



PRINT ISSN 2181-9637
ONLINE ISSN 2181-4317

ILM-FAN VA INNOVATSION RIVOJLANISH

НАУКА И ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ

SCIENCE AND INNOVATIVE DEVELOPMENT

VOLUME 7 | ISSUE 1 | JANUARY–FEBRUARY 2024



Google Scholar



TOSHKENT – 2024



**O'ZBEKISTON
RESPUBLIKASI
OLIY TA'LIM, FAN VA
INNOVATSIYALAR
VAZIRLIGI**

**INNOVATSION
RIVOJLANISH
AGENTLIGI**

Muassis:

**"Innovatsion
rivojlanish nashriyot-
matbaa uyi" davlat
unitar korxonasi**

**"ILM-FAN VA
INNOVATSION
RIVOJLANISH"
xalqaro ilmiy-
texnikaviy jurnal**

7-jild / 1-2024

**Jurnal 2018-yildan
nashr etilmoqda**

Jurnal O'zbekiston
Matbuot va axborot
agentligida
2018-yil 28-mayda
davriy nashrlar uchun
belgilangan 0974
raqami
bilan ro'yxatga olingan.

Ushbu nashr
O'zbekiston
Respublikasi
Oliy attestatsiya
komissiyasining
texnika fanlari
bo'yicha chop etishga
tavsiya qilingan
ilmiy nashrlar ro'yxatiga
kiritilgan.

Direktor:

M.B. Tursunov

Bosh muharrir:

H.R. Saloyeva

Muharrirlar:

F.A. Muhammadiyeva
Y.A. Yarmolik
M. Kamalova

TAHRIR KENGASHI RAISI

Sharipov Kongratbay Avezimbetovich,
tex.f.d., prof., O'zbekiston Respublikasi
Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vaziri

TAHRIR KENGASHI A'ZOLARI

Salimov Oqil Umurzoqovich,
tex.f.d., prof., akademik,
Iste'dodli yoshlarni qo'llab-quvvatlash
"Ulug'bek" jamg'armasi rahbari

Karimov Komiljon Hamidovich,
s.f.n. (PhD), O'zbekiston Respublikasi
Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirining
birinchi o'rinbosari

Turdikulova Shaxloxon O'fkurovna,
b.f.d., prof., O'zbekiston Respublikasi
Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirining
o'rinbosari

Rajabbayev Sharof Raximberdiyevich,
i.f.n., O'zbekiston Respublikasi
Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi
Innovatsion rivojlanish agentligi direktori

Musayev Jahongir Payazovich,
p.f.d., prof., O'zbekiston Respublikasi
Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi
Ilm-fan va innovatsion faoliyatni rivojlantirish
boshqarmasi boshlig'i o'rinbosari

TAHRIR HAY'ATI A'ZOLARI Xorijiy ekspertlar

Murzin Dmitriy Yuryevich,
k.f.d., prof., Abo Akademiyasi universiteti
(Finlyandiya) Parmon Valentin Nikolayevich,
k.f.d., prof., Rossiya Fanlar akademiyasining
Sibir filiali raisi

Axmetova Irina Gareyevna,
tex.f.d., prof., "Qozon davlat energetika
universiteti", Rivojlanish va innovatsiyalar
bo'yicha prorektori (Rossiya)

Nikolayeva Larisa Andreevna,
k.f.d., prof. "Qozon davlat energetika
universiteti" "Muhandislik ekologiyasi va
mehnat xavfsizligi" kafedrasini mudiri
(Rossiya)

Yusupov Ziyodulla Erkinovich,
tex.f.d., prof., Karabuk universiteti professori
(Turkiya)

Riklin Dmitriy Borisovich, tex.f.d., prof.,
Vitebsk davlat texnologiya universitetining
"To'qimachilik materiallari texnologiyasi"
kafedrasini mudiri (Belarus)

Kuznetsova Tatyana Fedorovna, k.f.n.,
dotsent, Belarus Milliy fanlar akademiyasi
Umumiy va noorganik kimyo instituti
"Adsorbentlar va adsorbsion jarayonlar"
laboratoriyasi mudiri

Hafeezulloh Memon,
tex.f.f.d. (PhD), Zhejiang fan-texnika
universiteti

O'zbekistonlik ekspertlar

Sagdullayev Shomansur Shoxsaidovich,
tex.f.d., prof., akademik O'zR FA O'simlik
moddalar kimyosi instituti direktori

Majidov Inomjon Urushevich,
tex.f.d., prof., O'zbekiston Milliy universiteti
rektori

Turaxodjayev Nodir Djaxangirovich,
tex.f.d., prof., Toshkent davlat texnika
universiteti "Quymakorlik texnologiyalari"
kafedrasini mudiri

Jumaniyazov Qadam,
tex.f.d., prof., "Paxtasanoat ilmiy markazi" AJ
bosh direktorining ilmiy ishlar va innovatsiya
bo'yicha birinchi o'rinbosari

Matyakubova Paraxat Mayliyevna, tex.f.d.,
prof., Toshkent davlat texnika universiteti
"Metrologiya, texnik jihatdan tartibga solish,
standartlashtirish va sertifikatlashtirish"
kafedrasini mudiri

Toirov Olimjon Zuvurovich,
tex.f.d., prof., Toshkent davlat texnika
universiteti "Elektr mashinalari" kafedrasini
mudiri

Axatov Akmal Rustamovich,
tex.f.d., prof., Sh. Rashidov nomidagi
Samarqand davlat universiteti xalqaro
hamkorlik bo'yicha prorektor

Jumayeva Dilnoza Jo'rayevna,
tex.f.d., prof., O'zR FA Umumiy va noorganik
kimyo instituti bosh ilmiy xodimi

Matkarimov Soxibjon Turdaliyevich,
tex.f.d., prof., O'zbekiston-Yaponiya yoshlar
innovatsiya markazi "Konchilik ishi va mineral
xomashyo resurslarini chuqur qayta ishlash"
laboratoriyasi mudiri

Axmedov Jaxongir Adxamovich,
tex.f.d., Toshkent to'qimachilik va yengil
sanoat instituti "Ipak texnologiyasi" kafedrasini
professori

Qayumov Jo'ramirza Abdirammatovich,
tex.f.d., prof., Samarqand davlat arxitektura-
qurilish universiteti rektor maslahatchisi

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА

Шарипов Конгратбай Аvezимбетович, д.т.н., проф., Министр высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА

Салимов Окил Умурзокович, д.т.н., проф., академик, руководитель Фонда поддержки одарённой молодёжи «Улугбек»

Каримов Комилжон Хамидович, к.п.н. (PhD), первый заместитель министра высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан

Турдикулова Шахлохон Уткуровна, д.б.н., проф., заместитель министра высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан

Ражаббаев Шароф Рахимбердиевич, к.э.н., директор Агентства инновационного развития Министерства высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан

Мусаев Жахонгир Паязович, д.п.н., проф., заместитель начальника управления науки и инновационного развития Министерства высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ Иностранцы эксперты

Мурзин Дмитрий Юрьевич, д.х.н., проф., заведующий лабораторией промышленной химии и реакционной техники химико-технологического факультета Университета Або Академии, Турку (Финляндия)

Пармон Валентин Николаевич, д.х.н., проф., председатель Сибирского отделения РАН (Россия)

Ахметова Ирина Гареевна, д.т.н., проф., проректор по развитию и инновациям ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» (Россия)

Николаева Лариса Андреевна, д.х.н., проф., заведующая кафедрой «Инженерная экология и безопасность труда» ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» (Россия)

Юсупов Зиёдулла Эркинович, д.т.н., проф., Карабукский университет (Турция)

Рыклин Дмитрий Борисович, д.т.н., проф., заведующий кафедрой «Технология текстильных материалов» Витебского государственного технологического университета (Беларусь)

Кузнецова Татьяна Фёдоровна, к.т.н., доцент, заведующая лабораторией адсорбентов и адсорбционных процессов Института общей и неорганической химии НАН Беларуси

Hafeezulloh Memon, д.ф.т.н. (PhD), Чжэцзянский научно-технический университет (Китай)

Эксперты из Узбекистана

Сагдуллаев Шомансур Шохсаидович, д.т.н., проф., академик, директор Института химии растительных веществ АН Республики Узбекистан

Тураходжаев Нодир Жахонгирович, д.т.н., проф., заведующий кафедрой «Литейные технологии» Ташкентского государственного технического университета

Жуманиязов Кадам, д.т.н., проф., первый заместитель генерального директора по научной работе и инновациям АО «Научный центр хлопковой промышленности»

Матякубова Парахат Майлиевна, д.т.н., проф., заведующая кафедрой «Метрология, техническое регулирование, стандартизация и сертификация» Ташкентского государственного технического университета

Тоиров Олимжон Зувурович, д.т.н., проф., заведующий кафедрой «Электрические машины» Ташкентского государственного технического университета

Ахатов Акмал Рустамович, д.т.н., проф., проректор по международному сотрудничеству Самаркандского государственного университета им. Ш. Рашидова

Жумаева Дилноза Жураевна, д.т.н., проф., главный научный сотрудник Института общей и неорганической химии АН Республики Узбекистан

Маткаримов Сохибжон Турдалиевич, д.т.н., проф., заведующий лабораторией «Горное дело и глубокая переработка полезных ископаемых» Узбекско-Японского молодёжного инновационного центра

Ахмедов Жахонгир Адхамович, д.т.н., проф. кафедры «Технология шёлка» Ташкентского института текстильной и лёгкой промышленности

Каюмов Журамирза Абдирамович, д.т.н., проф., советник ректора Самаркандского государственного архитектурно-строительного университета

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И
ИННОВАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН

АГЕНТСТВО
ИННОВАЦИОННОГО
РАЗВИТИЯ

Учредитель:

ГУП «Издательско-полиграфический дом инновационного развития»

Международный
научно-технический
журнал «НАУКА И
ИННОВАЦИОННОЕ
РАЗВИТИЕ»

Том 7 / 1-2024

Журнал издаётся с
2018 года.

