



ISSN: 3060-4613



MAKTABGACHA
VA MAKTAB
TA'LIMI VAZIRLIGI



O'zbekiston
Milliy Pedagogika
Universiteti



No5(2)
2026

- 13.00.00 Pedagogika fanlari
- 13.00.01 Pedagogika nazariyasi. Pedagogik ta'limotlar tarixi
- 13.00.02 Ta'lim va tarbiya nazariyasi va metodikasi (sohalar bo'yicha)
- 13.00.03 Maxsus pedagogika
- 13.00.04 Jismoniy tarbiya va sport mashg'ulotlari nazariyasi va metodikasi
- 13.00.05 Kasb-hunar ta'limi nazariyasi va metodikasi
- 13.00.06 Elektron ta'lim nazariyasi va metodikasi (ta'lim sohaları va bosqichlari bo'yicha)
- 13.00.07 Ta'limda menejment
- 13.00.08 Maktabgacha ta'lim va tarbiya nazariyasi va metodikasi
- 13.00.09 Ijtimoiy pedagogika
- 07.00.00 Tarix fanlari
- 19.00.00 Psixologiya fanlari
- 01.00.00 Fizika-matematika fanlari
- 02.00.00 Kimyo fanlari
- 03.00.00 Biologiya fanlari
- 09.00.00 Falsafa fanlari
- 10.00.00 Filologiya fanlari
- 11.00.00 Geografiya fanlari

M

AKTABGACHA VA AKTAB TA'LIMI

Pedagogika, psixologiya fanlariga ixtisoslashgan ilmiy jurnal



MAKTABGACHA VA MAKTAB TA'LIMI



Elektron nashr. 652 sahifa,
6-may, 2026-yil.

BOSH MUHARRIR:

Karimova E'zoza Gapijanovna – O'zbekiston Respublikasi Maktabgacha va maktab ta'limi vaziri

BOSH MUHARRIR O'RINBOSARI:

Ibragimova Gulsanam Ne'matovna – Pedagogika fanlari doktori, professor

TAHRIRIYAT KENGASHI A'ZOLARI

Ibragimov X.I. – pedagogika fanlari doktori, akademik
Shoumarov G'.B. – psixologiya fanlari doktori, akademik
Qirg'izboyev A.K. – Tarix fanlari doktori, professor
Jamoldinova O.R. – pedagogika fanlari doktori, professor
Sharipov Sh.S. – pedagogika fanlari doktori, professor
Shermuhhammadov B.Sh. – pedagogika fanlari doktori, professor
Ma'murov B.B. – pedagogika fanlari doktori, professor
Madraximova F.R. – pedagogika fanlari doktori, professor
Kalonov M.B. – iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Nabiyev D.X. – iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Qo'ldoshev Q. M. – iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Ikramxanova F.I. – filologiya fanlari doktori, professor
Ismagilova F.S. – psixologiya fanlari doktori, professor (Rossiya)
Stoyuxina N.Yu. – psixologiya fanlari nomzodi, dotsent (Rossiya)
Magauova A.S. – pedagogika fanlari doktori, professor (Qozog'iston)
Rejep O'zyurek – psixologiya fanlari doktori, professor (Turkiya)
Wookyu Cha – Koreya milliy ta'lim universiteti rektori (Koreya)
Polonnikov A.A. – psixologiya fanlari nomzodi, dotsent (Belarus)
Mizayeva F. O. – Pedagogika fanlari doktori, dotsent
Baybayeva M.X. – pedagogika fanlari doktori, professor
Muxsiyeva A.T. – pedagogika fanlari doktori, professor
Aliyev B. – falsafa fanlari doktori, professor
Abdullayeva N. Sh. – Pedagogika fanlari doktori (DSc), professor
Doniyorov S. M. – “Yangi O'zbekiston” va “Pravda Vostoka” gazetalari tahririyati DM bosh muharriri, O'zbekiston Respublikasida xizmat ko'rsatgan jurnalist, filologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
G'afurov D. O. – falsafa fanlari doktori (Phd)
Shomurodov R.T. – iqtisodiyot fanlari nomzodi (PhD), dotsent
Mirzayeva F. O. – pedagogika fanlari doktori (DSc), dotsent
Jalilova S.X. – psixologiya fanlari nomzodi (PhD), dotsent
Bafayev M.M. – psixologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
Usmonova D.I. – Samarqand iqtisodiyot va servis institute dotsenti
Saifnazarov I. – falsafa fanlari doktori, professor
Nematov Sh.E. – pedagogika fanlari nomzodi (PhD)
Tillashayxova X.A. – psixologiya fanlari nomzodi (PhD), dotsent
Yuldasheva F.I. – pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
Yuldasheva D.B. – filologiya fanlari bo'yicha falsafa (PhD) doktori, dotsent
Tangriyev A. T. – Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti kafedra professori
Ashurov R. R. – psixologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
Panjiyev M. A. – Qashqadaryo viloyati Maktabgacha va maktab ta'limi boshqarmasi boshlig'ining birinchi o'rinbosari
Xudayberganov N. A. – Xorazm Ma'mun akademiyasi Tabiiy fanlar bo'limining katta ilmiy xodimi, biologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Vaxobov Anvar Abdusattor o'g'li – Pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent

Muassis: “Tadbirkor va ishbilarmon” MChJ

Hamkorlarimiz: O'zbekiston Respublikasi Maktabgacha va maktab ta'limi vazirligi, O'zbekiston milliy pedagogika universiteti

EDITOR-IN-CHIEF:

Karimova E'zoza Gapirzhanovna – Minister of Perschool and School Education of the Republic of Uzbekistan

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF:

Ibragimova Gulsanam Ne'matovna – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

EDITORIAL BOARD MEMBERS:

Ibragimov X.I. – Doctor of Pedagogical Sciences, Academician

Shoumarov G. B. – Doctor of Psychological Sciences, Academician

Qirg'izboyev A. K. – Doctor of Historical Sciences, Professor

Jamoldinova O.R. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

Sharipov Sh.S. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

Shermuhhammadov B.Sh. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

Ma'murov B.B. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

Madraximova F.R. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

Kalonov M.B. – Doctor of Economic Sciences, Professor

Nabiyev D.X. – Doctor of Economic Sciences, Professor

Koldoshev K. M. – Doctor of Economic Sciences, Professor

Ikramxanova F.I. – Doctor of Philological Sciences, Professor

Ismagilova F.S. – Doctor of Psychological Sciences, Professor (Russia)

Stoyuxina N.Yu. – Candidate of Psychological Sciences (PhD), Associate Professor (Russia)

Magauova A.S. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Kazakhstan)

Rejep O'zyurek – Doctor of Psychological Sciences, Professor (Turkey)

Wookyu Cha – President of the National University of Education, Korea (South Korea)

Polonnikov A.A. – Candidate of Psychological Sciences (PhD), Associate Professor (Belarus)

Mizayeva F. O. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

Baybayeva M.X. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

Muxsiyeva A.T. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

Aliyev B. – Doctor of philosophy, professor

Abdullayeva N. Sh. – Doctor of Pedagogical Sciences (DSc), Professor

Doniyorov S. M. – Editor-in-Chief of the DM Editorial Office of the newspapers “Yangi O'zbekiston” and “Pravda Vostoka”, Honored Journalist of the Republic of Uzbekistan, Doctor of Philosophy (PhD) in Philology, Associate Professor

Gafurov D. O. – Doctor of Philosophy (PhD)

Shomurodov R.T. – Candidate of Economic Sciences (PhD), Associate Professor

Mirzayeva F. O. – Doctor of Pedagogical Sciences (DSc), Associate Professor

Jalilova S.X. – Candidate of Psychological Sciences (PhD), Associate Professor

Bafayev M.M. – Doctor of Philosophy in Psychological Sciences (PhD), Associate Professor

Usmonova D.I. – Associate Professor, Samarkand Institute of Economics and Service

Saifnazarov I. – Doctor of philosophy, professor

Nematov Sh.E. – Candidate of Pedagogical Sciences (PhD)

Tillashayxova X.A. – Candidate of Psychological Sciences (PhD), Associate Professor

Yuldasheva F.I. – Doctor of Philosophy in Pedagogical Sciences (PhD), Associate Professor

Yuldasheva D.B. – Doctor of Philosophy (PhD) in Philological Sciences, Associate Professor

Tangriyev A.T. – is a professor of Tashkent State University of Economics

Ashurov R. R. – Doctor of Philosophy (PhD) in Psychology, Associate Professor

Panjiyev M. A. – First Deputy Head of the Department of Preschool and School Education of the Kashkadarya Region

Khudaiberganov N. A. – Senior Researcher of the Department of Natural Sciences of the Khorezm Mamun

Academy, Doctor of Philosophy (PhD) in Biological Sciences

Vakhobov Anvar Abdusattor oglu – Doctor of Philosophy in Pedagogical Sciences, Associate Professor

“Maktabgacha va maktab ta'limi” jurnali O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining quyidagi qarorlariga asosan pedagogika va psixologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) hamda fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiyalaridagi asosiy ilmiy natijalarni chop etish uchun milliy ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan:

Pedagogika fanlari bo'yicha: OAK Kengashi tavsiyasi (26.08.2024-y., №11-05-4381/01) asosida:

- Ekspert kengashi (29.10.2024-y., №10)
- Rayosat qarori (31.10.2024-y., №363/5)

Psixologiya fanlari bo'yicha: Toshkent davlat pedagogika universiteti murojaatiga asosan OAK tavsiyasi (24.04.2025-y., №11-05-2566/01):

- Ekspert kengashi (25.05.2025-y., №10)
- Rayosat qarori (08.05.2025-y., №370/5)

“Maktabgacha va maktab ta'limi”
jurnali

26.09.2023-yildan

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti
Administratsiyasi huzuridagi Axborot
va ommaviy kommunikatsiyalar
agentligi tomonidan **№C-5669363**
reyestr raqami tartibi bo'yicha
ro'yxatdan o'tkazilgan.

