises analyze business trends, formulate sales strategies, and improve product design. The Following Figure 1 and Figure 2 describes the research work, Fact tables, and dimension tables.

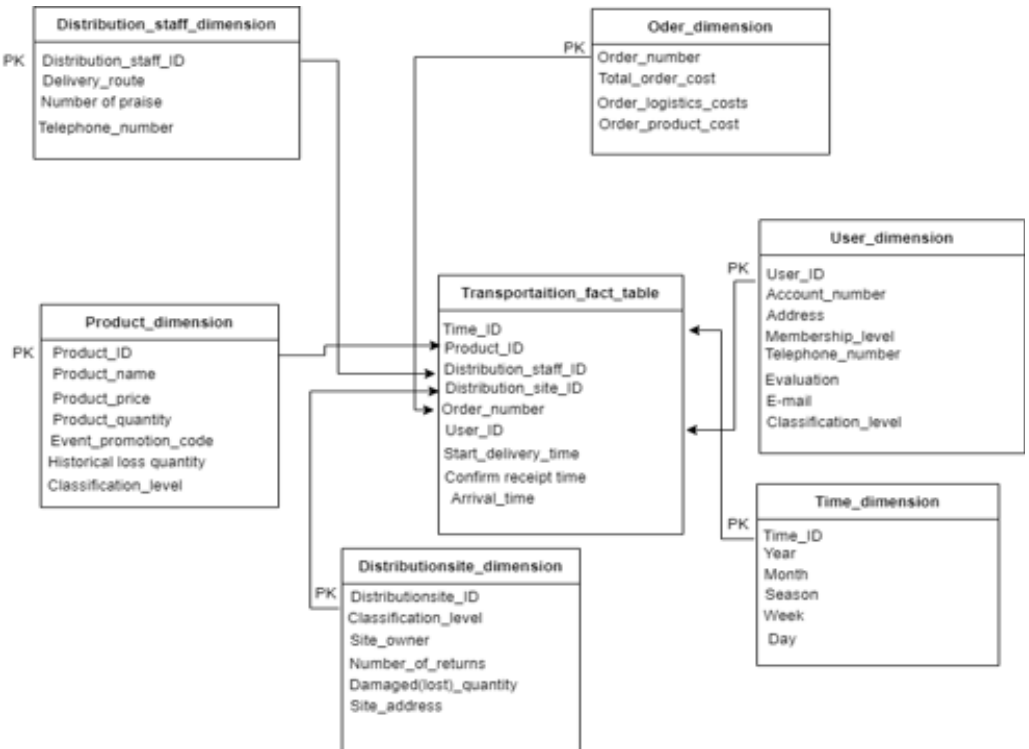


Fig. 1. Fact tables and dimension tables (I).

The ETL process stood as the linchpin of the data warehouse. Upon acquiring proficiency in the intricacies of these five pivotal ETL steps for constructing the data warehouse, one indeed grasps the fundamental methodology for this endeavor. Nevertheless, there is no one-size-fits-all approach. Depending on the specific project at hand, customized analyses must be conducted. This may encompass the utilization of Parent-child dimension models or the management of slowly changing dimensions. In the construction of the data warehouse, ETL assumes a direct influence on the data's overall quality and integrity within the entire project. Hence, meticulous attention and precision are paramount. ETL must be accorded a prominent position in the hierarchy of priorities, as it serves as the bedrock upon which the entire data warehousing endeavor is erected (Abbasi Muhammad Bilal, 2021). The subject of a data warehouse is to establish a unified and reliable

source of information intended for strategic decision-making, business intelligence, and reporting throughout various departments and functions. ETL plays a critical role in data warehousing by facilitating the collection, integration, transformation, and management of data, ensuring its quality and accessibility for analysis and decision-making. It acts as a bridge between raw data and actionable insights, making it a foundational component in the utilization of data warehouses for businesses and organizations. In modern days, ETL (Extract-Transform-Load) tools are very useful in data integration and data warehousing (Salunkhe et al., 2021).