Журнал зарегистрирован в Агентстве печати и информации Узбекистана 28 мая 2018 года под номером 0974 для периодических изданий.

Данное издание включено в список научных изданий, рекомендованных к публикации по техническим наукам ВАК Республики Узбекистан.

Директор:
М.Б. Турсунов

Главный редактор:
Х.Р. Салоева

Редакторы:
Ф.А. Мухаммадиева
Е.А. Ярмолик
М. Камалова



**MINISTRY OF
HIGHER EDUCATION,
SCIENCE AND
INNOVATIONS OF
THE REPUBLIC
OF UZBEKISTAN**

**AGENCY FOR
INNOVATIVE
DEVELOPMENT**

Founder:

**The State Unitary
Enterprise
“Publishing and
Printing House
of Innovative
Development”**

**International
scientific and
technical journal
“SCIENCE AND
INNOVATIVE
DEVELOPMENT”**

Volume 7 / 1-2024

**The journal has been
being published since
2018**

The journal was registered with the Press and Information Agency of Uzbekistan on May 28, 2018, under No. 0974 for periodicals.

The publication is on the list of scientific editions recommended for publication in technical sciences by Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan.

Direktor:

M.B. Tursunov

**Editor in chief:
Kh.R. Saloeva**

Editors:

F.A. Muhammadiyeva
E.A. Yarmolik
M. Kamalova

CHAIRMAN OF THE EDITORIAL BOARD

Sharipov Kongratbay Avezimbetovich,
DSc (Tech), Professor, Minister of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan

EDITORIAL BOARD MEMBERS

Salimov Okil Umurzokovich,
DSc (Tech), Professor, Academician, Head of "Ulugbek" Foundation for Support of Talented Youth

Karimov Komiljon Khamidovich,
PhD (Pedagogy), First Deputy Minister of Higher Education, Science and Innovations of the Republic of Uzbekistan

Turdikulova Shakhlohon Utkurovna,
DSc (Biology), Professor, Deputy Minister of Higher Education, Science and Innovations of the Republic of Uzbekistan

Rajabbaev Sharof Rakhimberdievich,
PhD (Economy), Director of the Agency for Innovative Development of the Ministry of Higher Education, Science and Innovations of the Republic of Uzbekistan

Musaev Jakhongir Payazovich,
DSc (Pedagogy), Professor, Deputy Head of the Department of Science and Innovative Development of the Ministry of Higher Education, Science and Innovations of the Republic of Uzbekistan

Foreign experts

Murzin Dmitry Yurievich,
DSc (Chemistry), Professor, Head of the Laboratory of Industrial Chemistry and Reaction Technology at the Faculty of Chemical Technology, Abo Academy University, Turku (Finland)

Parmon Valentin Nikolaevich,
DSc (Chemistry), Professor, Chairman of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Akhmetova Irina Gareevna,
DSc (Tech), Professor, Vice-Rector for Development and Innovations, Kazan State Power Engineering University (Russia)

Nikolaeva Larisa Andreevna,
DSc (Tech), Professor, Head of the Department "Engineering Ecology and Labor Safety", Kazan State Power Engineering University (Russia)

Yusupov Ziyodulla Erkinovich,
DSc (Tech), Professor, Karabuk University (Turkey)

Ryklin Dmitry Borisovich,
DSc (Tech), Professor, Head of the Department "Technology of Textile Materials", Vitebsk State Technological University (Belarus)

Kuznetsova Tatiana Fedorovna,
PhD (Tech), Associate Professor, Head of the Laboratory of Adsorbents and Adsorption Processes, Institute of General and Inorganic Chemistry, National Academy of Sciences of Belarus

Memon Hafizulloh,
PhD (Tech), Zhejiang University of Science and Technology (China)

Experts from Uzbekistan

Sagdullaev Shomansur Shokhsaidovich,
DSc (Tech), Professor, Academician, Director of the Institute of the Chemistry of Plant Substances, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

Turakhodjaev Nodir Jakhongirovich,
DSc (Tech), Professor, Head of the Foundry Technologies Department of the Tashkent State Technical University

Jumaniyazov Kadam Berganovich,
DSc (Tech), Professor, First Deputy General Director for Research and Innovations, Scientific Center of Cotton Industry JSC

Matyakubova Parakhat Maylievna,
DSc (Tech), Professor, Head of the Department of Metrology, Technical Regulation, Standardization and Certification of Tashkent State Technical University

Toirov Olimjon Zuvurovich,
DSc (Tech), Professor, Head of Department of Electrical Machines of Tashkent State Technical University

Akhatov Akmal Rustamovich,
DSc (Tech), Professor, Vice-Rector for International Cooperation affairs, Samarkand State University named after Sh. Rashidov.

Jumaeva Dilnoza Juraevna,
DSc (Tech), Professor, Chief Scientific Associate of the Institute of General and Inorganic Chemistry, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

Matkarimov Sokhibjon Turdalievich,
DSc (Tech), Professor, Head of the Laboratory "Mining and Deep Processing of Minerals" of the Uzbek-Japanese Youth Innovation Center

Akhmedov Jahongir Adhamovich,
DSc (Tech), Professor, Department "Silk Technology" of Tashkent Institute of Textile and Light Industry

Kayumov Juramirza Abdiramatovich,
DSc (Tech), Professor, Advisor to the Rector of Samarkand State University of Architecture and Construction

MUNDARIJA

05.01.03 – INFORMATIKANING NAZARIY ASOSLARI

*Xudayberdiyev Mirzaakbar Xakkulmirzayevich, Achilov Bahodir Saydullayevich,
Alimqulov Nurmuhammad Muqumjon o'g'li*

Tayanch vektorlar usulidan foydalanib, o'pka saratoni kasalliklarini tasniflash 8

05.01.06 – HISOBLASH TEXNIKASI VA BOSHQARUV TIZIMLARINING ELEMENTLARI VA QURILMALARI

Maxsudov Moxirbek Tolibjonovich

Elektr ta'minoti tizimi tok o'zgartkichlari imkoniyatlarini kengaytirish21

05.01.08 – TEXNOLOGIK JARAYONLAR VA ISHLAB CHIQRISHLARNI AVTOMATLASHTIRISH VA BOSHQARISH

Yakubova Nailaxon Sobirjonovna

Dinamik obyektlarning boshqarish tizimlarini kvant algoritmlari yordamida tadqiq etish32

Usmanov Komil Isroilovich

Dizel yoqilg'isini gidrotozalash jarayonini boshqarish tizimini AKAR usuli yordamida sintez qilish45

05.02.01 – MASHINASOZLIKDA MATERIALSHUNOSLIK. QUYMACHILIK. METALLARGA TERMIK VA BOSIM OSTIDA ISHLOV BERISH. QORA, RANGLI VA NOYOB METALLAR METALLURGIYASI. KAMYOB, NODIR VA RADIOAKTIV ELEMENTLAR TEXNOLOGIYASI

*Raxmatov Erkin Abdixafizovich, Nafasov Jasurbek Ximmat o'g'li,
Ziyamuxamedova Umida Alijonovna*

Modifikatsiyalangan geterokompozit polimer materiallarning tribologik va mexanik xossalari54

05.05.01 – ENERGETIKA TIZIMLARI VA MAJMUALARI

Qobilov Mirodil Hamidjon o'g'li, To'ychiyev Zafarjon Zokirovich

Elektr uzatish tarmoqlarida kuchlanish og'ishining ekspluatatsiyadagi kuch transformatorlari ish rejimiga ta'siri67

05.06.02 – TO'QIMACHILIK MATERIALLARI TEXNOLOGIYASI VA XOMASHYOGA DASTLABKI ISHLOV BERISH

Shumkarova Shamsiya Pulatovna, Xamrayeva Sanovar Atayevna, Rajapova Marg'uba Nazimovna

Yangi assortimentdagi plashbop matoning o'rinishini tadqiq qilish75

*Saloxiddinova Maxliyo Nurmuxammad qizi, Muradov Rustam Muradovich,
Axmedxodjayeov Xamit Tursunovich*

Qo'zg'aluvchan qurilma samaradorligini oshirish yo'llari.....85

05.09.07 – GIDRAVLIKA VA MUHANDISLIK GIDROLOGIYASI

Hoshimov Sardorbek Ne'matjon o'g'li

Suv omborlarining ish rejimiga bug'lanish ta'sirini baholash94

DAVLAT ILMIY DASTURLARI DOIRASIDA BAJARILAYOTGAN LOYIHALAR

Tabiiy ofat yuz bergan hududlar tuproq unumdorligini tiklash, o'simliklar va qishloq xo'jaligi ekinlari hosildorligini oshirish va kasalliklarning oldini olishda ekologik xavfsiz biopreparatlar hamda ularning kompozitsiyalarini qo'llashning yangi agrotexnologiyalari 105