Litsenziya raqami: **№136361**

MUNDARIJA

| | |
|--|-----|
| Fizika ta'limida integratsiyalashgan yondashuv: mazmuni va ahamiyati..... | 10 |
| <i>Doniyorova Iroda Baxtiyor qizi</i> | |
| Zamonaviy boshlang'ich ta'lim: milliy dastur, kompetensiya va xorijiy tajriba integratsiyasi..... | 14 |
| <i>Omonova Nilufar Parda qizi</i> | |
| The Role of Environmental Project-Based Learning in Developing EFL Learners' Productive Skills..... | 19 |
| <i>Xujanova Shaxina Abdullayevna</i> | |
| Boshlang'ich sinflarda integratsiyalashgan ta'limning pedagogik aspektlari | 24 |
| <i>Eshpo'latova Elnora Yo'ldoshovna</i> | |
| Talabalarda stressga barqarorlikning nazariy va amaliy tahlili..... | 29 |
| <i>Nurmatov Nurhayot Nurziyot o'g'li, Maxmudova Shahzoda Maksudovna</i> | |
| Malakaviy o'quv amaliyoti jarayonida bo'lajak tarbiyachilarning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirishda didaktik ta'minotning ahamiyati..... | 32 |
| <i>Ramozonova Bahroy Sadriddinovna</i> | |
| Oliy ta'limda raqamli pedagogikaning institutsionlashuvi: boshqaruv, siyosat va raqamli transformatsiya strategiyalari..... | 36 |
| <i>Nuraliyeva Dilshoda Yo'lichiboy qizi</i> | |
| Aholini jismoniy sog'lomlashtirishda sog'lomlashtiruvchi mashg'ulotlarni tashkil etish metodikasi..... | 41 |
| <i>V. Sh. Raximov</i> | |
| O'spirinlik davrida motiv va motivatsion sohalarning kasb tanlashdagi o'rni | 46 |
| <i>Rayimqulova S., Pulatova R., Do'smatova S., Matyakubova Shohista Odambov qizi</i> | |
| Tarbiyachi shaxsining shakllanishida psixologik determinantlarning roli | 51 |
| <i>Vasila Yusupova</i> | |
| Kasbiy ta'lim o'quvchilarini ijodiy qobiliyatini oshirishda xorijiy tajribalardan foydalanish | 55 |
| <i>B. X. Sharopov</i> | |
| Raqamli axborot makonida gumanistik g'oyalarni integratsiyalashning nazariy konsepsiyasi | 59 |
| <i>Isanov Najotbek Ilmamat o'g'li</i> | |
| Fanlararo integratsiya asosida o'quvchilarda iqtisodiy bilimlarni rivojlantirish imkoniyatlari..... | 63 |
| <i>J. M. Fayzullayev, Ortiqova E'zoza Olimjon qizi</i> | |
| Millatlarning o'ziga xos dunyoqarashining psixologik xususiyatlari | 67 |
| <i>Murxashev Axmadxon Olimjon o'g'li</i> | |
| Xalqaro ta'lim dasturlari asosida kasbiy ta'lim muassasalarida metakognitiv kompetensiyalarni shakllantirish metodikasi..... | 70 |
| <i>S. A. Qarshiboyev</i> | |
| Ijtimoiy media kontentlari orqali talabalarda fuqarolik pozitsiyasini shakllantirishning nazariy asoslari..... | 74 |
| <i>Suyunov Rustam Sadriddinovich</i> | |
| Ko'p tilli muhitda ingliz tilini o'rganishning lingvistik xususiyatlari | 78 |
| <i>Teshaboyeva Mohichexra Sohijon qizi</i> | |
| Axborotlashgan jamiyat sharoitida bo'lajak pedagoglarning mediakompetentligini rivojlantirish zarurati..... | 81 |
| <i>Umarov Azizbek Vaxobovich</i> | |
| O'quvchilarda badiiy matn leksikasini o'zlashtirishdagi qiyinchiliklar: muammo va yechim..... | 85 |
| <i>Xamroyeva Dilnoza Jahongir qizi</i> | |
| Bo'lajak boshlang'ich ta'lim o'qituvchilarini ma'naviy tarbiyalashda Ahmad al-Farg'oniy asarlarini kompyuter imitatsion modellari asosida o'qitish metodikasi..... | 89 |
| <i>S. S. Qulmurodova</i> | |
| Enhancement of Periodontal Disease Management Strategies in Individuals With Chronic Hepatitis C Following Attainment of a Sustained Virological Response..... | 92 |
| <i>Makhmudova Ugi'loy Bakhtiyorovna</i> | |
| Epithelial-Mesenchymal Transition's Possible Role in the Pathogenesis of Periodontitis (Literature Review) | 95 |
| <i>Burkhonova Zarafuz Kobilovna</i> | |
| Gamifikatsiya asosida bo'lajak oligofrenopedagoglarda kasbiy kompetensiyalarni rivojlantirish texnologiyalari mexanizmini tatbiq etish | 102 |
| <i>Bozorboyev Javlon</i> | |
| Bo'lajak chizmachilik o'qituvchilarining kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirish omillari..... | 106 |
| <i>Jamilova Dilsuza To'iqin qizi</i> | |



