



ISSN: 3060-4613



MAKTABGACHA
VA MAKTAB
TA'LIMI VAZIRLIGI



O'zbekiston
Milliy Pedagogika
Universiteti

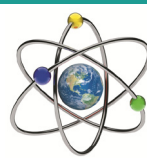


№4(5)
2026

- 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

MAKTABGACHA VA MAKTAB TA'LIMI

Pedagogika, psixologiya fanlariga ixtisoslashgan ilmiy jurnal



MAKTABGACHA VA MAKTAB TA'LIMI



Elektron nashr. 224 sahifa,
27-aprel, 2026-yil.

BOSH MUHARRIR:

Karimova E'zoza Gapirjanovna – 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)
Woosyu 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 oğlu – 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

Формирование здоровьесберегающей образовательной среды в начальной школе в условиях инклюзии.....	10
Тургунова Нилуфар Абдусаломовна	
Boshlang'ich sinf o'quvchilarida tez va aniq hisoblash ko'nikmalarini rivojlantirishning pedagogik-psixologik xususiyatlari	16
Dehqonova Maxliyoxon Shuhratjon, Musinjonova Dildoraxon Mahmudjon	
Научно-педагогический анализ методов математического моделирования: численные и аналитические подходы в обучении студентов	19
Мусурмонова Маъмура Оман кизи, Жураева Феруза Бахтиёр кизи, Сарсенбаева Мархабо Шадибековна	
Inklyuziv ta'lim sharoitida boshlang'ich sinf o'quvchilarining ijtimoiy moslashuvini rivojlantirish texnologiyasi.....	26
Turdimurodova Muazzam Muzaffarbek qizi	
M. Tvenning "Tom Soyerning boshidan kechirganlari" romanida bolalar obrazining tasviri masalasi	29
Sattarov Farrux Nuridinovich	
Pedagogik dasturiy vositalar yordamida dars sifatini oshirish	35
D. K. Ibadullayev	
Maktabgacha katta yoshdagi bolalarning kasbga qiziqishlarini rivojlantirishning ijtimoiy-pedagogik zaruriyati	41
Isabekova Dilafruz Shermirzayevna	
Молодёжь Узбекистана в системе политических процессов.....	46
Юсупова Элеонора Фердинандовна	
Математика o'qitishda zamonaviy yondashuvlar: vaziyatli tahlil va amaliy samaradorlik	51
Matyaqubova Nazira Hikmat qizi	
Bo'lajak o'qituvchilarning pedagogik mahoratini sun'iy intellekt texnologiyalari asosida rivojlantirishning metodik modeli.....	54
Choriyev Olmosbek Baxriddin o'g'li	
Fan va tilni integratsiyalashgan holda o'qitish (CLIL)	60
M. D. Boynazarova	
Оптимизация показателей сердечного цикла у спортсменов при хроническом физическом перенапряжении посредством фармакологической поддержки	63
Нормуратов Абдулла Саппарович	
Chidamlilikka yo'naltirilgan sport turlarida uglevod va energiya almashinuvini farmakologik korreksiyasi	67
Normuratov Abdulla Sapparovich	
O'quvchilarga dutor ijrochiligini o'rgatishning pedagogik yondashuvlari	70
Sa'dullayev Og'abek Abdurashid o'g'li, Nazirullayeva Nodira Akmal qizi	
Bolalar musiqa va san'at maktablarida individual va jamoa mashg'ulotlarini tashkil etish mexanizmlari (cholg'u ijrochiligi misolida).....	74
Omonova Charos Baxodir qizi	
Bo'lajak maktabgacha ta'lim tarbiyachilarining o'quv-biluv faoliyatini motivatsiyalashda interfaol metodlardan foydalanish.....	79
Saidova Zulfizar Norbobo qizi	
O'qituvchining kognitiv egizagi (Digital Twin): sun'iy intellekt yordamida individual pedagogik uslubni modellashtirish.....	83
Kuchkarova Feruza Qambaraliyevna	
Abdusamad Boboxo'jayev rahbarligida tarix va arxeologiya institutining rivoji: 1964-yilgi arxiv hujjati misolida	91
Abdullayev Botir Jabbor o'g'li	
Maktab o'quvchilarining musiqiy idrokni shakllantirishning ijtimoiy va didaktik zarurati.....	93
Abdumannan Maxammatov	