Uzoq masofadagi o'zaro ta'sirni hisobga olgan holda, tartibsiz kvant magnitlari va atom gazlarida o'ta sovuq fazali o'tishlar 107

Sirdaryo viloyatida ro'y bergan tabiiy ofatning entomofaunaga ta'sirini aniqlash va populyatsiyasini tiklash 110

O'zbekiston va Turkiyada mantiyaning ofiolit bilan bog'liq minerallashishga ta'sirini taqqoslash 112

Tos va oyoq venalari trombozida O'ATE profilaktika qilish maqsadida biologik jihatdan mos keladigan, so'ruluvchan mahalliy yangi vena qisqichlarini ishlab chiqish 115

СОДЕРЖАНИЕ

05.01.03 – ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНФОРМАТИКИ

*Худайбердиев Мирзаакбар Хаккулмирзаевич, Ачилов Баходир Сайдуллаевич,
Алимкулов Нурмухаммад Мукумжон угли*

Классификация заболеваний раком лёгкого методом опорного вектора 8

05.01.06 – ЭЛЕМЕНТЫ И УСТРОЙСТВА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Махсудов Мохирбек Толибжонович

Расширение возможностей преобразователей тока системы электроснабжения21

05.01.08 – АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ

Якубова Ноилахон Собиржоновна

Исследование систем управления динамическими объектами с применением квантовых алгоритмов32

Усманов Комил Исроилович

Синтез системы управления процессом гидроочистки дизельного топлива методом АКАР45

05.02.01 – МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ. ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ И ОБРАБОТКА ДАВЛЕНИЕМ. МЕТАЛЛУРГИЯ ЧЁРНЫХ, ЦВЕТНЫХ И РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ. ТЕХНОЛОГИЯ РЕДКИХ, РАССЕЯННЫХ И РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

*Рахматов Эркин Абдихафизович, Нафасов Жасурбек Химмат угли,
Зиямухамедова Умида Алижоновна*

Трибологические и механические свойства модифицированных гетерокомпозитных полимерных материалов54

05.05.01 – ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И КОМПЛЕКСЫ

Кабиров Миродил Хамиджон угли, Туйчиев Зафаржон Закирович

Влияние отклонений напряжения в сетях электропередачи на режим работы эксплуатируемых силовых трансформаторов67

05.06.02 – ТЕХНОЛОГИЯ И ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И СЫРЬЯ

Шумкарова Шамсия Пулатовна, Хамраева Сановар Атаевна, Ражапова Маргуба Назимовна

Исследование нового ассортимента переплетений плащевой ткани75

Салохиддинова Махлиё Нурмухаммад кизи, Мурадов Рустам Мурадович,

Ахмедходжаев Хамит Турсунович

Способы повышения эффективности перевалочного устройства85

05.09.07 – ГИДРАВЛИКА И ИНЖЕНЕРНАЯ ГИДРОЛОГИЯ

Хошимов Сардорбек Неъматжон угли

Оценка влияния испарения на режим работы водохранилищ94

ПРОЕКТЫ, РЕАЛИЗУЕМЫЕ В РАМКАХ ГОСУДАРСТВЕННЫХ НАУЧНЫХ ПРОГРАММ

Внедрение новых агротехнологий с использованием экологически безопасных препаратов и их композиций для восстановления плодородия почвы, увеличения урожайности сельхозкультур и профилактики болезней растений в зонах стихийного бедствия 105

Ультрахолодные фазовые переходы в неупорядоченных квантовых магнитах и атомарных газах с учётом дальнедействующих взаимодействий 107

Выявление влияния стихийного бедствия на энтомофауну и восстановление популяций в Сырдарьинской области 110

Сравнение влияния офиолитов мантии на минерализацию в Узбекистане и Турции 112

Разработка новых отечественных биосовместимых рассасывающихся венозных клипс в профилактике ТЭЛА при тромбозах вен нижних конечностей и таза 115

CONTENTS

05.01.03 – THEORETICAL FOUNDATIONS OF COMPUTER SCIENCE

*Khudayberdiev Mirzaakbar Xakkulmirzaevich, Achilov Bakhodir Saydullaevich,
Alimkulov Nurmukhammad Mukumjon ugli,*

Classification of lung cancer diseases by support vector method 8

05.01.06 – ELEMENTS AND DEVICES OF COMPUTER TECHNOLOGY AND CONTROL SYSTEMS

Makhsudov Mokhirbek Tolibjonovich

Expanding the capacities of current converters of power supply systems21

05.01.08 – AUTOMATION AND CONTROL OF TECHNOLOGICAL PROCESSES AND PRODUCTION

Yakubova Noilakhon Sobirjonovna

Research control systems of dynamic objects using quantum algorithms32

Usmanov Komil Isroilovich

Synthesis of control system of diesel fuel hydrotreating process by ADAR method45

05.02.01 – MATERIALS SCIENCE IN MECHANICAL ENGINEERING. FOUNDRY. HEAT TREATMENT OF METALS AND PRESSURE TREATMENT. METALLURGY OF FERROUS, NON-FERROUS AND RARE METALS. TECHNOLOGY OF RARE, TRACE AND RADIOACTIVE ELEMENTS

*Rakhmatov Erkin Abdikhafizovich, Nafasov Zhasurbek Khimmat ugli,
Ziyamukhamedova Umida Alizhonovna*

Tribological and mechanical properties of modified heterocomposite polymer materials54

05.05.01 – ENERGY SYSTEMS AND COMPLEXES

Kobilov Mirodil Xamidjon ugli, Tuychiev Zafarjon Zokirovich,

Influence of voltage deviations in transmission networks on the operating mode of operating power transformers67

05.06.02 – TECHNOLOGY AND PRIMARY PROCESSING OF TEXTILE MATERIALS AND RAW STUFF

Shumkarova Shamsiya Pulatovna, Khamrayeva Sanovar Ataevna, Razhapova Marguba Nazimovna

Study of a new assortment of weaves of raincoat fabrics75

*Salokhiddinova Mahliyo Nurmuhhammad kizi, Muradov Rustam Muradovich,
Akhmedkhodjaev Khamit Tursunovich*

Ways to improve the efficiency of the transshipment unit85

05.09.07 – HYDRAULICS AND ENGINEERING HYDROLOGY

Khoshimov Sardorbek Ne'matjon ugli

Assessment of evaporation impact on reservoir operation regime 94

PROJECTS IMPLEMENTED WITHIN THE FRAMEWORK OF STATE SCIENTIFIC PROGRAMS

Introduction of new agro-technologies using environmentally safe preparations and their compositions to restore soil fertility, increase crop yields and prevent plant diseases in disaster zones..... 105

Ultracold phase transitions in disordered quantum magnets and atomic gases with consideration of long-range interactions 107

Identification of the impact of natural disaster on entomofauna and recovery of populations in Syrdarya region 110

Comparison of the influence of mantle ophiolites on mineralization in Uzbekistan and Turkey..... 112

Development of new domestic biocompatible resorbable venous clips in the prevention of TELA in lower limb and pelvic venous thrombosis 115

UDC: 004.421(045)(575.1)

DOI: <https://dx.doi.org/10.36522/2181-9637-2024-1-1>

EDN: <https://elibrary.ru/octjve>

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ РАКОМ ЛЁГКОГО МЕТОДОМ ОПОРНОГО ВЕКТОРА

Худайбердиев Мирзаакбар Хаккулмирзаевич¹, Ачилов Баходир Сайдуллаевич², Алимкулов Нурмухаммад Мукумжон угли³

¹профессор
ORCID: 0000-0002-5093-4034,
e-mail: mirzaakbarhh@gmail.com

²ассистент
ORCID: 0009-0009-6188-4069,
e-mail: borya19861804@gmail.com

³базовый докторант,
ORCID: 0000-0003-1998-6431,
e-mail: patternrecognitionlab@gmail.com

^{1,2}Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада аль-Хорезми, кафедра «Программное обеспечение информационных технологий»

³Андижанский государственный университет имени Захириддина Мухаммада Бабура

Аннотация. Среди онкологических заболеваний рак лёгкого имеет наибольшую долю. Тот факт, что смертность больных этим видом рака составляет 18% от смертности из всех онкологических заболеваний, показывает актуальность проведения исследований в этом направлении. Убедительным примером этого является и то, что в нашей стране с каждым годом растёт количество больных раком лёгкого, в том числе и умирающих от осложнений этого заболевания. В данной статье рассмотрена задача классификации заболеваний рака лёгкого у пациентов при помощи метода опорных векторов. В качестве обучающей выборки использовались эталонные данные, полученные Kagggle.com. Подробно описаны основные этапы метода опорных векторов, выбранного в качестве метода исследования. Результаты классификации заболеваний поясняются с помощью таблиц и графиков. Было доказано, что метод опорных векторов может быть эффективным решением при применении в медицине. Кроме того, подчёркивается, что использованная в исследовании обучающая выборка вполне применима в реальном процессе.

Ключевые слова: алгоритмы машинного обучения, метод опорных векторов, классификация рака лёгкого, раннее выявление, принятие решения.