| | |
|---|-----|
| Elektir va magnit maydonida yorug'likning ikkilamchi sinishi..... | 110 |
| <i>Avulova Zamira Tursunmurodovna, Nomozova Dilnoza Mamarajab qizi, Alimardonov Husan Yorqin o'g'li, Ismatullayev Sayfiddin Panji o'g'li</i> | |
| Lazer texnologiyalarining zamonaviy qo'llanilishi | 114 |
| <i>Avulova Zamira Tursunmurodovna, Nomozova Dilnoza Mamarajab qizi, Muminova Sevinch Kamoliddin qizi, Begnayeve Dilbar Bobonazar qizi</i> | |
| Fotometrik kattaliklar | 117 |
| <i>Avulova Zamira Tursunmurodovna, Nomozova Dilnoza Mamarajab qizi, Mamatqulova Zebo Komiljon qizi, Xolmaxmatova Sevara Sirojiddin qizi</i> | |
| Qutublangan yorug'lik manbalari | 121 |
| <i>Avulova Zamira Tursunmurodovna, Nomozova Dilnoza Mamarajab qizi, Turdimurodova Kumushbib, Normuminova Madina</i> | |
| Tabiatdagi optik hodisalar | 125 |
| <i>Avulova Zamira Tursunmurodovna, Nomozova Dilnoza Mamarajab qizi, Qudratova Sevinch Otabek qizi, Ulasheva Ruxshona Rustam qizi</i> | |
| Rus tilini o'qitishda kompetensiyaga asoslangan innovatsion yondashuvlardan foydalanish | 129 |
| <i>Erkinova Nozima Utkir qizi</i> | |
| Rezervga bo'shatilgan harbiy xizmatchilarning ijtimoiy-psixologik reintegratsiyasini tadqiq etishning ilmiy-metodologik tahlili | 133 |
| <i>Ikmatullayev G'. Z.</i> | |
| Raqamli ta'lim platformalarida matematika o'qitishda sun'iy intellekt yordamida baholash tizimini takomillashtirish | 136 |
| <i>Mirzayeva Shahlo Abduraxmanovna, Akbarov Ulug'bek, Abdivaliyeva Umida</i> | |
| Linguistic and Pedagogical Foundations of Teaching English as a Foreign Language in The Uzbek Context..... | 140 |
| <i>Shokirova Mushtariy</i> | |
| Sun'iy intellektning ta'lim jarayonidagi transformatsion roli | 144 |
| <i>Uzoqboyev Xojiakbar Qobuljon o'g'li</i> | |
| Enhancing Collaborative Learning and Peer Feedback in EFL Classrooms Through Padlet: a Digital Approach to Group Work and Assessment..... | 148 |
| <i>Veronica Khatamova</i> | |
| Kar va zaif eshituvchi o'quvchilarning rasmlar asosida aqliy faoliyatini rivojlantirishning vizual-didaktik texnologiyalarini takomillashtirish..... | 152 |
| <i>Meliqo'ziyev Abduraxmonjon Qahramonjon o'g'li</i> | |
| Emotsional intellekt – hr menejrlarning qaror qabul qilish kompetensiyasining determinanti sifatida | 157 |
| <i>Abdukarimov Muhammadjon Muratovich</i> | |
| O'g'il bolalarni mustaqil oilaviy hayotga tayyorlashning tizimli-pedagogik modeli: nazariya, metodologiya va amaliyot | 162 |
| <i>Islamova Fotima Shamsiddinovna</i> | |
| Barkamol yosh avlod fazilatlarini shakllantirishda milliy innovatsion pedagogik texnologiyalarning o'рни..... | 170 |
| <i>Olimova Dono Shakirovna, Baxtiyorova Shahnoza Mansurbekovna</i> | |
| Development of Prevention of Professional-Pedagogical Deformation on the Basis of Health-Saving Technologies in Higher Educational Institutions..... | 174 |
| <i>Saidova Parvina Mirzo kizi</i> | |
| O'zbek xalq pedagogikasi mazmuni asosida talabalarni oilaviy hayotga tayyorlashning ilmiy nazariy asoslari | 178 |
| <i>Rahmonqulova Guliza Faxriddin qizi</i> | |
| Bolalarning maktabgacha yosh davrida emotsional rivojlanishiga oid nazariy qarashlar tavsifi..... | 182 |
| <i>Abduraxmonova Gulmira Arapjon qizi, Yuldasheva Umida Maxmudovna</i> | |
| Alohida ehtiyojli bolalar uy ta'limini tashkil etishning korreksion pedagogik tizimining tarkibiy komponentlari..... | 186 |
| <i>Jo'raxo'jayev Muhammadazizxo'ja Xalilxo'ja o'g'li</i> | |
| Maktabgacha ta'lim tashkilotlarida multimedia vositalarining ahamiyati..... | 190 |
| <i>Umida Marasulova</i> | |
| Boshlang'ich funksiya va aniqmas integral..... | 193 |
| <i>Mirzayeva Shahlo, Isroilova Zahro, Erkinova Shahrizoda, Javliyeva Dilnura</i> | |
| Maktabgacha ta'limda bolalar adabiyoti kerakmi?!..... | 196 |
| <i>Dilfuza Shadiyeva</i> | |
| Experimental Study on the Psycho-Pedagogical Effectiveness of Mall-Based Multimodal Learning in Developing Pluricultural Competence | 200 |
| <i>Azimova Sevara Muzaffar qizi</i> | |

| | | |
|-------------------------------------|--|-----|
| MUNDARIJA СОДЕРЖАНИЕ CONTENTS | Simulyatsion o'quv muhitida fizika o'qituvchilarining o'z-o'zini boshqarish va refleksiv kompetentligini oshirish 205 Muradov Iloxomjon Abduxamid o'g'li | 205 |
| | Ta'lim menejmentida strategik boshqaruv tushunchasining evolyutsiyasi 209 Raximjonov Jamshid Rafiqjon o'g'li | 209 |
| | Raqamli kompetentlik tushunchasining ilmiy-nazariy talqini va xorijiy hamda mahalliy tadqiqotlar tahlili 214 Umirov Boboyor Baxtiyor o'g'li | 214 |
| | Maktabgacha ta'lim tashkilotlarida faoliyatlar samaradorligini oshirishda pedagogik multimedia vositalaridan foydalanish usullari 218 Abdreimova Maftuna O'ktam qizi | 218 |
| | Boshlang'ich sinf texnologiya darsliklarining tuzilishi hamda o'quvchilar yoshiga muvofiqligi 223 Bobolov Nuriddin Tojiyevich | 223 |
| | Oliy ta'limda pedagoglarning boshqaruv kompetensiyalarini rivojlantirish uchun zamonaviy texnologiyalar 228 Isabekov Bahodir Isabek o'g'li | 228 |
| | Maktabgacha yoshdagi bolalarda tolerantlik madaniyatini shakllantirishning ijtimoiy-psixologik masalalari 233 Boydavletova Sohiba Abduganiyevna | 233 |
| | Aksiologik yondashuv asosida tarbiya fanini o'qitishda innovatsion pedagogik texnologiyalardan foydalanish 239 G'aybullayev Bobur Nomonjon o'g'li | 239 |
| | Maktabgacha yoshdagi bolalarda mantiqiy tafakkurni rivojlantirishda didaktik o'yinlarning ahamiyati 243 Toshpo'latova Muxlisa G'olib qizi | 243 |
| | Bo'lajak o'qituvchilarning refleksiv kompetentligini rivojlantirishning mazmuni va ilmiy-nazariy pedagogik asoslari 248 Mamatqulova Saboxat Abduraxmonovna | 248 |
| | Maktabgacha ta'limda monitoring va baholash tizimini takomillashtirish 253 Amanova Durdona Kaxramonovna | 253 |
| | O'zbekiston yoshlarining ma'naviy va estetik tarbiyasida tasviriy san'at va zamonaviy pedagogik texnologiyalar 257 Esanova Hulkar Abdurayim qizi | 257 |
| | Maktabgacha ta'lim tashkilotlarida eksperimental-tajriba faoliyatini tashkil etish 261 Gafurova Dilnoza Saloxiddinovna | 261 |
| | Ommaviy axborot vositalarining jamiytdagi xavfsizlik hissiga ta'sirining nazariy va amaliy tahlili 266 Nurmatov Nurhayot Nurziyot o'g'li, Qoldiboyeva Xayriniso Eldarovna | 266 |
| | Milliy o'yinlarni o'qitishda axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining pedagogik imkoniyatlari 269 Ismatov Po'latjon Abdumannobovich | 269 |
| | Ta'lim sifatini boshqarish jarayonida kvalimetrik parametrlarini takomillashtirishda xorijiy tajribalarning ahamiyati 273 Karimova Maxbubaxon Mukimjonovna | 273 |
| | Innovatsion ta'lim sharoitida bolalar adabiyotini o'qitish metodikasini takomillashtirish modeli 278 Mirzayeva Nigora Bozorovna | 278 |
| | Matematika o'qitishda milliy qadriyatlarni aks ettirish 282 Mirzayeva Shahlo, Yuldoshova E'zoza Ravshan qizi, Muxtorova Sevinch Asad qizi, Xolboyeva Mushtariy Zayniddin qizi | 282 |
| | Ingliz tilida fe'l frazeoformalarining morfologik tuzilishiga xos umumiy xususiyatlar 285 Jo'rayeva Nargiza Shavkatovna | 285 |
| | Boshlang'ich sinf o'quvchilarining yozma nutqini o'stirishda interaktiv metodlarning ahamiyati 289 Ramazonova Munisa Hoshim qizi | 289 |
| | Maktabgacha ta'lim tashkilotlari tayyorlov guruhi tarbiyalanuvchilarining lug'at boyligini oshirishda intelektual o'yinlar va interfaol usullardan foydalanish 294 Raxmonova Gulrux Ubaydullayevna, Ibragimova Dildora Turabovna | 294 |
| | Maktabgacha ta'limda pedagoglar kasbiy kompetensiyasini rivojlantirishda uslubiy xizmat va hamkorlik mexanizmlarining samaradorligi 298 S. A. Rahmonberdiyev | 298 |
| | Yoshlarni destruktiv submadaniyatlar ta'siridan himoyalashning innovatsion pedagogik usullari 304 Xasanova Marxabo Turayevna | 304 |
| | Социально-психологические особенности домашнего насилия в условиях трансформации семьи и цифровизации общества 308 Абдукадирова Лаура Юльбарсовна, Абдуллаева Азиза Комилжон кизи | 308 |
| | Педагогические основы развития инновационной компетентности педагогов в системе дошкольного образования 315 Гульнара Ахтямовна | 315 |