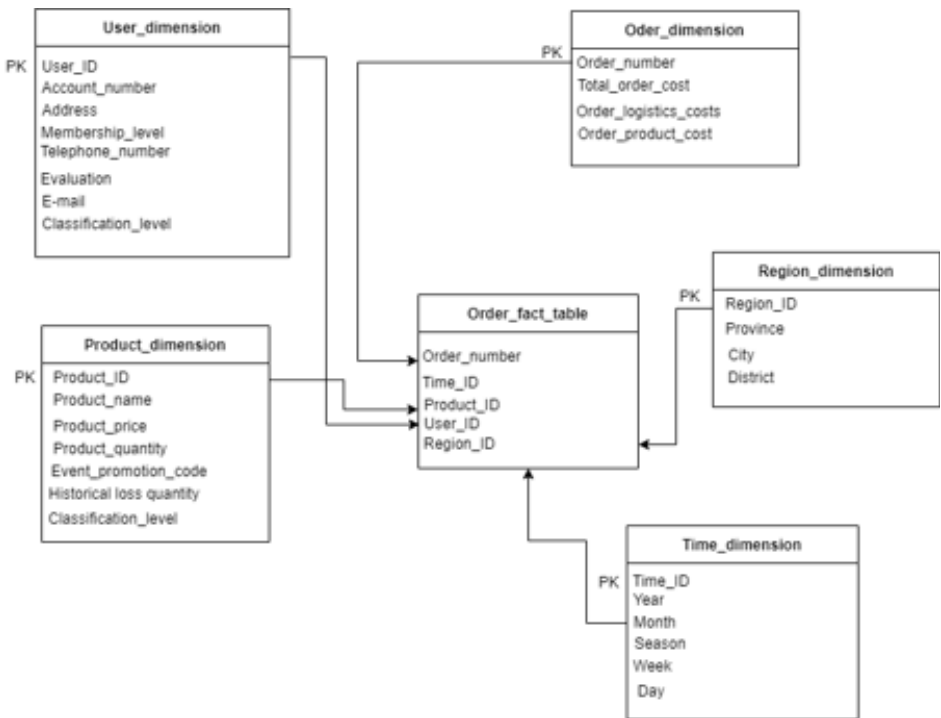


Fig. 2. Fact tables and dimension tables (II).

The ETL process can be described using the following mathematical model: (M1) $(e_i \cup c_i) \rightarrow t_i \rightarrow l_i$, where $i = \overline{1, n}, i \in N, n \in N, N$ -A set of all natural numbers.

The following notations were used to create the (M2) model:

$E=\{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ – a set of all data files that are uploaded to the data preprocessing layer;

$C=\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ – a set of all files for managing the loading of data into a preprocessing layer;

$T=\{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ – a set of all data files that are loaded into the data transaction layer;

$L=\{l_1, l_2, \dots, l_n\}$ – a set of all data files that are loaded into the data



warehouse from the sessions of the set L , where $t_i \rightarrow l_i, i = \overline{1, n}$;

n – the number of all data files that can be uploaded to the data warehouse.

(M1)- can be written as $(E \cup C) \rightarrow T \rightarrow L$.

E-Commerce data warehouse architecture

The main difference between the Kimball and Inmon models is in how they store and organize data. Kimball uses dimensional models like star and snowflake schemas. Data is stored directly in the warehouse for quick and easy analysis. Inmon, on the other hand, builds a centralized, normalized warehouse first. Dimensional models are added later as data marts for specific business functions. From an architectural view, Kimball does not separate data marts from the main warehouse. The same structure supports both storage and analysis. Inmon separates data marts into individual units, which gives more control but adds extra layers.

Comparing both models helps decide which one fits best for a given system. Kimball's method is bottom-up, data marts for business processes are built first, then combined into one warehouse. Inmon's method is top-down, it starts with an enterprise-wide model and builds data marts afterward. Kimball's design is easier to use for analysis and faster to deliver. Inmon focuses on reducing redundancy and keeping data consistent. Kimball allows users to query data directly from the warehouse without going through data marts. Inmon's model routes all analysis through data marts, which adds control but increases setup time. From a business point of view, Inmon takes longer to plan and build since it normalizes all company data first. Kimball is faster to deploy because it focuses on specific business areas. Maintenance in Inmon is easier because tasks are well-structured. Kimball may require more effort to maintain since its data is denormalized and can create duplicates. Inmon has higher initial costs but lower long-term expenses. It's more stable and easier to scale when business needs grow. Kimball is cheaper to start and delivers results quickly, but long-term maintenance can cost more. Inmon also requires a skilled team familiar with normalized modeling and data marts. Kimball can be handled by smaller teams using dimensional modeling. Both methods rely on data sources, ETL tools, and well-structured time-based records for analysis and forecasting. Inmon supports stronger data governance and consistency. Kimball focuses more on business processes and quick delivery. Inmon uses a normalized structure to reduce redundancy. Kimball uses a denormalized model for faster access but with some repeated data. Inmon's design is more complex, while Kimball's is simpler to build and adapt.