TAYANCH VEKTORLAR USULIDAN FOYDALANIB, O'PKA SARATONI KASALLIKLARINI TASNIFLASH

Xudayberdiyev Mirzaakbar Xakkulmirzayevich¹, Achilov Bahodir Saydullayevich², Alimqulov Nurmuhammad Muqumjon o'g'li³

¹professor

²assistant

³tayanch doktorant

^{1,2}Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, "Axborot texnologiyalarining dasturiy ta'minoti" kafedrası

³Zahiriddin Muhammad Bobur nomidagi Andijon davlat universiteti

Annotatsiya. O'pka saratoniga chalinganlar ulushi onkologik kasallik turlari orasida eng katta ko'rsatkichlarni tashkil etmoqda. Ushbu tur saraton kasalligiga chalingan bemorlar o'limi onkologik kasalliklar tufayli vafot etayotganlarning 18 foizini tashkil etayotganligi bu borada tadqiqot olib borish zarurligini ko'rsatmoqda. Mamlakatimizda ham yildan-yilga o'pka saratoniga chalingan bemorlar hamda mazkur kasallik asoratlaridan vafot etayotganlar soni ortib borayotgani buning yaqqol misolidir. Mazkur maqolada tayanch vektorlar usuli yordamida bemorlardagi o'pka saratonini kasalligiga chalinish darajasini tasniflash masalasi ko'rib chiqilgan. O'quv tanlanma uchun kagggle.com saytidan olingan etalon ma'lumotlardan foydalanilgan. Tadqiqot usuli sifatida tanlangan tayanch vektorlar usulining asosiy bosqichlari atroflicha yoritilgan. Kasallikka chalinish darajalarining tasniflash natijalari jadval va grafiklar asosida keltirilgan. Xulosa o'rnida tayanch vektorlar usuli nafaqat turli sohalar, balki tibbiyot sohasida ham qo'llanilishi ijobiy yechim bo'la olishi isbotlangan. Bundan tashqari, tadqiqotda foydalanilgan o'quv tanlanma ham real jarayonga tatbiq etishga loyiqligi ta'kidlangan.

Kalit so'zlar: mashinali o'qitish algoritmlari, tayanch vektorlar usuli, o'pka saratonini tasniflash, erta aniqlash, qaror qabul qilish.

¹Professor²Assistant³Basic Doctoral Student

^{1,2}Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi, Department of Information Technologies Software

³Andijan State University named after Zahiriddin Mukhammad Babur

Kelib tushgan/ Получено/
Received: 22.12.2023

Қабул қилинган/Принято/
Accepted: 04.01.2024

Нашр этилган/
Опубликовано/
Published: 06.02.2024

CLASSIFICATION OF LUNG CANCER DISEASES BY SUPPORT VECTOR METHOD

Khudayberdiev Mirzaakbar Xakkulmirzaevich¹, Achilov Bakhodir Saydullaevich², Alimkulov Nurmukhammad Mukumjon ugli³

Abstract. Among all cancers, lung cancer accounts for the largest proportion of patients. The fact that the mortality rate of patients with this type of cancer makes 18% of the number of deaths from oncologic diseases, shows relevance of the research in this area. A clear evidence of this is the fact that in our country, statistics of lung cancer patients and those who die from its implications, is increasing every year. This paper reviews the issue of classifying the level of lung cancer in patients using the support vector method. The benchmark data obtained from kaggle.com was used as a training set. The main stages of the support vector method chosen as the research method are being closely described. Findings from classification of morbidity levels are being explained using tables and graphs. The study proves that the support vector method can serve as a positive solution for application in various fields including the medical practice. Moreover, it is being emphasized that the training set used in the study is worthy of applying in the real process.

Keywords: machine learning algorithms, support vector method, lung cancer classification, early detection, decision.

Введение

Рак лёгкого остаётся одним из основных видов онкологических заболеваний с точки зрения смертности (рис. 1). Причина этого тесно связана с его поздним выявлением (Davies et al., 2023). Рак возникает, когда клетки в организме начинают бесконтрольно размножаться. Рак лёгкого развивается в течение длительного периода времени и чаще встречается у пожилых людей (Qiang et al., 2007). Развитие рака лёгкого чаще наблюдается у курильщиков, живущих в городах с плохим качеством воздуха, работающих в организациях с вредным производством. По прогнозам, наряду с увеличением численности населения земного шара будут увеличиваться уровень смертности и число людей, страдающих этим заболеванием (Rikta et al., 2023).

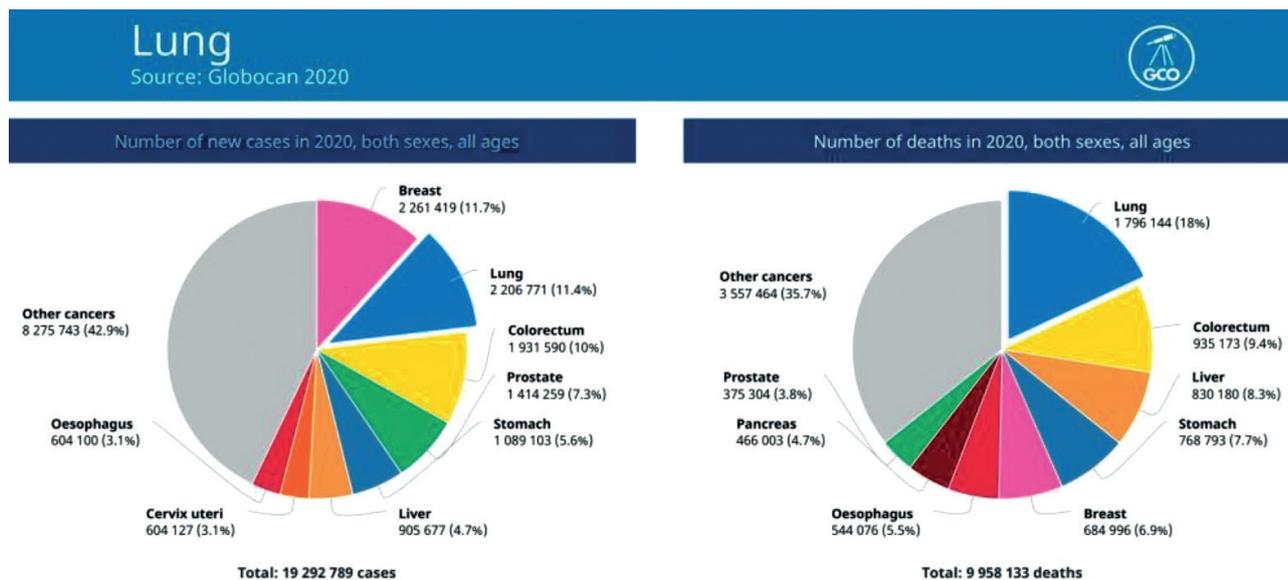


Рис. 1. Заболеваемость раком лёгкого в глобальном масштабе

В Республике Узбекистан заболеваемость раком лёгкого следующая (табл. 1).

Таблица 1

Количество больных раком лёгкого и смертность от него в Республике Узбекистан
в 2016–2022 годы*

Год	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Заболеваемость, чел.	2306	2074	2286	2540	2545	2752	3013
Смертность, чел.	1210	1256	1123	1279	1088	1175	1144

*(Tillyashaykhova, Ibragimova, & Dzhanklich, 2023).

В процессе исследования рассматривается контролируемое обучение с помощью алгоритмов машинного обучения для разработки многофункционального способа выявления рака лёгкого. В этой статье рассматривается прогнозирование рака лёгкого с использованием алгоритмов метода опорных векторов (SVM) и набора данных от Kaggle.com – платформы сообщества для совместной работы исследователей. Набор данных пациентов включает показатели: возраст, пол, воздействие загрязнения воздуха, употребление алкоголя, аллергия на пыль, профессиональные вредности, генетические риски, хронические заболевания, несбалансированное питание, ожирение, курение, пассивное курение, боль в груди, кашель с кровью, усталость, потеря веса, одышка, свистящее дыхание, затруднение глотания, травмы; на основе этих данных были предсказаны состояние ногтей на пальцах и храп. Используя этот подход можно определить уровень заболевания рака лёгкого (Bhat, 2021). Метод SVM заключается в определении оценок, отражающих степень близости по возрасту, результатов классификации контрольных (распознаваемых) объектов и стандартных объектов. Система обучающей выборки для голосования представляет собой извлечённые признаки. Опыт решения многих задач распознавания показывает, что в большинстве случаев объекты управления сравниваются не только с одним признаком, но и с помощью различных комбинаций и сочетаний признаков. Метод SVM заключается в разработке идеи определения наилучшего базового набора из комбинаций признаков в существующей обучающей выборке данных, то есть в разработке метода минимальной стоимости всех комбинаций признака, описывающих объекты, при определении степени близости объектов.

Материалы и методы

Метод опорных векторов (SVM, Support Vector Machine) – это алгоритм машинного обучения, который используется для задач классификации и регрессии. Основная идея SVM заключается в поиске оптимальной разделяющей гиперплоскости в многомерном пространстве, которая максимально отделяет объекты разных классов (Khudayberdiev, Ibragimov, Alimkulov, & Djanklich, 2023).

В случае задачи классификации SVM стремится найти такую гиперплоскость, чтобы расстояние от неё до ближайших точек обучающей выборки (опорных векторов) было максимальным. Эти опорные векторы являются точками данных, которые находятся ближе всего к гиперплоскости и играют ключевую роль в определении положения гиперплоскости.

К основным методам SVM относятся следующие:

- метод опорных векторов для линейно неразделимого случая;
- метод опорных векторов (SVM) с нелинейными ядрами;
- вероятностная оценка качества моделей.