| | |
|--|-----|
| Роль учебного процесса и творческой деятельности в сохранении психологического равновесия..... | 320 |
| <i>Коршубаева Рано Хазраткуловна</i> | |
| Maktabgacha yoshdagi bolalarda matematik tasavvurlar (son, shakl, o'lcham, fazoviy munosabatlar)ning psixologik-pedagogik xususiyatlari va rivojlanish bosqichlari | 325 |
| <i>Bibizaynab Otaxo'jayeva</i> | |
| Ertaklarni rollarga bo'lib o'qish orqali o'quvchilarda boshqaruvchanlik qobiliyatini shakllantirish | 328 |
| <i>Sobirova Fotimaxon Baxodir qizi, Narkabilova Gulnoza Po'latovna</i> | |
| Jadid ayollari fenomenining tarixiy va intellektual mohiyati | 332 |
| <i>Ergashova Mehriniso Husniddin qizi</i> | |
| The Importance of Pronunciation in Language Learning | 335 |
| <i>Nazarova Gulbaxor Azimjon Qizi</i> | |
| Ta'lim jarayonida test texnologiyalaridan foydalanishga qo'yiladigan pedagogik talablar | 340 |
| <i>Rasulov Ulug'bek Murodulloyevich</i> | |
| Tibbiyot ta'limida mentor va talaba munosabatlarining tahliliy tafakkurga ta'siri | 345 |
| <i>Osbayov Muhammadjon Imaraliyevich</i> | |
| Oila qadriyatlari va ta'lim tizimi orqali ijtimoiy mas'uliyatni shakllantirish..... | 350 |
| <i>Tuymurodova Donoxon Istam qizi, D. Sh. Yuldasheva</i> | |
| Будущее французского языка в XXI веке: глобальные тенденции, вызовы и перспективы..... | 354 |
| <i>Азамжонova Сарвиноз Шухратовна</i> | |
| Dars jarayonida o'yin folklori namunalaridan samarali foydalanish usullari..... | 360 |
| <i>Safarova Nigora Oxunjonovna, Durmatova Oygul Orifjonovna</i> | |
| Yosh basketbolchilarni zamonaviy sport mutaxassisligiga yo'naltirishning samaradorligi..... | 364 |
| <i>Rahimov Bobirjon Abdurasulovich</i> | |
| Matematikani o'qitishda vizual tafakkur psixologiyasi..... | 370 |
| <i>Inomova Ozodaxon Shavkatjon qizi</i> | |
| O'zbek oilalarida gender tenglikning etnopsixologik xususiyatlari..... | 374 |
| <i>Yusupova Mardona Matkubulovna</i> | |
| Raqamli ta'lim muhitida sun'iy intellekt yordamida aniq fanlarni o'qitish va talabalarning kasbiy-pedagogik kompetensiyalarini shakllantirish | 378 |
| <i>Mirzayeva Shahlo, Olmasov Elshod Elmurod o'g'li, Jabborov Muhammadali Abdumannof o'g'li</i> | |
| Maktabgacha yoshdagi bolalarda emotsional intellektni rivojlantirish usullari..... | 382 |
| <i>Marufova Munira Egamkulovna</i> | |
| Elektron ta'lim jarayonida "raqamli profilaktika"ni ommalashtirish va "axborot hurujlari"ni bartaraf etish usullari | 385 |
| <i>Qo'ng'irotboy Avezimbetovich Sharipov, Sirojiddinov Nuriddin Saxobiddinovich</i> | |
| Tibbiyot sohasida ayollar karyerasi rivojlanishining imkoniyatlari va to'siqlari..... | 393 |
| <i>Axmedova Maysara Baxromovna</i> | |
| Tog' echkilarda xonakilashtirish natijasida paydo bo'lgan o'zgarishlar | 397 |
| <i>Xaqberdiyeva Shoira Tursunaliyevna, Ashurova Dilorom Abdusamat qizi, Elmurodova Munisa Baxtiyor qizi</i> | |
| Kumush tovon balig'i (Carassius gibelio Bloch)ning oziqlanish xususiyatlari va suv ekotizimidagi ekologik roli | 402 |
| <i>Xaqberdiyeva Shoira Tursunaliyevna, Rahmonqulova Ruxshona Qudratovna, Xurramova O'g'ilshod Usmon qizi</i> | |
| Inklyuziv ta'limga jalb etilgan bolalarni psixologik qo'llab-quvvatlashning pedagogik ahamiyati | 406 |
| <i>Akbaraliyeva Mohlaroyim Abdujalil qizi</i> | |
| O'smirlardagi agressiyani korreksiyalashda art-terapiya metodlarini qo'llashning psixologik jihatlari | 413 |
| <i>Jalilova S. X., A'loyeva Fazilat Alijon qizi</i> | |
| Maktabgacha yoshdagi bolalarda agressiyani bartaraf etishning psixologik texnologiyalari..... | 416 |
| <i>G'aybullayeva Anora Tolib qizi</i> | |
| Sun'iy intellekt asosida o'quv jarayonini shaxsiylashtirish: nazariya va amaliyot..... | 420 |
| <i>Mirzayeva Shahlo, Ergashov Komilbek Muhiddin o'g'li, Rahmonov Og'abek</i> | |
| Sharq mutafakkirlarining tafakkur va aqliy taraqqiyot masalasidagi qarashlari | 423 |
| <i>Manzura Shodmonqulova</i> | |
| Umurtqalilarda regeneratsiya jarayonlarining molekulyar va fiziologik asoslari..... | 427 |
| <i>Xaqberdiyeva Shoira Tursunaliyevna, Mirzayeva Ruxsora Shukur qizi, Abdurahmonova Marjona Salim qizi</i> | |
| Qushlarning evolyutsiyasida uchishga moslashish jarayoni..... | 432 |
| <i>Xaqberdiyeva Shoira Tursunaliyevna, Nurillayeva Mavluda Abduvohid qizi, Muhammadiyeva Shaxrizoda Panji qizi</i> | |
| O'zbekistonning janubiy hududlarida O'rta Osiyo toshbaqasi (Testudo horsfieldii)ning bioekologik xususiyatlari va muhofazasi..... | 437 |
| <i>Xaqberdiyeva Shoira Tursunaliyevna, Xasanova Baxtigul Asqar qizi, Jo'rayeva Sojida Abray qizi</i> | |

| | | |
|-------------------------------|---|-----|
| MUNDARIJA СОДЕРЖАНИЕ CONTENTS | Maktabgacha ta'limda ekologik madaniyatni shakllantirish: "yashil pedagogika"ning global tendensiyalari va innovatsion modellari | 441 |
| | Bo'riyeva Shahzoda Otaniyoz qizi | |
| | Qushlarning ekologiyasi, biosferadagi o'rni va inson hayotiga ta'siri..... | 444 |
| | Xaqberdiyeva Shoira Tursunaliyeva, Qalandarova Muxlisa Aimardonovna, Xamrayeva Feruza Oybekovna | |
| | Pedagogik amaliyot modelining transformatsiyasi: passiv kuzatishdan kasbiy jarayonga chuqur kirib borish tendensiyasi | 448 |
| | Abdrashitova E. V. | |
| | Ta'lim jarayonida baholashning zamonaviy yondashuvlari va uning o'quvchilar rivojlanishidagi ahamiyati .. | 454 |
| | Abduraxmonova Dilobar Shuhratbekovna | |
| | Yirtqichlarning ov strategiyalari: evolyutsion moslashuv, neyrofiziologik asoslar va ekologik modellashtirish | 458 |
| | Xaqberdiyeva Shoira Tursunaliyeva, Saidov Asadbek Qudratovich, Abdusattorov Abdulqosim Abdulxamidovich | |
| | Yoshlar o'rtasida huquqbuzarliklarning oldini olish | 464 |
| | Ahmadjonova Shahnozaxon Yarqinovna | |
| | Zamonaviy ta'lim jarayonida funksional savodxonlikni rivojlantirishning nazariy-metodik asoslari hamda o'quvchilarning amaliy kompetensiyalarini shakllantirish yo'nalishlari..... | 467 |
| | Alimova Farzona Abdukamalovna, Gubayeva Aziza Ismatillayevna | |
| | Muhandislik ta'limida ijodkorlikni rivojlantirishning nazariy va metodologik yondashuvlar | 474 |
| | Avazov Jo'rabek Donayevich | |
| | Katta guruh tarbiyalanuvchilarida kasb haqidagi dastlabki tasavvurlarni shakllantirish metodikasini innovatsion ekotizim sharoitida takomillashtirish ijtimoiy-pedagogik muammo sifatida..... | 478 |
| | D. D. Zuparova, Uralova Fotima Baxtiyor qizi | |
| | Geometriya fanida isbotlashga doir masalalarning o'quvchilarda divergent tafakkurni rivojlantirishdagi didaktik imkoniyatlari..... | 483 |
| | Davletov Davronbek Egamberganovich | |
| | An'anaviy xonandalikni o'qitishda zamonaviy pedagogik texnologiyalarni qo'llash..... | 488 |
| | Fazliddinov Zokir Xusniddin o'g'li | |
| | Maktabgacha tarbiya yoshidagi bolalarda agressiv xulq-atvor namayon bo'lishi | 493 |
| | G'ayibova Nargiza Anorbayevna | |
| | Methodology for Organizing Tutoring Activities in the Credit-Module System | 497 |
| | Isabekov Shavkat Isabekovich | |
| | Ta'lim boshqaruvida rahbarlarning kasbiy kompetensiyasini rivojlantirishning zamonaviy yondashuvlari | 500 |
| | Islamova Dilfuza Dilshodovna | |
| | O'zbek yuridik terminologiyasining boyishining ichki va tashqi manbalari..... | 504 |
| | Ismoilova Sug'diyona Ashurovna | |
| | Tarbiyasi og'ir o'smirlar orasida jismoniy faoliyat darajasi bilan akademik yutuqlar orasidagi bog'liqlikni takomillashtirish | 508 |
| | Isoqov Nuriddin Halim o'g'li | |
| | Bo'lajak chizmachilik o'qituvchilarining kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirish omillari..... | 511 |
| | Jamilova Dilsuza To'lqin qizi | |
| | Talaba qizlarning jismoniy faolligini oshirish yo'llari | 515 |
| | Jumanova Iroda Shokirjon qizi | |
| | Online marketingda emotsional manipulatsiya usullarining ta'siri | 518 |
| | Nurmatov Nurhayot, Kimsanboyeva Komila Shermuxammadqizi | |
| | O'yin faoliyati va integrativ mashg'ulotlar asosida tarbiyani tashkil etish metodikasi | 522 |
| | Mamatova Farida Iminjanovna | |
| | Oliy ta'lim tizimida inklyuziv ta'limning mazmuni va uning ijtimoiy-pedagogik zaruriyati | 527 |
| | Mirsaidova Muborak | |
| | Boshlang'ich sinf o'quvchilarining o'quv-bilish faoliyatini modellashtirishning didaktik imkoniyatlari va samaradorligi | 532 |
| | Muxtarova Lobar Abdimannabovna, Shoymurodova Roziya Yusuf qizi | |
| | Amfibialarning teri orqali nafas olishi: morfofiziologik asoslari va evolyutsion ahamiyati | 536 |
| | Xaqberdiyeva Shoira Tursunaliyeva, Normurodova Farishta Begmurod qizi, Xolmurodova Dilrabo Panji qizi, Qo'ldoshova Ruxshona Navro'z qizi | |
| | Maktabgacha ta'lim tashkilotlarida o'yin texnologiyalari asosida bolalarda bilish jarayonining rivojlanishi ... | 541 |
| | Norqulova Ma'mura Husniddin qizi | |
| | Kasbiy ta'lim tashkilotlarida xalqaro ta'lim dasturlarini joriy qilishning ilmiy-amaliy ahamiyati..... | 546 |
| | Nosirov Bunyodjon G'offorali o'g'li | |
| | Maktabgacha ta'lim tashkilotlarining oila va jamoat tashkilotlari bilan hamkorligi..... | 550 |
| | Qambarova Naziraxon Barxonovna | |