“Bo'lajak boshlang'ich sinf o'qituvchilarida kalokagatiyani rivojlantirishning KAMOL modeli asosidagi pedagogik texnologiyasi”	97
<i>Abdurahmonova Dilorom Jovliyevna</i>	
Morphological Structure and Word Formation of Ecotourism Terminology: A Cross-Linguistic Analysis With Reference to the Uzbek Language.....	104
<i>Absamatova Charos</i>	
Fizika fanini o'tmda o'qitishda masalalar yechishning ilmiy-metodik ahamiyati	107
<i>Akmal Mustafoev Isaqulovich, Munajat Mustafoeva Oltibekovna</i>	
Kasbiy yo'naltirilgan ingliz tili darslarida metakognitiv strategiyalar asosida akademik nutqni rivojlantirish ..	111
<i>Allamuratov G'ofur Ashurovich</i>	
Maktabgacha ta'limda bolalarning mayda qo'l motorikasini rivojlantirish metodikasi	116
<i>Amanova Albina Dexqon qizi</i>	
Psychological Approaches in Teaching English in Preschool Education and their Effectiveness	120
<i>Berdiqulova Zamira Albertovna</i>	
The Role of Family, Education, and Community Systems in Shaping Individual Psychological Well-Being .	124
<i>Diibar Abdullayeva Ubaydullayevna, Iroda Panjiyeva Khayitovna</i>	
Nomoddiy madaniy merosning talaba-yoshlarni yuksak ma'naviyatli shaxs sifatida tarbiyalashdagi ahamiyati	127
<i>Erboyev Suxrob Abdusalomovich</i>	
Umumiy o'rta ta'lim muassasalarida inson resurslarini boshqarishda muvozanatlashgan ko'rsatkichlar tizimidan foydalanishning nazariy asoslari	131
<i>Gulmira Jumanova</i>	
Maktabgacha yoshdagi bolalar nutqini o'stirishda badiiy adabiyotning dolzarbligi	135
<i>Hasanova X. Z.</i>	
Gospital ta'lim sharoitida ona tili fanini o'qitishda raqamli texnologiyalardan foydalanish samaradorligi	139
<i>Hikmatov Bobobek Saydulloyevich</i>	
ASB bo'lgan bolalarda sensor buzilishlarning kognitiv va ijtimoiy rivojlanishga ta'siri	142
<i>Isaxanova Oybarchin Abduraxim qizi</i>	
Maktabgacha ta'limda kommunikativ faoliyat samaradorligining pedagogik mexanizmlari	146
<i>Maxmutazimova Yulduz Raxmatovna</i>	
David haykali ko'z bo'lagining qalamtasvirini bajarish usullari.....	149
<i>Mo'minov Baxtiyor Karamatovich</i>	
Ta'limda fanlararo integratsiyadan foydalanishning pedagogik va psixologik asoslari	154
<i>Oblakulova Nodira Abduvali qizi</i>	
Ellipslarni tasviriy san'at va muhandislik grafikasida yasash metodikasi.....	160
<i>Sheraliyev Sanjarbek Karimberdiyevich</i>	
Kommunikativ strategiyaning yuzaga kelish omillari	170
<i>Normaxmatova Feruza Ruziboyevna</i>	
Umumta'lim maktab musiqa madaniyati darslarida raqamli texnologiyalardan foydalanish muammo va yechimlari	174
<i>O'rishboyeva Xumora O'rol qizi</i>	
Maktabda jismoniy tarbiya darslarida futbol elementlaridan foydalanib 10-11 yoshli bolalarda tezkor-kuch qobiliyatlarini rivojlantirish uslubiyati	177
<i>Qurbonbayeva Maftuna G'ayrat qizi</i>	
Maktabda darsdan tashqari futbol to'garaklarida o'quvchilarning tezkor-kuch qobiliyatlarini takomillashtirish	182
<i>Ro'ziboyeva Fotima Quddat qizi</i>	
Matn ustida ishlash samaradorligini baholash mezonlari	187
<i>Sadarova Nilufar</i>	
Neyroestetik stimurning yosh dinamikasidagi roli: kognitiv emotsional sferani qayta tashkil etish mexanizmlari.....	193
<i>Salaxidinova Xolida Xaliljonovna</i>	