Метод опорных векторов для линейно неразделимого случая. Набор включает самую простую линейную модель вида:

$$a(x) = \text{sign}(\omega^T - b) = \text{sign}((\omega, x) - b) = \text{sign}(\omega * x - b). \quad (1)$$

Здесь три способа, но все они означают линейную комбинацию вектора параметров ω с образом x , и добавляется смещение b . На выходе модель выдаёт значения $a(x) \in \{-1; +1\}$. Далее предположим, что обучающая выборка состоит из линейно разделимых образов (затем этот случай обобщается как линейно неразделимый). Тогда ширина полосы будет определяться расположением граничных векторов x в признаковом пространстве (Kumar, Srikanth, Prasad, Hazela, & Tamrakar, 2023).

В общем случае образы в обучающих выборках редко бывают линейно разделимыми. Поэтому при линейно неразделимой выборке невозможно найти параметры ω и b , которые бы удовлетворяли линейным ограничениям на отступы:

$$M_i(\omega, b) \geq 1, \quad i = 1, 2, \dots, l. \quad (2)$$

При разрешении классификатору ошибаться на некоторую величину (slack variables), $\xi_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, l$ для каждого i -го образа, $M_i(\omega, b) \geq 1 - \xi_i$, где $i = 1, 2, \dots, l$, величины slack variables ещё можно воспринимать как некоторый штраф за нарушение исходного неравенства. Если все $\xi_i \rightarrow +\infty$, то можно взять любые веса, например 0, и тогда оптимизационная задача будет решена. Здесь разрешается ошибаться, но величина этой ошибки должна быть как можно меньше, то есть нужно найти такие ω и b , чтобы $\xi_i \rightarrow 0$, где $i = 1, 2, \dots, l$, это условие может учесть в алгоритме минимизации, записав его следующим образом:

$$\begin{cases} \frac{1}{2} \|\omega\|^2 + C \sum_{i=1}^l \xi_i \xrightarrow{\omega, b, \xi} \min \\ M_i(\omega, b) \geq 1 - \xi_i, \quad i = 1, 2, \dots, l, \\ \xi_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, l \end{cases} \quad (3)$$

где C – гиперпараметр, определяющий степень минимизации величин $\{\xi_i\}$.

Все полученные эквивалентные задачи оптимизации рассмотрены для общего случая линейно неразделимой выборки (Lan, Zhang, & Lin, 2023). Теперь можно последние два неравенства в системе переписать в виде:

$$\begin{cases} \xi_i \geq 1 - M_i(\omega, b), & i = 1, 2, \dots, l \\ \xi_i \geq 0, & i = 1, 2, \dots, l \end{cases} \quad (4)$$

Так как получено решение задачи поиска минимума коэффициентов ω и b , то в этом неравенстве логично выбрать равенство:

$$\begin{cases} \xi_i = 1 - M_i(\omega, b) \\ \xi_i = 0 \end{cases} \Rightarrow L_i(\omega, b) = \max(0, 1 - M_i(\omega, b)), \quad i = 1, 2, \dots, l. \quad (5)$$

Ещё это выражение записывают как:

$$L_i(\omega, b) = (1 - M_i(\omega, b))_+, \quad i = 1, 2, \dots, l. \quad (6)$$

В результате исходная система становится эквивалентной безусловной задаче минимизации:

$$C \sum_{i=1}^l (1 - M_i(\omega, b))_+ + \frac{1}{2} \|\omega\|^2 \xrightarrow{\omega, b} \min, \quad (7)$$

или при делении на параметр C имеем:

$$\sum_{i=1}^l (1 - M_i(\omega, b))_+ + \frac{1}{2C} \|\omega\|^2 \xrightarrow{\omega, b} \min. \quad (8)$$

Оптимизационную задачу для метода опорных векторов получили по системе (3) и из неё пришли к алгоритму для поиска параметров ω и b по формуле (8). Для минимизации этого функционала обычные градиентные методы здесь не подходят, так как функция потерь здесь непрерывная, но не гладкая (производные не существуют в точке перегиба) (Battineni, Chintalapudi, & Amenta, 2019). Как вариант, можно воспользоваться субградиентными методами, то есть вычислить производную по формуле:

$$\nabla J(\omega, b) = \nabla(1 - M_i(\omega, b)) = \begin{cases} -1, J(\omega, b) < 1, \\ 0, J(\omega, b) \geq 1 \end{cases} \quad (9)$$

Но изначально решение задачи оптимизации метода опорных векторов сводилось к решению системы (3), то есть к задаче квадратичного программирования, минимизации коэффициентов ω при линейных ограничениях в виде неравенств. Такой подход приводит к достаточно эффективным численным методам и, кроме того, позволяет выделить объекты (наблюдения), на основе которых рассчитываются коэффициенты ω и b . Это интересная дополнительная информация о структуре обучающей выборки (Vankdothu & Nameed, 2022).

В итоге приходим к тому, что коэффициенты ω вычисляются по следующей формуле:

$$\omega = \sum_{i=1}^h \lambda_i y_i x_i \quad (10)$$

где λ_i – некоторые коэффициенты, которые также вычисляются по ходу решения данной оптимизационной задачи.

Метод опорных векторов (SVM) с нелинейными ядрами. Коэффициенты ω линейного бинарного классификатора формулы (1) в методе опорных векторов будут вычислены по формуле (10), где $\{\lambda_i\}$ – некоторые коэффициенты. Причём ненулевые коэффициенты $\{\lambda_i\} \neq 0$ соответствуют опорным или ошибочным векторам (выбросам). Если объединить формулы (1) и (10), то получается общая формула (11) модели линейного классификатора:

$$\omega = \text{sign} \sum_{i=1}^h \lambda_i y_i (x_i, x) - b), \quad (11)$$

здесь сумма взята не по всем объектам, а только по опорным, для которых $\{\lambda_i\} \neq 0$.

Классификатор вычисляет взвешенную сумму скалярных произведений опорных векторов $\{\lambda_i\}_{i=1}^h$ с некоторым входным вектором x , вычитает смещение b и определяет знак. Графически это выглядит так (рис. 2).

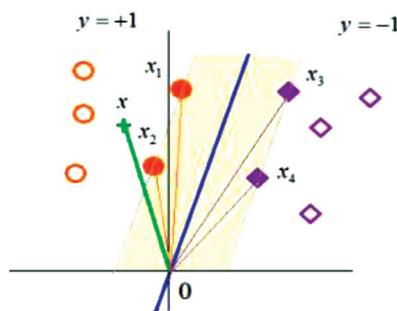


Рис. 2. Классификатор вычисляет взвешенную сумму скалярных произведений опорных векторов

Пусть $x_1, x_2, x_3, x_4, x_1, x_2, x_3, x_4$ являются линейно разделяемой выборкой с четырьмя граничными векторами. Смещение для простоты приравняется к нулю ($b = 0$).

Тогда для произвольного вектора x будет вычисляться следующая линейная комбинация:

$$\lambda_1(x_1, x) + \lambda_2(x_2, x) - \lambda_3(x_3, x) - \lambda_4(x_4, x), \quad (12)$$

или её можно записать в таком виде, где сначала суммируются опорные векторы для одного и второго классов образов:

$$\begin{cases} \omega_+ = \lambda_1 x_1 + \lambda_2 x_2 \\ \omega_- = \lambda_3 x_3 + \lambda_4 x_4 \end{cases} \quad (13)$$

затем классификатор присваивает знак проекции вектора $x, (\omega_+, x) - (\omega_-, x)$ и выдаёт своё решение:

$$a(x) = \text{sign}(x, (\omega_+, x) - (\omega_-, x)). \quad (14)$$

Формула (14) интерпретирует работу линейного бинарного классификатора в методе опорных векторов (Wu & Li, 2022).

SVM с нелинейными ядрами. Формула (11) модели линейного классификатора приводится к следующему виду:

$$(x_i, x) = (x_i^T, x), \quad i = 1, 2, \dots, h. \quad (15)$$

Формулу (15) возводим в квадрат:

$$(x_i, x)^2 = (x_i^T, x)^2, \quad i = 1, 2, \dots, h. \quad (16)$$

Для указанного преобразования и некоторого ряда других нелинейных преобразований решение системы методом *Каруша – Куна – Таккера* с использованием функции Лагранжа остаётся неизменным (Agarwal, Singh, & El Sayed, 2023).

Теперь рассмотрим функцию $K(x, x')$, которая является ядром (подходит для задачи SVM) тогда и только тогда, когда она симметрична $K(x, x') = K(x', x)$ и неотрицательно определена:

$$\iint K(x, x') g(x) g(x') dx dx' \geq 0, \quad (17)$$

для любой $g : X \rightarrow R$.

Удовлетворяет этой функции $K(x, x') = K(x', x)$, и, если распишем его для двумерных векторов, получаем: $u = [u_1, u_2]^T, v = [v_1, v_2]^T$, откуда: $K(u, v) = (u, v)_2 = (u_1, u_1 + u_2, u_2)^2 = u_1^2 v_1^2 + 2u_1 v_1 u_2 v_2 + u_2^2 v_2^2 = ([u_1^2, u_2^2, \sqrt{2}u_1 u_2])^T, ([v_1^2, v_2^2, \sqrt{2}v_1 v_2])^T$. То есть возведение скалярного произведения в квадрат двумерных векторов – это аналог скалярного произведения трёхмерных векторов:

$$\begin{cases} \Psi(u) = ([u_1^2, u_2^2, \sqrt{2}u_1 u_2])^T \\ \Psi(v) = ([v_1^2, v_2^2, \sqrt{2}v_1 v_2])^T \end{cases} \quad (18)$$

Функция $\Psi(x)$ формирует новое трёхмерное признаковое пространство, в котором начинает работать обычный линейный алгоритм опорных векторов. Но с позиции

исходного двумерного признакового пространства получатся полиномиальные функции степени 2. Причём полиномы здесь не произвольные, а состоят только из омонимов степени 2 (слагаемых меньших степеней здесь нет). Разделяющие гиперплоскости для разных типов ядер показаны на рисунке 3.