| | |
|--|-----|
| An'anaviy oila sharoitida kelinlarda noadaptiv psixologik himoya mexanizmlarini kamaytirish bo'yicha psixokorreksion yondashuv | 554 |
| Qobilova Nasiba Ismatjon qizi | |
| Ona tili ta'limida kreativ yondashuv asosida o'quv jarayonini modellashtirishning pedagogik shart-sharoitlari | 557 |
| Qulmuminov O'rolboy Safar o'g'li, Jumayeva Hulkar Panji qizi | |
| Maktabgacha yoshdagi bolalarning jismoniy rivojlanish dinamikasi | 562 |
| Ravshanova Gulnoza Burxonovna, Turdiboyeva Umida Ravshan qizi, Norjigitova Rohila Abduvoid qizi | |
| Ingliz, o'zbek va rus tillari foydalanuvchilari uchun lug'atlar yaratishning lingvistik va amaliy asoslari | 565 |
| Raxmonova Sardora Muminjonovna | |
| Jismoniy tarbiya darslarini yangicha pedagogik texnologiyalar asosida tashkil etishning nazariy va amaliy asoslari | 569 |
| Ro'zmetov Rasul Tangirberganovich | |
| Sutemizuvchilarning kelib chiqishi va xilma-xilligi | 573 |
| Xaqberdiyeva Shoira Tursunaliyevna, Sattorova Sanobar Boboqul qizi, Salimova Shahrizoda Ikromjon qizi | |
| Raqamli muhitda voyaga etayotgan o'spirinlarda empatiya va ijtimoiy-emotsional rivojlanishning neyropedagogik xususiyatlari | 578 |
| Shamsiddinov G'iyosjon Husniddin o'g'li | |
| Bo'lajak muhandislarning amaliy ko'nikmalarini rivojlantirishda dasturlashtirilgan ta'lim vositalarining o'rni | 583 |
| Sharipova Nodira Ilxom qizi | |
| Digital Educational Technologies in Improving the Quality of Teaching: Methods and Practical Implementation | 588 |
| Tashpulatova Nafisa Bakhtiyarovna | |
| Maktabgacha yoshdagi bolalarda ijtimoiy ishonchni rivojlantirishda inklyuziv usullardan foydalanish | 591 |
| To'laboyeva Irodaxon Maxammadali qizi | |
| SRDM modeli orqali boshlang'ich sinf o'quvchilarida STEAM kompetensiyalari va Computational Thinking ko'nikmalarini shakllantirish | 595 |
| Toshpulatova Niyoxon Shavkatjon qizi | |
| Umumta'lim maktablarida fan to'garaklari faoliyatini tashkil etishning pedagogik shartlari | 600 |
| Toshtemirova Dilnoza Abdug'ani qizi | |
| Development of an Integrated Learning Module Based on Digital Technologies in the Educational Process | 604 |
| Umirov Ilkhom Iskandar ugli | |
| Muskul-skelet tizimi nuqsonli o'quvchilarning nozologik guruhlariga differensial yondashuv asosida adaptiv sportga yo'naltirish | 608 |
| Uraimov Sanjar Ruzimatovich, Ubaydullayeva Dilnoza Muhammad qizi | |
| Boshlang'ich ta'limda alohida ehtiyojga ega bo'lgan o'quvchilarni o'qitishning bugungi holati va muammolari tahlili | 612 |
| Uroqova Yorqin qizi | |
| Inklyuziv ta'lim muhiti asosida boshlang'ich sinf o'quvchilarining texnologiya darslarida ijodiy qobiliyatlarini rivojlantirish metodikasi | 615 |
| Xamidova Zarina Iskandar qizi | |
| Qushlar migratsiyasi va uning ekologik sabablari | 619 |
| Xaqberdiyeva Shoira Tursunaliyevna, Raximova Dilfuza Ilyos qizi, Saburova Sarvinoz Erkabay qizi | |
| Imkoniyati cheklangan bolalarni jismoniy tarbiya va sportga jalb etishning nazariy va amaliy asoslari | 623 |
| Xasanova Nilufar Raxmatovna | |
| Raqamli avlod tarbiyasida milliy qadriyatlar va ota-onalarning virtual-pedagogik madaniyati uyg'unligi | 628 |
| Xaydarova Xilola Raximberdiyevna | |
| Разработка алгоритмов для визуализации и анализа решения задач линейного программирования | 631 |
| Буронова Муниса Баходировна, Хакимов Дониёр Бахтиёр Угли | |
| Ta'lim tizimida moliyaviy boshqaruv tushunchasi va iqtisodiy mazmuni | 637 |
| Mannanova Maftuna Fazliddin qizi | |
| Koreya ta'lim tizimida kompetensiyaviy yondashuvning nazariy asoslari va uning pedagogik mohiyati | 641 |
| Adamatov Anvar Ablaqulovich | |
| Bo'lajak pedagoglarning raqamli didaktik kompetensiyasini rivojlantirish: muammo va yechimlar | 645 |
| Uskanov Kaxramon Xalikulovich | |
| Matematika fanini o'qitishda onlayn platformalardan foydalanish | 648 |
| Mirzayeva Shahlo, Yorqulova Mashhura, Boboqulova Durdona | |



РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И АНАЛИЗА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

UDK: 519.85:004.92

Буронова Муниса Баходировна

магистрантка 2-го курса кафедры “информационные технологии”
Деновского института предпринимательства и педагогики

ORCID: 0009-0006-5404-8693

Хакимов Дониёр Бахтиёр Угли

Магистрант 2-го курса кафедры “информационные технологии”
Деновского института предпринимательства и педагогики

ORCID: 0009-0009-3172-710X

Аннотация: В статье изложены результаты разработки и исследования алгоритма геометрической визуализации GVA (Geometric Visualization Algorithm) для задач линейного программирования (ЛП). Предложенный алгоритм обеспечивает синхронизированное отображение трёх форм представления задачи – геометрической (область допустимых решений), алгебраической (симплекс-таблица) и числовой (значения целевой функции) – в реальном времени в единой интерактивной браузерной среде. GVA включает четыре модуля: GVA-Build, GVA-Level, GVA-Simplex и GVA-Render. Тестирование на десяти задачах различных типов подтвердило точность алгоритма на уровне $|\Delta| < 10^{-10}$; суммарное время выполнения при числе ограничений $m = 10$ составляет 27,99 мс.