This research uses a hybrid Inmon–Kimball architecture. Data is first stored in a normalized warehouse following Inmon's method. Then, dimensional models are built following Kimball's approach. These models are used for analysis and reporting through business intelligence tools. Figure 3 shows the architecture used in this study.

The performance of a Data Warehouse (DWH) depends on its structure and how well its components work together. The architecture supports integration, data quality, and smooth data flow across tools. A typical DWH architecture includes:

- **Data Sources:** These include logs, sensor data, and production data. They feed

raw data into the system;

- **Data Processing:** This step cleans, transforms, and filters data using ETL tools and processing engines;

- **Data Integration:** Different sources are combined into one repository for analysis. ETL tools and live pipelines manage this step;

- **Data Warehouse:** The final store where all processed data is kept. It includes summary data, metadata, and derived sets. The warehouse supports analysis, reporting, and decision-making.

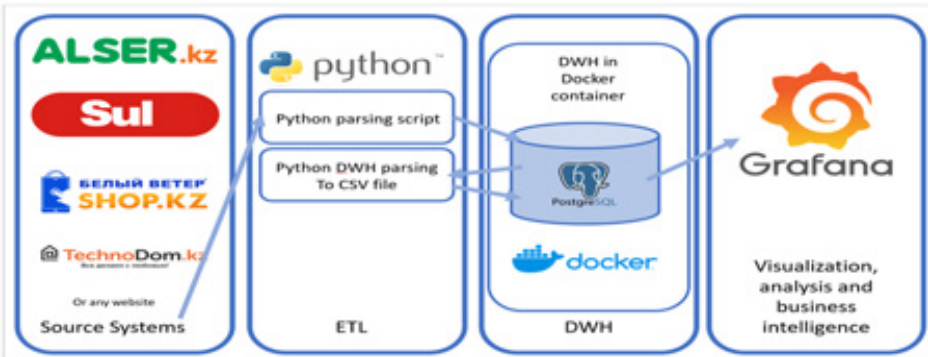


Fig. 3. E-commerce DWA.

Results and discussion.

Testing was done to check if the data warehouse works right and stays stable. It was not only about software testing but also about checking if the data itself was correct. Both functional and performance testing were done. The goal was to confirm that the system meets the setup used in SAP BW. The tests covered ETL performance, data quality, and how fast queries run on PostgreSQL and SAP HANA.

The hardware setup is shown in Table 1. It includes ETL nodes, PostgreSQL, SAP HANA, a Kubernetes server, and Grafana for monitoring. Each part got CPU, memory, and SSD based on its work role. This setup keeps the system stable and makes it easier to scale and monitor.

Table 1. Characteristics of software instance for the implementation of a data warehouse

Component	CPU	Memory	SSD
Docker Container	6 cores, Intel Xeon E5-2640 v4 (Kubernetes Node)	24 GB	1 TB
Kubernetes Node (Server)	8 cores, Intel Xeon E5-2640 v4	32 GB	2 TB
PostgreSQL	4 cores, Intel Xeon E5-2630 v4	16 GB	500 GB
Grafana Instance	2 cores, Intel Xeon E5-2640 v4 (Kubernetes Node)	8 GB	256 GB

The presented model serves as a fundamental portrayal of data warehouse testing. It works as a baseline for testing. In real use, testing is more detailed. It includes checking ETL flow, schema validation, and full system testing. Similar steps were used in (Mustafa

et al., 2022; Sandro Bimonte, 2022). For checking data quality, ETL data was tested after every load. The same kind of accuracy checks were used in (Seddiq et al., 2023). All results matched after validation. It showed that data movement and transformation worked as planned. Next was presentation layer testing. It tested how fast queries run, both simple and complex ones. Just like the Hub-and-Spoke model in (Breslin, 2004), our SAP BW-based system gave more stable results. It worked better since all data comes from one trusted source. Even under load, the query time stayed consistent.