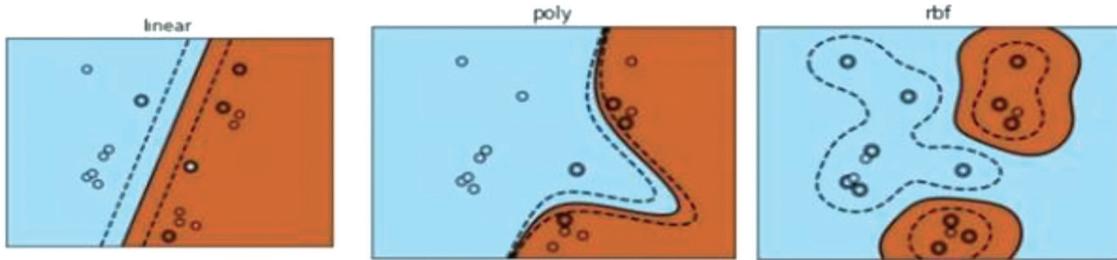


Рис. 3. Разделяющие гиперплоскости для разных типов ядер (linear, poly, rbf)

Здесь linear – обычное скалярное произведение, poly – полиномиальное ядро, образуемое функциональными преобразованиями вида:

$$\begin{cases} K(x, x') = (x, x')^d \\ K(x, x') = ((x, x') + 1)^d \end{cases} \quad (19)$$

rbf – радиальные ядра, определяемые выражением:

$$K(x, x') = \exp(-\lambda \|x - x'\|^2), \quad (20)$$

ядро вида:

$$K(x, x') = th(k_1(x, x') - k_0), \quad k_1, k_1 \geq 0. \quad (21)$$

На его основе получается аналог двухслойной нейронной сети с сигмоидальными функциями активации (Keerthana, Venugopal, Nath, & Mishra, 2023).

SVM как двухслойная нейронная сеть. SVM можно представить в виде следующей вычислительной структуры двухслойной нейронной сети. Так как выход модели при произвольных ядрах вычисляется по формуле (11), то образуется двухслойная нейронная сеть (рис. 4).

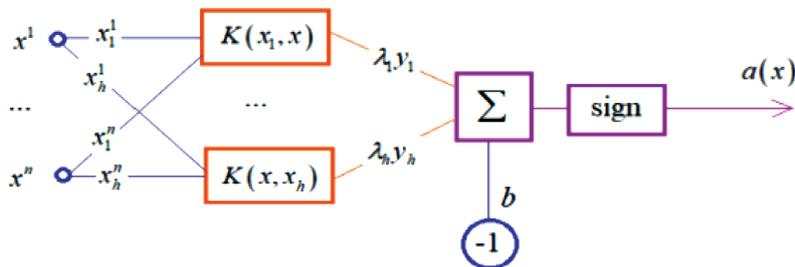


Рис. 4. Двухслойная нейронная сеть на SVM-модели

На скрытом слое вычисляются свёртки входного вектора x с опорными векторами x_1, \dots, x_h с учётом выбранного ядра $K(x, x')$. Затем все эти значения умножаются на весовые коэффициенты $\lambda_1 y_1, \dots, \lambda_h y_h$, суммируются и пропускаются через знаковую функцию активации. Причём SVM сразу определяет необходимое число нейронов скрытого слоя и, конечно же, значения весовых коэффициентов.

Способы синтеза ядер

В заключение можно узнать простые правила синтеза ядер для метода опорных векторов.

К основным можно отнести следующие подходы:

- $K(x, x') = (x, x')$ – скалярное произведение;
- $K(x, x') = 1$ – константа;
- $K(x, x') = K_1(x, x')K_2(x, x')$ – произведение ядер (подходящих для SVM);
- $K(x, x') = (\Psi(x), \Psi(x')), \forall \Psi : X \rightarrow R$ – применение функции;
- $K(x, x') = a_1K_1(x, x') + a_2K_2(x, x'), a_1, a_2 > 0$ – сумма ядер.

Преимущества и недостатки SVM

Преимущества перед субградиентными методами и нейронными сетями:

- здесь решается оптимизационная выпуклая задача квадратичного программирования, которая имеет одну точку минимума (единственное решение);
- позволяет выделить опорные векторы, в том числе и выбросы, которые могут присутствовать в обучающей выборке (иногда SVM применяют для нахождения выбросов);
- в сравнении с нейронными сетями позволяет определить необходимое число нейронов скрытого слоя, как число опорных векторов.

Недостатки:

- нет общих подходов к задаче оптимизации для произвольных ядер $K(x, x')$;
- нет «встроенного отбора признаков» (аналог L1-регуляризатора);
- необходимо подбирать гиперпараметр C для каждой решаемой задачи.

Тем не менее считается, что SVM является лучшим методом классификации среди прочих линейных классификаторов. Благодаря максимизации ширины полосы между классами он, как правило, приводит к лучшим обобщающим способностям на реальных данных. Его относительно легко модифицировать для нелинейного случая (для разных ядер), а также дополнительно использовать L1-регуляризатор (Yang, Lim, Qu, Li, & Ni, 2023; Liu & Liu, 2014).

SVM используется в различных областях, включая:

- распознавание образов;
- классификация текста;
- обнаружение мошенничества;
- анализ данных;
- рекомендательные системы.

Применение SVM:

- компания Google использует SVM для классификации изображений в своём поисковом движке;
- компания Amazon использует SVM для рекомендаций товаров пользователям;
- банки используют SVM для обнаружения мошенничества с кредитными картами.

Таким образом, SVM является универсальным методом машинного обучения, который может использоваться для решения различных задач.

Результаты исследования

Исходя из рассмотренной методологии SVM, получены следующие результаты.

Доказано, что применение метода опорных векторов к выборке данных Kaggle.com даёт положительное решение при классификации заболеваний раком лёгкого.

Обучающая выборка имеет следующие параметры из трёх классов (Low, Medium, High) значений, которые показаны в таблице 2 и на рисунке 5.

Таблица 2

Значение для каждого класса параметров

	mean	std	min	25 %	50 %	75 %	max
<i>Age</i>	37.174000	12.005000	14.000000	27.750000	36.000000	45.000000	73.000000
<i>Gender</i>	1.402000	0.491000	1.000000	1.000000	1.000000	2.000000	2.000000
<i>air_pollution</i>	3.840000	2.030000	1.000000	2.000000	3.000000	6.000000	8.000000
<i>alcohol_use</i>	4.563000	2.620000	1.000000	2.000000	5.000000	7.000000	8.000000
<i>dust_allergy</i>	5.165000	1.981000	1.000000	4.000000	6.000000	7.000000	8.000000
<i>occupational_hazards</i>	4.840000	2.108000	1.000000	3.000000	5.000000	7.000000	8.000000
<i>genetic_risk</i>	4.580000	2.127000	1.000000	2.000000	5.000000	7.000000	7.000000
<i>chronic_lung_disease</i>	4.380000	1.849000	1.000000	3.000000	4.000000	6.000000	7.000000
<i>balanced_diet</i>	4.491000	2.136000	1.000000	2.000000	4.000000	7.000000	7.000000
<i>obesity</i>	4.465000	2.125000	1.000000	3.000000	4.000000	7.000000	7.000000
<i>smoking</i>	3.948000	2.496000	1.000000	2.000000	3.000000	7.000000	8.000000
<i>passive_smoker</i>	4.195000	2.312000	1.000000	2.000000	4.000000	7.000000	8.000000
<i>chest_pain</i>	4.438000	2.280000	1.000000	2.000000	4.000000	7.000000	9.000000
<i>coughing_of_blood</i>	4.859000	2.428000	1.000000	3.000000	4.000000	7.000000	9.000000
<i>fatigue</i>	3.856000	2.245000	1.000000	2.000000	3.000000	5.000000	9.000000
<i>weight_loss</i>	3.855000	2.207000	1.000000	2.000000	3.000000	6.000000	8.000000
<i>shortness_of_breath</i>	4.240000	2.285000	1.000000	2.000000	4.000000	6.000000	9.000000
<i>wheezing</i>	3.777000	2.042000	1.000000	2.000000	4.000000	5.000000	8.000000
<i>swallowing_difficulty</i>	3.746000	2.270000	1.000000	2.000000	4.000000	5.000000	8.000000
<i>clubbing_of_finger_nails</i>	3.923000	2.388000	1.000000	2.000000	4.000000	5.000000	9.000000
<i>frequent_cold</i>	3.536000	1.833000	1.000000	2.000000	3.000000	5.000000	7.000000
<i>dry_cough</i>	3.853000	2.039000	1.000000	2.000000	4.000000	6.000000	7.000000
<i>snoring</i>	2.926000	1.475000	1.000000	2.000000	3.000000	4.000000	7.000000
<i>level</i>	1.062000	0.815000	0.000000	0.000000	1.000000	2.000000	2.000000