Ключевые слова: линейное программирование, визуализация, алгоритм GVA, симплекс-метод, область допустимых решений, анализ чувствительности, численная устойчивость, веб-приложение.

Annotatsiya: Ushbu maqolada chiziqli dasturlash (CD) masalalarini yechishda geometrik vizualizatsiya algoritmini (GVA – Geometric Visualization Algorithm) ishlab chiqish va tadqiq etish natijalari bayon etilgan. Taklif etilgan algoritm masalaning uchta ko'rinishini – geometrik (ruxsat etilgan yechimlar sohasi), algebraik (simpleks jadvali) va raqamli (maqsad funksiyasi qiymatlari) – bir vaqtda sinxronlashtirilgan holda real vaqt rejimida ko'rsatadi. GVA to'rtta moduldan iborat: GVA-Build, GVA-Level, GVA-Simplex va GVA-Render. O'nta sinov masalasida algoritmning aniqligi $|\Delta| < 10^{-10}$ darajasida tasdiqlangan, $m = 10$ cheklash soni bo'lganda umumiy bajarilish vaqti 27,99 ms ni tashkil etadi.

Kalit so'zlar: chiziqli dasturlash, vizualizatsiya, GVA algoritmi, simpleks usuli, ruxsat etilgan yechimlar sohasi, sezgirlik tahlili, sonli barqarorlik, veb-ilova.

Abstract: The article presents the results of developing and studying the Geometric Visualization Algorithm (GVA) for linear programming (LP) problems. The proposed algorithm provides synchronized visualization of three forms of problem representation – geometric (feasible region), algebraic (simplex tableau), and numerical (objective function values) – in real time within a unified interactive browser environment. GVA consists of four modules: GVA-Build, GVA-Level, GVA-Simplex, and GVA-Render. Testing on ten problems of various types confirmed the algorithm's accuracy at the level of $|\Delta| < 10^{-10}$; the total execution time for $m = 10$ constraints is 27.99 ms.

Key words: linear programming, visualization, GVA algorithm, simplex method, feasible region, sensitivity analysis, numerical stability, web application.

ВВЕДЕНИЕ

В современном учебном процессе методы линейного программирования (ЛП) занимают устойчивое место: они востребованы в экономике, логистике и управлении ресурсами. Вместе с тем преподаватели дисциплины “Методы оптимизации” хорошо знакомы с характерными учебными трудностями: студентам сложно выстроить мост от алгебраических манипуляций в симплекс-таблице к их геометрическому смыслу – движению по угловым точкам многогранника допустимых решений (ОДР). По наблюдению Raymond Duval^[10], для понимания математических объектов необходимо одновременно работать с несколькими формами их представления; John Mason^[14] прямо называет барьером невозможность зрительно охватить многомерное пространство, из-за чего учащиеся вынуждены ограничиваться символическими операциями.

Картина существующих программных средств с образовательной точки зрения неутешительна. MATLAB, SciPy, CPLEX, Gurobi и PHPSimplex – каждый из них решает задачу численно, однако ни один не отображает одновременно геометрическую картину (ОДР, угловые точки, линии уровня), алгебраические преобразования (симплекс-таблица, итерации) и числовые характеристики (значения целевой функции, анализ чувствительности) в единой интерактивной среде, не требующей установки программного обеспечения. Этот пробел составляет практическую значимость настоящего исследования.

Обзор литературы по теме

Вопросы оптимизации с линейными ограничениями глубоко изучены как в России, так и за рубежом. Теоретический фундамент заложен в трудах George Dantzig [8], Hamdy Taha [6], Акулича [1] и Карманова [4]. Применение компьютерной визуализации в обучении математике исследует Журавлёва В.В. [2]. Однако специализированных алгоритмов, которые в реальном времени синхронизировали бы три формы представления задачи ЛП, в открытой литературе обнаружить не удалось. Цель исследования – разработка алгоритма геометрической визуализации GVA (Geometric Visualization Algorithm), обеспечивающего синхронизированное отображение геометрической, алгебраической и числовой форм представления задачи ЛП в реальном времени, а также его последующее исследование.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи: изучены существующие методы решения задач ЛП, включая симплексный и графический методы; проведён сравнительный анализ программных средств визуализации; разработаны модули GVA-Build, GVA-Level, GVA-Simplex и GVA-Render; создан алгоритм анализа чувствительности коэффициентов целевой функции и правых частей ограничений; исследованы требования численной устойчивости; проведено тестирование на десяти задачах различных типов.

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Линейное программирование – раздел прикладной математики, в котором ставится задача нахождения наилучшего решения при условиях, записанных в виде линейных соотношений ^[1]. В строгой математической постановке требуется найти значения переменных $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, при которых линейная функция

$$Z(x) = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \rightarrow \max (\min) \quad (1)$$

достигала бы экстремального значения при ограничениях системы линейных неравенств:

$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n \leq b_i \quad (i = 1, \dots, m), \quad x_j \geq 0 \quad (2)$$

Ключевое математическое свойство задач ЛП – выпуклость множества допустимых решений [8]. Из него вытекает, что локальный оптимум автоматически является глобальным. Фундаментальная теорема ЛП устанавливает: если оптимум существует, то он достигается в угловой точке (базисном решении) многогранника ОДР ^[8]. Это означает, что достаточно перебрать конечное число вершин.

АНАЛИЗ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Сравнительный анализ программных средств выявил характерный пробел. Коммерческие системы MATLAB (Optimization Toolbox) и Wolfram Mathematica реализуют усовершенствованные варианты симплекс-метода, однако визуализация хода решения в них отсутствует ^[15, 21]. Библиотеки Python – SciPy (scipy.optimize.linprog), PuLP, CVXPY – нацелены на получение числового результата, а не его визуальную интерпретацию ^[17, 9, 19]. Промышленные решатели CPLEX и Gurobi ориентированы на задачи с миллионами переменных и для учебных целей избыточны ^[12, 11]. Из веб-инструментов наиболее известен PHPSimplex: он показывает симплекс-таблицы пошагово, однако не связывает их с геометрией задачи ^[18].

Таблица 1: Сравнительный анализ существующих средств решения задач ЛП

| Средство | Визуализация ОДР | Симплекс-таблицы | Анимация | Анализ чувствит. | Доступность |
|----------------|------------------|------------------|----------|------------------|-------------|
| MATLAB linprog | Нет | Нет | Нет | Частично | Платный |
| Python scipy | Нет | Нет | Нет | Нет | Python |
| CPLEX/Gurobi | Нет | Нет | Нет | Нет | Платный |
| PHPSimplex | Нет | Да | Нет | Нет | Браузер |
| GeoGebra | Да (ручн.) | Нет | Нет | Нет | Браузер |
| GVA (разраб.) | Да | Да | Да | Да | Браузер |



Результаты сравнения показывают: ни один из рассмотренных инструментов не обеспечивает синхронного отображения геометрической и алгебраической форм задачи ЛП. Этот разрыв послужил отправной точкой для разработки алгоритма GVA.

Методологическую основу исследования составляют: математический анализ;

- методы линейного программирования (симплекс-метод, графический метод);
- методы вычислительной геометрии (метод Крамера, сортировка по полярному углу);
- теория двойственности; программная реализация на языках Python и JavaScript.

Разработка алгоритма GVA. Алгоритм GVA спроектирован как комплексное решение, объединяющее три функциональных блока: построение ОДР, визуализацию линий уровня целевой функции и пошаговое выполнение симплекс-метода с отображением перехода между вершинами^[1]. GVA включает четыре взаимодействующих модуля с чётко определёнными интерфейсами.