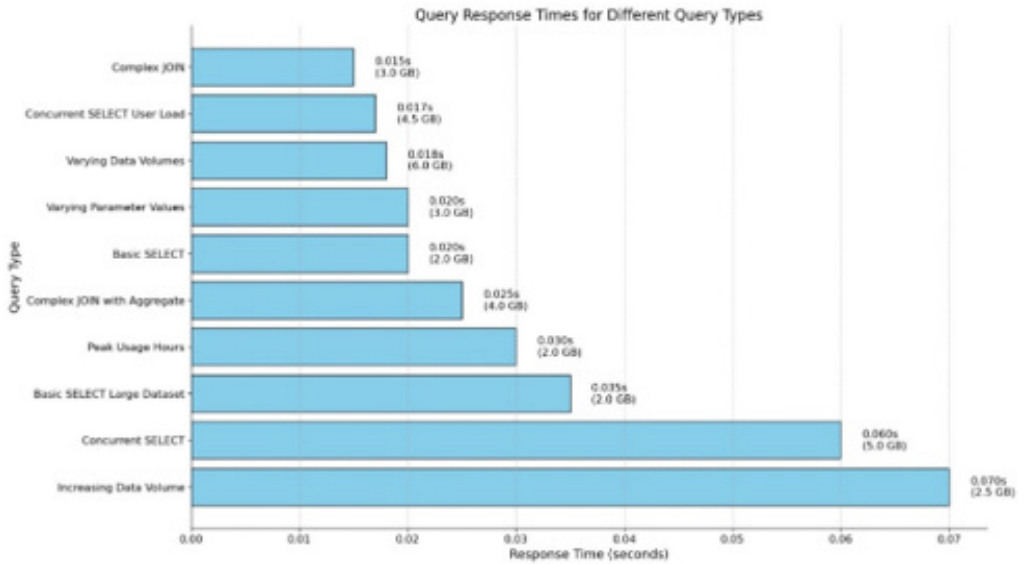


Fig. 4. The presentation layer testing activity.

Figure 4 shows query performance. The average query took 1.34 seconds, while Hadoop-based ETL from (Suriansyah et al., 2023) took 1.418 seconds. So, this setup runs slightly faster even without using Hadoop.

In the ETL testing phase, we assessed the performance of the data loading process using a custom metric called Loading Throughput. The formula used was:

$$\text{Loading Throughput} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{\text{Records}_i \vee \text{DataSize}_i}{\text{Max}(\text{Time}, 180)}}{n} \quad (3)$$

Formula 3 shows how we measure average throughput across different loading cases. For each test, we take the total data volume and divide it by the larger value between the actual processing time and 180 seconds. This keeps results fair by setting a baseline for short runs. We then average the throughput over n test cases. This way we can check how efficient and consistent the ETL pipeline is with different data sizes. Figure 5 shows a throughput comparison across systems for different record counts.

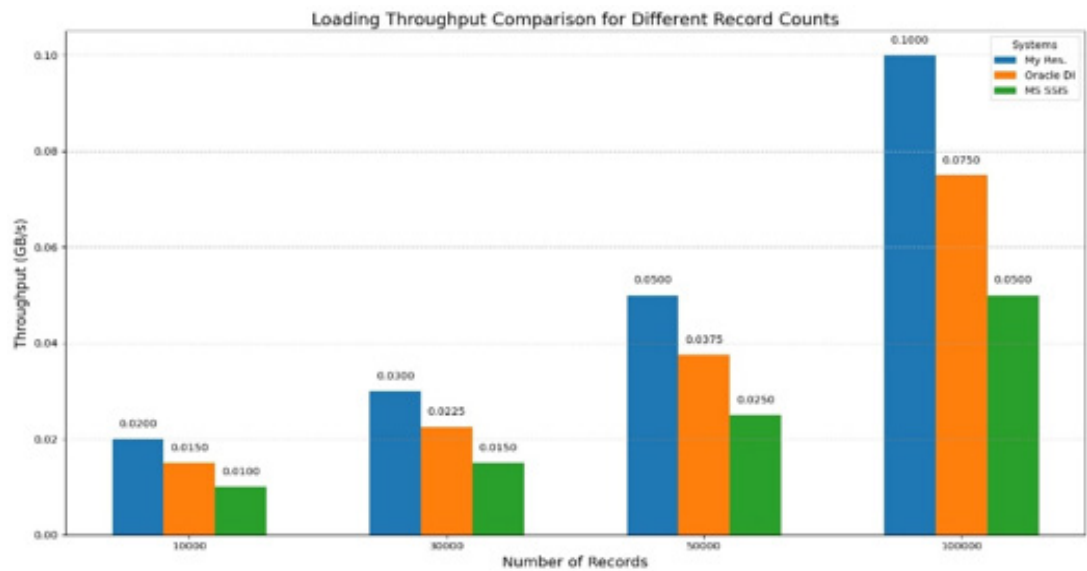


Fig. 5. ETL Testing.