Обучающие данные

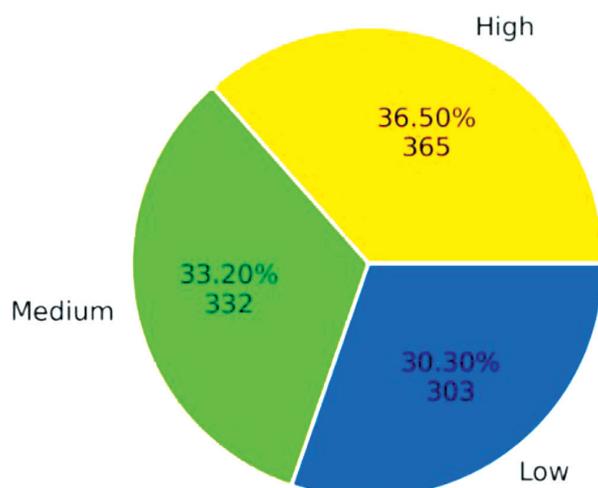


Рис. 5. Обучающие данные по трём классам по возрасту (Age)

Преобразуется двумерный массив в оси (x) в одномерный массив. Затем – упрощения последующего цикла, выполняющего итерацию по сглаженному массиву

осей. Этот цикл выполняет итерацию по столбцам. Ось x устанавливается в столбец после замены значений в соответствии с предоставленным отображением, ось y устанавливается в текущий столбец, а оттенок устанавливается (рис. 6).

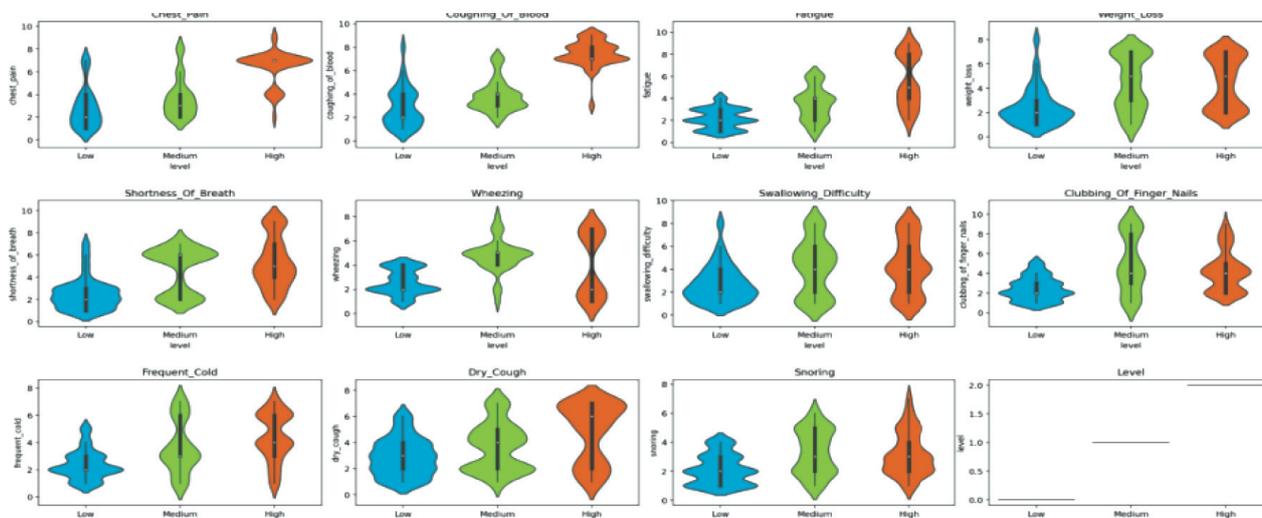


Рис 6. Уровень заболевания по каждому параметру

После предварительной обработки данных бинарной классификации и реализации метода опорных векторов значения коэффициентов вектора $\omega = 0,24371833$, $0,13071248$, $b = 0,01218592$. Список опорных векторов, для которых $\lambda \neq 0$, показан на рисунке 7.

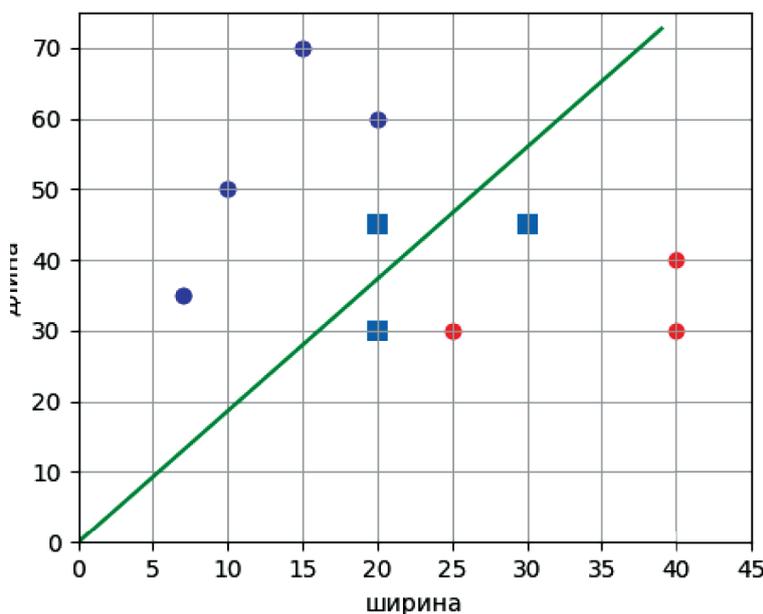


Рис 7. Реализация метода опорных векторов бинарной классификации

Показатели оптимизации SVM-модели с нелинейными ядрами, когда она симметрична и неотрицательно определена и пациенты квалицированы по возрасту, приведены в таблице 3.

Таблица 3

Показатель оптимизации по возрасту пациентов

ID	Тестовый	Тренировочный	Оптимизации
655	39	33	33
917	28	38	38
336	26	33	33
860	36	38	38
567	39	33	33
190	25	38	38
785	35	33	33
247	65	33	33
37	28	33	33
728	55	38	38
620	44	38	38
328	33	33	33
447	26	33	33
86	35	33	33
698	32	33	33
763	28	33	33
758	35	33	35
496	24	38	38
398	44	38	38
624	32	38	33

Вероятностная оценка качества моделей, реализации данных о раковых заболеваниях на обучающем выборе представлены на рисунках 8 и 9.



Рис. 8. Тренировочная классификация и регрессия методом опорных векторов

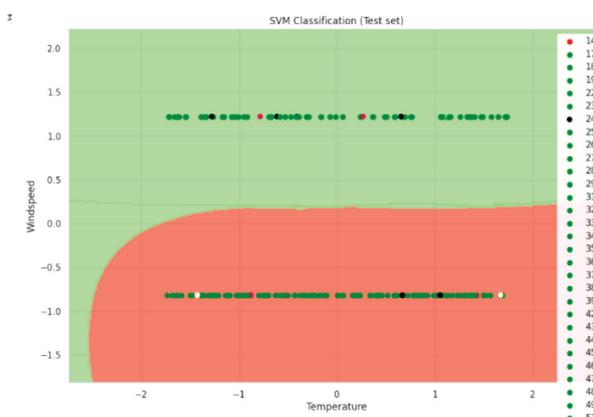


Рис. 9. Тестовая классификация и регрессия методом опорных векторов

Анализ результатов исследования

Важно отметить, что результаты, полученные в ходе исследования, также учитывают риск развития рака из-за плохого качества воздуха. Необходимость этих результатов подтверждается ситуацией с регулярным загрязнением воздуха в городе Ташкенте (рис. 10).

Следует отметить, что многие учёные-исследователи использовали приведённый выше набор данных в своей работе и получили разные результаты. В частности, в одном исследовании они отметили, что машинное обучение всё чаще используется в медицинской сфере для выявления рака лёгкого, однако важной проблемой остаётся отсутствие интерпретации этих моделей. Результаты прогностической модели с

методом балансировки классов ROS (Random Oversampling) использовались для понимания наиболее важных клинических особенностей, которые способствовали прогнозу рака лёгкого (Rikta, va boshq., 2023). В данной работе основное внимание уделено клиническим особенностям.

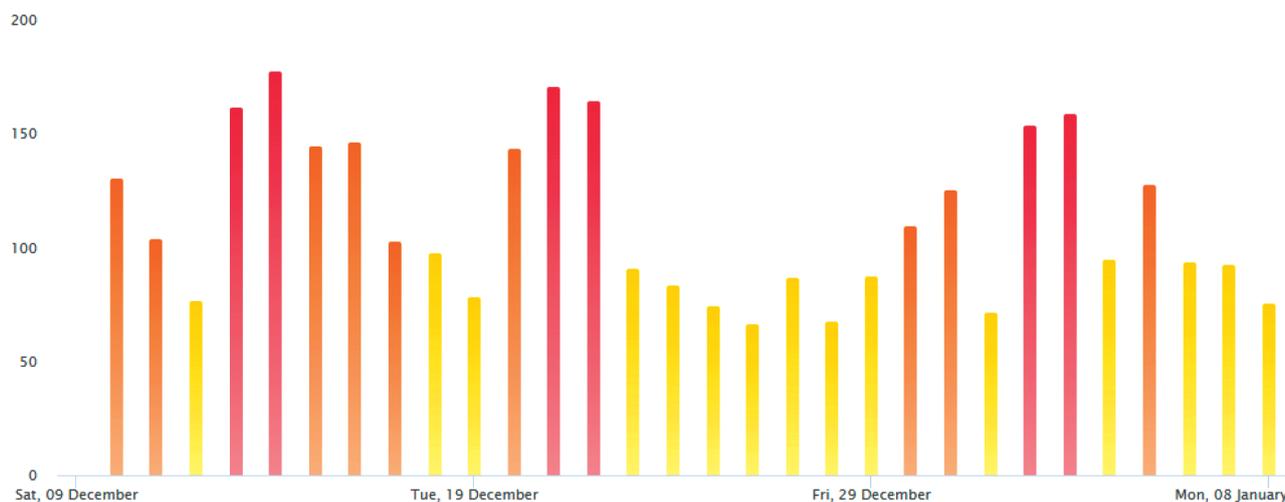


Рис. 10. График качества воздуха в Ташкенте в декабре 2023 – январе 2024 года*

* (IQAIR, 2024).