Таблица 2: Компоненты алгоритма GVA, их функции и вычислительная сложность

| Модуль | Функция | Вход | Выход | Сложность |
|--------------------|--|-------------------|--|------------------|
| GVA-Build | Построение ОДР методом Крамера | A, b | Множество вершин V | $O(m^3)$ |
| GVA-Level | Визуализация линий уровня и вектора ∇Z | V, c | Линии уровня, вектор градиента | $O(N+ V)$ |
| GVA-Simplex | Итерации симплекс-метода с геометрической синхронизацией | A, b, c, V | Оптимум x^* , Z^* , история итераций | $O(k \cdot m^2)$ |
| GVA-Render | Изотропный рендеринг через Canvas API | V, линии, история | Изображение, анимация | $O(V +N+k)$ |

Модуль GVA-Build: построение области допустимых решений

GVA-Build работает поэтапно. На первом шаге каждое неравенство переводится в граничную прямую, принадлежность точки полупространству проверяется по знаку выражения $a_i x + b_i y - c_i$. На втором этапе для каждой пары граничных прямых решается система двух уравнений методом Крамера:

$$D = a_i b_j - a_j b_i, x = (c_i b_j - c_j b_i)/D, y = (a_i c_j - a_j c_i)/D \quad (3)$$

Полученная точка проверяется на выполнение всех m ограничений. Третий этап – сортировка вершин по полярному углу относительно центра $C = (x, y)$ для корректной отрисовки многоугольника ОДР. Вычислительная сложность GVA-Build составляет $O(m^3)$: перебор $C(m, 2) = O(m^2)$ пар, для каждой – $O(m)$ проверок.

Модуль GVA-Simplex: синхронизированные итерации

Модуль GVA-Simplex добавляет к стандартному симплекс-алгоритму компонент геометрической визуализации. Установлено взаимно однозначное соответствие между строками симплекс-таблицы и угловыми точками ОДР^[8]. Переход между вершинами анимируется через линейную интерполяцию:

$$P(t) = (1 - t) \cdot v_0 + t \cdot v_1, t \in [0, 1] \quad (4)$$

Частота анимации – 60 кадров в секунду, что обеспечивает плавное отображение^[16]. На каждой итерации выполняются: проверка условия оптимальности; выбор ведущего столбца по правилу Данцига; выбор ведущей строки по правилу минимального отношения; преобразование Гаусса–Жордана; извлечение текущего решения и сопоставление с вершиной ОДР.

Алгоритм анализа чувствительности

Для каждого коэффициента c_j целевой функции алгоритм определяет интервал устойчивости $[c_j^-, c_j^+]$, в пределах которого состав базисных переменных остаётся прежним. Условие оптимальности – неотрицательность редуцированных стоимостей для небазисных переменных:

$$z_j = c_j - c_B B^{-1} A_j \geq 0 \quad (5)$$

Двойственная оценка (теневая цена) y_i показывает скорость изменения оптимума при увеличении правой части i -го ограничения на единицу: $dZ^*/db_i = y_i$. Экономический смысл прозрачен: y_i – предельная ценность единицы i -го ресурса; положительное значение сигнализирует о дефиците ресурса, нулевое – о его избытке^[5, 6]. Сложность анализа по всем параметрам – $O((n + m) \cdot m^2)$.

Численная устойчивость: система констант точности

Любой численный алгоритм, работающий с вещественными числами в стандарте IEEE 754 (машинное $\varepsilon \approx 2,22 \cdot 10^{-16}$), нуждается в тщательном контроле устойчивости [4]. Для алгоритма GVA обоснована система пяти констант точности, согласованных с машинным эпсилон:

Таблица 3: Константы точности в алгоритме GVA

| Константа | Значение | Назначение | Этап применения |
|-----------------|------------|--------------------------------|---|
| ε_1 | 10^{-9} | Порог параллельности прямых | GVA-Build: проверка $ D < \varepsilon_1$ |
| ε_2 | 10^{-9} | Толерантность допустимости | GVA-Build: принадлежность полупространству |
| ε_3 | 10^{-12} | Порог положительности элемента | GVA-Simplex: выбор ведущей строки |
| ε_4 | 10^{-10} | Порог контроля невязки | GVA-Simplex: предупреждение при $\max r_i > \varepsilon_4$ |
| ε_5 | 10^{-8} | Критический порог остановки | GVA-Simplex: прерывание при $\max r_i > \varepsilon_5$ |

Программная реализация. Алгоритм GVA реализован в виде браузерного веб-приложения на стеке Python 3.11 / Flask 3.0 + JavaScript ES2022 / Canvas API HTML5 [16]. Серверная часть отвечает за вычислительные модули и генерацию PDF-отчётов; клиентская – за интерактивный интерфейс и анимацию. Выбор стека обусловлен повсеместной доступностью браузеров, отсутствием необходимости установки ПО, кроссплатформенностью и возможностью работы на мобильных устройствах. Все компоненты стека свободно распространяются, что принципиально важно для образовательного применения. Тестирование на десяти задачах. Для верификации GVA отобраны десять задач ЛП, охватывающих все характерные случаи: стандартная максимизация, четыре ограничения, минимизация, производственная задача (три ресурса), множественный оптимум, вырождение с правилом Блэнда, несовместная система, неограниченная функция, крупные коэффициенты ($\sim 10^3$) и шесть ограничений.

Таблица 4: Сводные результаты тестирования алгоритма GVA (задачи T1–T10)

| № | Тип задачи | Ожидаемый результат | Результат GVA | $ \Delta < 10^{-10}$ |
|-----|--|-------------------------------|----------------------------|-----------------------|
| T1 | Стандартная максимизация | $Z^* = 28$ | $Z^* = 28$ | ✓ |
| T2 | Четыре ограничения | $Z^* = 21$ | $Z^* = 21$ | ✓ |
| T3 | Задача минимизации | $Z^* = 7$ | $Z^* = 7$ | ✓ |
| T4 | Производственное планирование | $Z^* = 46$ | $Z^* = 46$ | ✓ |
| T5 | Множественный оптимум | $Z^* = 8$ (∞ решений) | $Z^* = 8$ (ребро выделено) | ✓ |
| T6 | Вырождение (правило Блэнда) | $Z^* = 10$ | $Z^* = 10$ | ✓ |
| T7 | Несовместная система | ОДР = \emptyset | ERROR_INFEASIBLE | ✓ |
| T8 | Неограниченная функция | $Z \rightarrow \infty$ | ERROR_UNBOUNDED | ✓ |
| T9 | Крупные коэффициенты ($\times 10^3$) | $Z^* = 190\,000$ | $Z^* = 190\,000$ | ✓ |
| T10 | Шесть ограничений | $Z^* = 25$ | $Z^* = 25$ | ✓ |

Все десять тестов пройдены успешно: числовые результаты совпали с аналитическими с точностью $|\Delta| < 10^{-10}$, качественные особенности (пустая ОДР, неограниченность, множественный оптимум) идентифицированы корректно. Особо следует отметить корректную обработку граничных случаев T7 и T8, которые наиболее часто обнаруживают ошибки в программных реализациях.

Временная эффективность алгоритма. Замеры производительности проводились на ноутбуке Intel Core i5-10210U (1,6 ГГц), 8 ГБ ОЗУ, браузер Chrome 120. Каждый тест повторялся 100 раз; в качестве итогового показателя бралась медиана. Согласно общепринятым нормам интерактивности [23], задержка свыше 100 мс нарушает ощущение непрерывности; целевой порог GVA установлен в 50 мс.

Таблица 5: Время выполнения модулей GVA (мс) при различном числе ограничений m

| m | GVA-Build | GVA-Level | GVA-Simplex | GVA-Render | Итого, мс | Порог 50 мс |
|----|-----------|-----------|-------------|------------|-----------|-------------|
| 2 | 0,12 | 0,07 | 0,08 | 0,31 | 0,58 | ✓ |
| 4 | 0,63 | 0,18 | 0,41 | 0,38 | 1,60 | ✓ |
| 6 | 2,14 | 0,39 | 1,83 | 0,44 | 4,80 | ✓ |
| 8 | 5,91 | 0,71 | 6,22 | 0,51 | 13,35 | ✓ |
| 10 | 9,83 | 1,15 | 16,42 | 0,59 | 27,99 | ✓ |



При $m = 10$ суммарное время составляет 27,99 мс – вдвое ниже целевого порога 50 мс. Наибольший вклад вносит GVA-Simplex (16,42 мс): с ростом числа ограничений растут и размер симплекс-таблицы, и стоимость каждого жорданова исключения. GVA-Render практически не изменяется (0,31–0,59 мс), поскольку его нагрузка определяется разрешением экрана, а не размерностью задачи. Экспериментальная кривая роста соответствует теоретической оценке $O(m^3)$. Полученные результаты демонстрируют, что алгоритм GVA эффективно устраняет выявленный пробел в инструментальном обеспечении учебного процесса по дисциплинам, связанным с методами оптимизации. Синхронное отображение трёх форм представления задачи ЛП – геометрической, алгебраической и числовой – позволяет устранить когнитивный разрыв, описанный в работах Raymond Duval^[10] и John Mason^[14]: студент одновременно видит, как изменяются числа в симплекс-таблице и как это отражается в движении по вершинам ОДР.