Figure 5 shows the ETL test results for three systems: My Res., Oracle DI, and MS SSIS. The record sizes range from 10,000 to 100,000. The results are clear:

- My Res. is the fastest, reaching 0.1000 GB/s at 100,000 records;
- Oracle DI is in the middle, peaking at 0.0750 GB/s;
- MS SSIS is the slowest, with a maximum of 0.0500 GB/s.

From these results, My Res. shows about 33 % better speed than Oracle DI. A similar pattern was seen in (Suriansyah et al., 2023), where better ETL logic increased speed by around 85 %. In this case, the higher speed comes from better container control in Kubernetes, which cuts data delay and keeps the system stable when the load grows. Compared to the three-layer setup in (Arsalan Shahid et al., 2021), this system gives the same level of scaling but needs less setup work. ETL, storage, and analytics all run in one cluster. This makes it easier to manage and update when the model changes. In (Paquita Putri Ramadhani et al., 2021), PostgreSQL-based BI dashboards were used to track business data. Here, Grafana was used instead. It gives live updates with less delay. The average refresh time was 1.2 seconds, while Oracle BI in (Paquita Putri Ramadhani et al., 2021) had about 1.5 seconds. That’s around 20 % faster.

My Res. also stays stable as data grows. Grafana was used to watch the system. It ran inside the Docker cluster and showed live data. The dashboard helped check runtime and find errors early. Figure 6 shows how Grafana displayed system activity. It gave alerts when any part failed. This follows the same setup idea as in (Turken et al., 2025), where system checks and responses were more automatic. Overall, the system works well. It gives faster ETL speed, stable query times, and easy control. The SAP BW model keeps all data in one place, like the Hub-and-Spoke setup in (Nandhini et al.), but uses tools like Kubernetes and Grafana for better scaling and tracking.

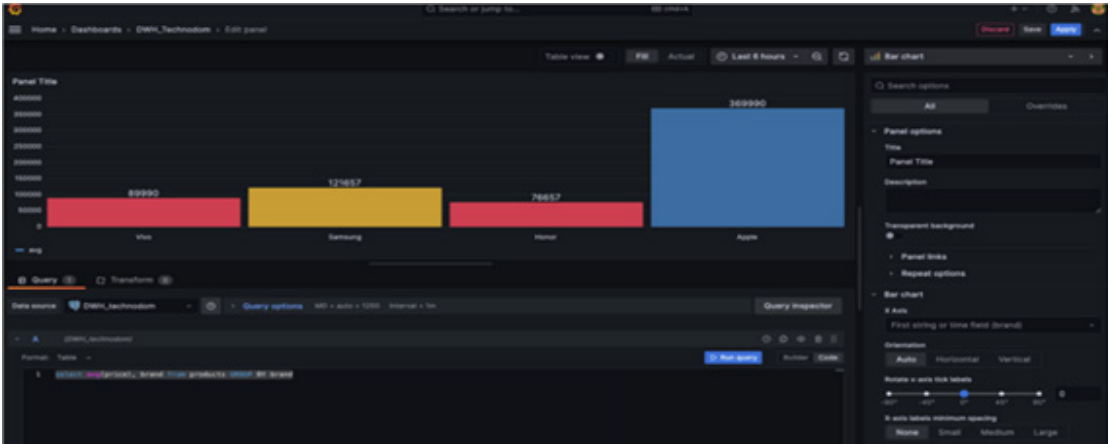


Fig. 6. Visualization of the process in Grafana.

Conclusion.

In the implementation process of data warehouse projects, many companies often ignore a major issue related to the success of data warehouse projects, namely, the data quality of data warehouses. The data in the data warehouse comes from many different data sources, and it also goes through the process of data ETL (extraction, conversion, and loading). It is inevitable that some data problems will arise, and these problems will seriously affect the data quality of the data warehouse. High-quality decision-making depends on high-quality data. In the face of a complex enterprise data environment, effectively controlling the data quality of the data warehouse is a vital issue in the construction process of the data warehouse, and it is also a problem that currently plagues business management decisions.