Другое исследование также проанализировало этот набор данных, чтобы диагностировать наличие клеток рака лёгкого на основе атрибутов и данных, которые представляют собой набор характеристик человека. В исследовании изучалась возможность использования модели искусственной нейронной сети для выявления наличия клеток рака лёгкого в организме человека. В задачах исследования было определено моделирование искусственных нейронных сетей, которое можно использовать для выявления некоторых важных факторов, вызывающих рак лёгкого, и выявления наличия рака лёгкого (Nasser & Abu-Naser, 2019).

Надёжность набора данных, используемого в упомянутых работах, не была доказана. В наших исследованиях была подтверждена не только надёжность набора данных, но и его пригодность для использования в искусственных нейронных сетях, а также и в SVM для определения наличия или отсутствия рака лёгкого в человеческом организме с чёткими доказательствами.

Выводы

Алгоритм SVM успешно применяется для решения задач классификации и регрессии. В ходе анализа данной темы становится ясным, что SVM выделяется своей уникальной способностью находить оптимальные разделяющие гиперплоскости в многомерных пространствах данных. Это осуществляется путём максимизации зазора между классами, что в свою очередь обеспечивает высокую обобщающую способность модели.

Одним из ключевых преимуществ модели SVM является её способность эффективно работать с линейно неразделимыми данными, благодаря применению ядерных функций. Это позволяет модели работать в более сложных сценариях и адаптироваться к нелинейным зависимостям данных.

Важным аспектом является также то, что SVM находит применение не только в задачах бинарной классификации, но и может быть адаптирована для многоклассовой

классификации и регрессионного анализа. Это расширяет область применения метода и делает его универсальным инструментом в различных областях, таких как биоинформатика, финансовая аналитика, медицинская диагностика и многие другие.

Благодарность

Результаты данной исследовательской работы получены в рамках практического проекта № ФЗ-202010191. Выражаем благодарность Агентству инновационного развития при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан, которое поддерживает проект (Ibragimov, 2023).

REFERENCES

1. Agarwal, D., Singh, P., & El Sayed, M. (2023). The Karush–Kuhn–Tucker (KKT) optimality conditions for fuzzy-valued fractional optimization problems. *Mathematics and Computers in Simulation*, 205, 861-877.
2. Battineni, G., Chintalapudi, N., & Amenta, F. (2019). Machine learning in medicine: Performance calculation of dementia prediction by support vector machines (SVM). *Informatics in Medicine Unlocked*, 16, 100200.
3. Bhat, A. (2021). *Kaggle*. Retrieved from <https://www.kaggle.com/datasets/mysarahmadbhat/lung-cancer>
4. Davies, M., Takahiro, S., Haitham, A., Liping, H., Triantafillos, L., Yang, R., & Field, J. (2023). Plasma protein biomarkers for early prediction of lung cancer. *eBioMedicine*, Volume 93, 104686.
5. Ibragimov, S. (2023). *Raqamli dasturiy mahsulot yaratish asosida onkoepidemiologik holatni kompleks baholash [Comprehensive assessment of the oncoepidemiological situation based on the creation of a digital software product]*. Tashkent.
6. IQAIR. (2024). *Air quality in Tashkent. Air quality index (AQI) and PM2.5 air pollution in Tashkent*. (Keystone, IQAIR). Retrieved from IQAIR: <https://www.iqair.com/ru/uzbekistan/toshkent-shahri/tashkent>
7. Keerthana, D., Venugopal, V., Nath, M., & Mishra, M. (2023). Hybrid convolutional neural networks with SVM classifier for classification of skin cancer. *Biomedical Engineering Advances*, 5, 100069.
8. Khudayberdiev, M., Ibragimov, S., Alimkulov, N., & Djanklich, S. (2023). Solving tasks of oncoepidemiology prediction using least squares and SVR algorithms. B T. & Group (Ed.), *Artificial Intelligence, Blockchain, Computing and Security Volume 2* (pp. 595-602). London: CRC Press.
9. Kumar, K., Srikanth, V., Prasad, G., Hazela, B., & Tamrakar, A. (2023). Fault detection on the 3-D printed objective surface by using the SVM algorithm. *Materials Today: Proceedings*.
10. Lan, Y., Zhang, Y., & Lin, W. (2023). Diagnosis algorithms for indirect bridge health monitoring via an optimized AdaBoost-linear SVM. *Engineering Structures*, 275(Part A), 115239.
11. Liu, J., & Liu, Y. (2014). Non-integer norm regularization SVM via Legendre–Fenchel duality. *Neurocomputing*, 144, 537-545.
12. Nasser, I.M.; Abu-Naser, S.S. (2019). Lung Cancer Detection Using Artificial Neural Network. *International Journal of Engineering and Information Systems*, 3(3), 17-23.
13. Qiang, Y., Guo, Y., Li, X., Wang, Q., Chen, H., & Cuic, D. (2007). The Diagnostic Rules of Peripheral Lung Cancer Preliminary Study Based on Data Mining Technique. *Journal of Nanjing Medical University*, 190-195.
14. Rikta, S., Uddin, K., Biswas, N., Mostafiz, R., Sharmin, F., & Dey, S. (2023). XML-GBM lung: An explainable machine learning-based application for the diagnosis of lung cancer. *Journal of Pathology Informatics*, 14, 100307.
15. Tillyashaykhova, M., Ibragimova, S., & Dzhanklich, S. (2023). *Sostoyaniye onkologicheskoy pomoshchi naseleniyu Respubliki Uzbekistan v 2022 godu [The state of cancer care for the population of the Republic of Uzbekistan in 2022]*. Tashkent: Khalk Publ.
16. Vankdothu, R., & Hameed, M. (2022). Brain tumor segmentation of MR images using SVM and fuzzy classifier in machine learning. *Measurement: Sensors*, 24, 100440.
17. Wu, Y., & Li, S. (2022). Damage degree evaluation of masonry using optimized SVM-based acoustic emission monitoring and rate process theory. *Measurement*, 190, 110729.
18. Yang, M., Lim, M., Qu, Y., Li, X., & Ni, D. (2023). Deep neural networks with L1 and L2 regularization for high dimensional corporate credit risk prediction. *Expert Systems with Applications*, 213(Part A).



ILM-FAN VA INNOVATSION RIVOJLANISH

НАУКА И ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ

SCIENCE AND INNOVATIVE DEVELOPMENT

Volume 7 | Issue 1 | January–February 2024

**“Ilm-fan va innovatsion rivojlanish”
jurnali tahririyati**

Manzil: 100174, Toshkent sh., Universitet ko'chasi, 7-uy.

Veb-sayt: <https://ilm.mininnovation.uz>

Telegram: t.me/Ilmfanjournali

Telefonlar: (+998) 99-373-90-35,
(+998) 99-920-90-35

E-mail: ilm.fan@inbox.ru

Obuna indeksi – 1318.

Bosishga ruxsat etildi: 2024-yil 6-fevral.

Bichimi 60 x 84 1/8.

Shartli bosma tabog'i 14,9. Adadi 500 nusxa.

“Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi” davlat unitar korxonasi bosmaxonasida ofset qog'ozda chop etildi.

**Редакция журнала
«Наука и инновационное развитие»**

Адрес: 100174, г. Ташкент,
ул. Университетская, 7.

Веб-сайт: <https://ilm.mininnovation.uz>

Телеграм: t.me/Ilmfanjournali

Телефоны: (+998) 99-373-90-35,
(+998) 99-920-90-35

E-mail: ilm.fan@inbox.ru

Подписной индекс – 1318.

Подписано в печать: 6 февраля 2024 года.

Формат 60 x 84 1/8. Усл. печ. л. 14,9.

Тираж 500 экз.

Отпечатано на офсетной бумаге в типографии ГУП «Издательско-полиграфический дом инновационного развития».

**Editorial Board of the journal
“Science and Innovative Development”**

Address: 100174, Tashkent city,
st. Universitetskaya, 7.

Website: <https://ilm.mininnovation.uz>

Telegram: t.me/Ilmfanjournali

Phones: (+998) 99-373-90-35,
(+998) 99-920-90-35

E-mail: ilm.fan@inbox.ru

Subscription index – 1318.

Signed for publication: February 6, 2024.

Format 60 x 84 1/8. Conditional printed

sheet 14.9. Circulation 500 copies.

Printed on offset paper in the Printing House of the State Unitary Enterprise “Publishing and Printing House of Innovative Development”.