Сопоставление с аналогами подтверждает уникальность предложенного подхода. PHPSimplex^[18] ограничивается пошаговыми таблицами без геометрии. SciPy [19] и MATLAB^[15] дают числовой ответ без визуализации процесса. GeoGebra [24] строит геометрию вручную, не реализуя симплекс-метод. Ни один из четырёх конкурентов не сочетает все функции одновременно, тогда как GVA – единственный браузерный инструмент, объединяющий визуализацию ОДР, анимацию итераций, пошаговые таблицы и анализ чувствительности. Научная новизна разработки выражается в трёх позициях. Во-первых, впервые предложена архитектура, обеспечивающая синхронное отображение трёх форм задачи ЛП в реальном времени – это не реализовано ни в одном из рассмотренных инструментов. Во-вторых, модуль GVA-Render проектировался с явным сохранением изотропности масштаба, что исключает геометрическое искажение вектора градиента – проблему, не решённую в известных образовательных программах. В-третьих, обоснована согласованная система пяти констант точности, привязанных к машинному эпсилон стандарту IEEE 754.

Предварительная экспертная оценка удобства использования по семи критериям дала средний балл 4,64 из 5,00. Наивысшую оценку (5,0) получил критерий доступности – браузерная реализация без регистрации устраняет типичный организационный барьер. Наименьший балл (4,3) получил PDF-отчёт, форматирование которого планируется улучшить в следующих версиях. Объективные ограничения алгоритма носят намеренный и обоснованный характер. Двухпеременное ограничение ($n = 2$) – именно двумерный случай допускает полноценную планарную интерпретацию^[10]. При $m > 15$ время GVA-Build приближается к порогу интерактивности 100 мс [23], однако для стандартных учебных задач с $m \leq 10$ это несущественно.

Зависимость от браузера устраняется современными движками с поддержкой HTML5 Canvas API^[16]. Модульная архитектура GVA обеспечивает расширяемость: четыре направления дальнейшего развития – трёхмерная визуализация с WebGL / Three.js^[22], метод ветвей и границ для целочисленного ЛП, интеграция с Moodle через стандарт LTI^[25], метод внутренней точки – реализуемы последовательно без переработки вычислительного ядра (повторное использование кода GVA-Simplex составляет 50–70 %).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье изложены результаты разработки и исследования алгоритма геометрической визуализации GVA для задач линейного программирования с двумя переменными. Алгоритм обеспечивает синхронизированное отображение трёх форм представления задачи – геометрической, алгебраической и числовой – в единой интерактивной браузерной среде без необходимости установки программного обеспечения. Сформулированы и достигнуты следующие основные результаты. Разработана модульная архитектура из четырёх компонентов: GVA-Build ($O(m^3)$), GVA-Level, GVA-Simplex (60 кадров/с) и GVA-Render с изотропным масштабом. Обоснована система пяти констант точности (ϵ_1 – ϵ_5), согласованных с IEEE 754. Создан алгоритм анализа чувствительности, вычисляющий интервалы устойчивости коэффициентов и теневые цены ресурсов (сложность $O((n + m) \cdot m^2)$). Предусмотрена обработка четырёх граничных случаев: пустой ОДР, неограниченности, множественного оптимума и вырождения. Тестирование на десяти задачах различных типов подтвердило точность алгоритма:

$$|\Delta| < 10^{-10} \quad |\Delta| < 10^{(-10)} \quad |\Delta| < 10^{-10}$$

суммарное время при $m = 10$ составляет 27,99 мс, что вдвое ниже порога интерактивности 50 мс. Сравнение с четырьмя аналогами (PHPSimplex, scipy, MATLAB linprog, GeoGebra) показало, что разработанный инструмент является единственным, сочетающим в браузерной среде все перечисленные функциональные возможности одновременно. Практическая значимость работы заключается в том, что приложение готово к применению в учебном процессе по дисциплинам “Методы оптимизации”, “Исследование операций” и “Математическое программирование”. Апробация результатов проведена на региональной молодёжной конференции Мой выбор – НАУКА! (Барнаул, 2026 г.).

Список использованной литературы:

1. Акулич И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах: учеб. пособие. – 3-е изд. – М.: Высшая школа, 2009. – 432 с.
2. Журавлёва В. В. “Компьютерная визуализация математических объектов в учебном процессе” // Современные проблемы науки и образования. – 2019. – № 3. – С. 45–52.
3. Зайченко Ю. П. Исследование операций: учеб. пособие. – 7-е изд. – Киев: Вища школа, 2006. – 688 с.
4. Карманов В. Г. Математическое программирование: учеб. пособие. – 5-е изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 264 с.
5. Мамажанов М. Методы оптимизации в экономических расчётах: учеб. пособие. – Ташкент: ТГЭУ, 2018. – 240 с.
6. Hamdy Taha. Исследование операций. Введение. – 10-е изд. – М.: Вильямс, 2019. – 1056 с.
7. Berkelaar M., Eikland K., Notebaert P. Introduction to Ip_solve 5.5.2.11. – 2019.
8. George Dantzig. Linear Programming and Extensions. – Princeton: Princeton University Press, 1963. – 656 p.
9. Diamond S., Boyd S. “CVXPY: A Python-Embedded Modeling Language for Convex Optimization” // Journal of Machine Learning Research. – 2016. – Vol. 17, No. 83. – P. 1–5.
10. Raymond Duval. Understanding the Mathematical Way of Thinking – The Registers of Semiotic Representations. – Springer, 2017. – 237 p.
11. Gurobi Optimization. Gurobi Optimizer Reference Manual. – 2024.
12. IBM ILOG CPLEX Optimization Studio. CPLEX User’s Manual. – Version 22.1. – 2023.
13. John Mason, Burton L., Stacey K. Thinking Mathematically. – 2nd ed. – London: Pearson, 2018. – 264 p.
14. MathWorks. Optimization Toolbox™ User’s Guide. – MATLAB R2024a. – 2024.
15. Mozilla Foundation. Canvas API. – MDN Web Docs, 2024.
16. Mitchell S., O’Sullivan M., Dunning I. “PuLP: A Linear Programming Toolkit for Python” // Optimization Online. – 2020.
17. PHPSimplex: Online Tool for Solving Linear Programming Problems.
18. SciPy Community. scipy.optimize.linprog – SciPy v1.11.4 Manual. – 2024.
19. Wolfram Research. LinearProgramming – Wolfram Language Documentation. – 2024.
20. Khronos Group. WebGL 2.0 Specification. – 2023.
21. Jakob Nielsen. “Response Times: The 3 Important Limits” // Nielsen Norman Group. – 1993 (updated 2023).
22. GeoGebra Team. GeoGebra – Dynamic Mathematics for Everyone. – 2024.
23. IMS Global Learning Consortium. Learning Tools Interoperability (LTI) Core Specification. – Version 1.3. – 2023.

- 
- 13.00.00 Pedagogika fanlari
 - 13.00.01 Pedagogika nazariyasi. Pedagogik ta'limotlar tarixi
 - 13.00.02 Ta'lim va tarbiya nazariyasi va metodikasi (sohalar bo'yicha)
 - 13.00.03 Maxsus pedagogika
 - 13.00.04 Jismoniy tarbiya va sport mashg'ulotlari nazariyasi va metodikasi
 - 13.00.05 Kasb-hunar ta'limi nazariyasi va metodikasi
 - 13.00.06 Elektron ta'lim nazariyasi va metodikasi (ta'lim sohaları va bosqichlari bo'yicha)
 - 13.00.07 Ta'limda menejment
 - 13.00.08 Maktabgacha ta'lim va tarbiya nazariyasi va metodikasi
 - 13.00.09 Ijtimoiy pedagogika
 - 07.00.00 Tarix fanlari
 - 19.00.00 Psixologiya fanlari
 - 01.00.00 Fizika-matematika fanlari
 - 02.00.00 Kimyo fanlari
 - 03.00.00 Biologiya fanlari
 - 09.00.00 Falsafa fanlari
 - 10.00.00 Filologiya fanlari
 - 11.00.00 Geografiya fanlari



MAKTABGACHA VA MAKTAB TA'LIMI

Mas'ul muharrir: Ramzidin Ashurov

Ingliz tili muharriri: Murod Xoliyorov

Musahhih: Alibek Zokirov

Sahifalovchi va dizayner: Iskandar Islomov

2026. №5(2)

© Materiallar ko'chirib bosilganda "Maktabgacha va maktab ta'limi" jurnali manba sifatida ko'rsatilishi shart. Jurnalda bosilgan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflar ma'sul. Tahririyat fikri har vaqt ham mualliflar fikriga mos kelamasligi mumkin. Tahririyatga yuborilgan materiallar qaytarilmaydi.

"Maktabgacha va maktab ta'limi" jurnali 26.09.2023-yildan O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Adminstratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan №C-5669363 reyestr raqami tartibi bo'yicha ro'yxatdan o'tkazilgan.
Litsenziya raqami: № 136361.

Manzirimiz: Toshkent shahar, Yunusobod tumani
19-mavze, 17-uy.