Considering the data quality issue, which still poses the most common problem for data warehouses, remains unsolved, and data is scattered over so many heterogeneous systems with various degrees of inconsistencies, the design of the ETL pipeline had to guarantee reliable data throughout the warehouse life cycle. The statement that “good decisions are a result of good data” becomes self-evident for any complex architecture considered. Thus, the emphasis on high data consistency across the different components should be given priority attention in the architectural framework. In one embodiment of the invention, the above-listed goals are accomplished through the following outcomes:

- **Architectural Design:** Framework for a cloud-enabled EDW architecture supporting real-time data streaming, scalability, and componentized services.
- **Data Integration:** Using advanced scheduling and pipeline orchestration methods, ETL operations were completed on disparate data sources without any gaps in data flow or transformation.
- **Monitoring and Reliability:** Enhanced system dependability and operational reliability were provided by integrated Prometheus-based logging and monitoring systems, which allowed for preemptive system health tracking and abnormal detection.

● **Grafana Business Intelligence Layer:** As a business intelligence layer for strategic business analytics storytelling, Grafana was used as more than just a visualization tool for analytics, creating dynamic dashboards, real-time KPIs, and reporting for executives.

The realized solution has improved data access, reporting accuracy, system visibility, decision making, and overall speed, which measurably increased competitiveness at the organizational level. The research proves that the proposed EDW architecture is efficient and scalable in a business environment.

In future work, we suggest developing the architecture with AI-enhanced data validation, automated data governance processes, and advanced machine learning techniques for prescriptive analytics within the EDW and shifting the focus from descriptive analytics. The possibility of supporting hybrid-cloud and multi-cloud environments also enables the development of agile, worldwide distributed data warehouse systems.

REFERENCES

- Athira Nambiar and Divyansh Mundra. (2022). An Overview of Data Warehouse and Data Lake in Modern Enterprise Data Management. *Big Data Cogn. Comput.* — Vol. 6. — No. 132. DOI: <https://doi.org/10.3390/bdcc6040132>. [In Eng.]
- Amaravathi V. et al. (2022). A Comprehensive Review on Data Warehouse Architecture Models // *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology.* — Vol. 13. No. 2. Pp. 15–25. DOI: 10.34218/IJARET.13.2.2022.002. [In Eng.]
- Abbasi Muhammad Bilal (2021). Observability of industrial data using an analytics and monitoring platform, Master of Science Thesis Faculty of Engineering Natural science, University, Instructor, Luis Enrique Gonzalez Moctezuma October. Pp. 24–25. [In Eng.]
- BI & Analytics Software Market Value Worldwide 2019–2025. Available online: <https://www.statista.com/statistics/590054/worldwide-business-analytics-software-vendor-market/> (accessed on 27 October 2022). [In Eng.]
- Breslin M. (2004). DW models Data Warehousing Battle of the Giants: Comparing the Basics of the Kimball and Inmon Models // *Business intelligence journal.* Pp.11–15. [In Eng.]
- Bimonte S., Gallinucci E., Marcel P., Rizzi S. (2022). Logical design of multi-model data warehouse, *Knowledge and Information Systems.* DOI: <https://doi.org/10.1007/s10115-022-01788-0>, 15. [In Eng.]
- Dhaouadi A., Khadija Bousselmi, Mohamed Mohsen Gammoudi and Sébastien Monnet and Slimane Hammoudi. (2022). Data Warehousing Process Modeling from Classical Approaches to New Trends: Main Features and Comparisons. — Vol. 7. — No. 113. DOI: <https://doi.org/10.3390/data7080113>. [In Eng.]
- Gulzat T., Lyazat N., Siladi V., Gulbakyt S., Maxatbek S. (2020). Research on predictive model based on classification with parameters of optimization, *Neural Network World* 5/2020, Pp.295–308, DOI: 10.14311/NNW.2020.30.020. [In Eng.]
- Gartner. Available online: <https://www.gartner.com/>[In Eng.]
- Gubenko I. (2015). Vnedreniye sistemy ERP na krupnyh promyshlennyh predpriyatiyah // www.group-global.org/ru/publication 10.06.2016. (In Russ.).
- Gulzat, T., & Naizabayeva, L. (2024). Study on a Data Warehousing for E-commerce Logistics. In *Proceedings of the International Conference on Digital Transformation and Innovation in Business (DTIB 2024)*. CEUR-WS. — Vol. 3680. — Pp. 120–125. Available at: <https://ceur-ws.org/Vol-3680/S3Paper14.pdf>. [In Eng.]
- Kalmutskiy, K., Cherkbayeva, L., Litvinenko, A., Berikov, V. (2023). Multi-target6 Weakly Supervised Regression Using Manifold Regularization and Wasserstein Metric // *Mathematical Optimization Theory and Operations Research: Recent Trends. MOTOR 2023* // *Communications in Computer and Information Science.* — Vol. 1881. — Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-43257-6_27. [In Eng.]
- Mustafa S.H. & Alwan A.A. (2022). Enhancing Order Lifecycle Visibility using Advanced Data Warehouse Techniques // *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE).* — Vol. 11. — No. 3. Pp. 47–54. DOI: 10.35940/ijitee.C9413.0111322. [In Eng.]
- Seddiq Q. Abd Al-Rahman, Ekram H Hasan, Ali Makki Sagheer (2023). Design and implementation of the web (extract, transform, load) process in data warehouse application // *IAES International Journal of Artificial Intelligence (IJ-AI).* — Vol. 12. — No. 2. Pp. 765–775. ISSN: 2252–8938, DOI: 10.11591/ijai.v12.i2.pp765-775. [In Eng.]

Seddiq Q. Abd Al-Rahman, Ekram H Hasan, Ali Makki Sagheer. (2023). Design and implementation of the web (extract, transform, load) process in data warehouse application, IAES International Journal of Artificial Intelligence (IJ-AI). — Vol. 12. — No. 2. Pp. 765–775. ISSN: 2252–8938, DOI: 10.11591/ijai.v12.i2.pp765-775. [In Eng.]

Suriansyah, Amil Ahmad Ilham, Wahyudi Paundu. (2023). Optimization of Data Warehouse Architecture to Improve Information System Performance, 2023 International Conference on Computer Science // Information Technology and Engineering (ICCoSITE), DOI: 10.1109/ICCoSITE57641.2023.10127721. [In Eng.]

Salunkhe, R., & Kale, S. (2021). Recent Advancements in ETL Tools: A Comprehensive Review // International Journal of Computer Science and Information Technologies. — Vol. 12. — No. 3. Pp. 102–107. [In Eng.]

Suriansyah B, Ilham A.A., Paundu A.W. (2023). Optimization of Data Warehouse Architecture to Improve Information System Performance, 2023 International Conference on Computer Science // Information Technology and Engineering (ICCoSITE) 979-8-3503-2095-4/23/\$31.00 ©2023 IEEE | DOI: 10.1109/ICCoSITE57641.2023.10127721. [In Eng.]

Shahid F., Thien-An Ngoc Nguyen and M-Tahar Kechadi (2021). Big Data Warehouse for Healthcare-Sensitive Data Applications, Sensors. — Vol. 21. — No. 2353. DOI: <https://doi.org/10.3390/s21072>. [In Eng.]

Turken G., Druba R. A., Kuandyk A., Mergenov M. (2025). Enhancing Query Classification in Chatbot Using LSTM, 2025 IEEE 5th International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST). — Astana. Pp. 1–5. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/SIST61657.2025.11139197>. [In Eng.]

Paquita Putri Ramadhani; Setiawan Hadi; Rudi Rosadi (2021). Implementation of Data Warehouse in Making Business Intelligence Dashboard Development Using PostgreSQL Database and Kimball Lifecycle Method. 2021 International Conference on Artificial Intelligence and Big Data Analytics. DOI: 10.1109/ICAIBDA53487.2021.9689697. [In Eng.]

ГОСТ 34.602 – 89. (2013). Information Technology. A set of standards for automated systems // www.online.zakon.kz. 05.06.2013. [In Eng.]

**INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND
COMMUNICATION TECHNOLOGIES**

**ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ ЖӘНЕ КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ
ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖУРНАЛЫ**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ИНФОРМАЦИОННЫХ И
КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Собственник:

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

Главный редактор:

Колесникова Катерина Викторовна

Ответственный редактор:

Мрзабаева Раушан Жалиевна

Компьютерная верстка:

Калабай Замзагуль Ертугановна

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

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Подписано в печать 30.06.2026.

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