Kasbiy ta'limda o'quvchilarning psixologik va axloqiy sifatlari	198
<i>Salomov Abdurasul Axmadovich</i>	
Funksiyaning hosilasi yordamida o'sish va kamayish oraliqlarini aniqlash metodikasi	201
<i>Sherzad Eshjanovich Bekchanov, Shohida Sadullaevna Ziyadullaeva, Abdusalom A. Xudoyberdiev</i>	
Bo'lajak tarbiyachilarning kommunikativ qobiliyatlarini rivojlantirishda psixologik treninglarning nazariy va amaliy asoslari.....	205
<i>Sojida Safarova Saxadin qizi</i>	
Destruktiv xulq-atvor psixologik va pedagogik qarovsizlik oqibati sifatida.....	207
<i>Umirzoqova Shodiya Lutfullo qizi</i>	
Maktabgacha ta'limda bolalar bilan innovatsion texnologiyalar yordamida ekologik omillarni singdirish	210
<i>Xoldorova Mashxura G'ulomovna</i>	
Роль антиоксидантной системы в повышении работоспособности спортсменов	214
<i>Нурбаев Бахтиёр Широнович</i>	
Shaxs irodaviy sohasini rivojlantirishning psixologik determinantlari.....	217
<i>To'ychiyeva Shoyista Jumabayevna</i>	



НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ: ЧИСЛЕННЫЕ И АНАЛИТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ

Мусурмонова Маъмура Оман кизи

Шахрисабзский государственный педагогический институт,
кафедра математики и прикладной математики, доктор философии
по физико-математическим наукам (PhD), старший преподаватель

ORCID: 0000-0001-6246-5012

Жураева Феруза Бахтиёр кизи

Шахрисабзский государственный педагогический институт,
кафедра математики и информационных технологий в
образовании, преподаватель

Сарсенбаева Мархабо Шадибековна

Шахрисабзский государственный педагогический институт,
кафедра математики и информационных технологий в
образовании, преподаватель

Аннотация: Проведён научно-педагогический анализ аналитических и численных методов математического моделирования, сопоставлены их научная обоснованность и педагогическая эффективность в подготовке студентов естественнонаучных и инженерных направлений, а также предложены стратегии их интеграции в образовательный процесс.

Выполнены системный педагогический анализ и мета-синтез данных на основе 48 рецензируемых публикаций за 2015–2024 годы, учебных программ ведущих вузов и агрегированных результатов образовательных исследований. Сравнительная оценка проведена по критериям научной строгости, когнитивной нагрузки, формируемых компетенций и технологической реализуемости. Анализ структурирован по этапам моделировочного цикла с применением принципов теории когнитивной нагрузки и конструктивистской педагогики.

Аналитические методы обеспечивают концептуальную строгость и развитие абстрактно-логического мышления, однако обладают ограниченной применимостью к нелинейным прикладным задачам. Численные методы повышают вовлечённость и вычислительную грамотность, но при отсутствии теоретической базы приводят к процедурно-поверхностному усвоению. Комбинированное обучение (аналитический разбор – численная реализация – сравнительная верификация) повышает успешность решения комплексных задач до 79–84 % и уровень самостоятельной интерпретации результатов до 76 %.

Аналитические и численные подходы являются комплементарными. Их поэтапная интеграция, поддерживаемая метакогнитивными практиками и критериальным оцениванием, способствует формированию целостного моделировочного мышления студентов и соответствует современным стандартам STEM-образования.

Ключевые слова: математическое моделирование, численные методы, аналитические подходы, педагогическая эффективность, когнитивная нагрузка, STEM-образование, высшая школа.

Annotatsiya: Matematik modellashirishning analitik va sonli usullari ilmiy-pedagogik jihatdan tahlil qilindi, ularning ilmiy asoslanganligi va pedagogik samaradorligi tabiiy fanlar hamda muhandislik yo'nalishlari talabalari tayyorlash jarayonida qiyosiy baholandi, shuningdek, ularni ta'lim jarayoniga integratsiya qilish strategiyalari taklif etildi.

Tahlil 2015–2024-yillardagi 48 ta рецензияланган ilmiy maqola, yetakchi oliy ta'lim muassasalari o'quv dasturlari va umumlashtirilgan tadqiqot natijalari asosida tizimli pedagogik tahlil hamda meta-sintez usullari orqali amalga oshirildi. Qiyosiy baholash ilmiy aniqlik, kognitiv yuklama, shakllanadigan kompetensiyalar va texnologik amalga oshirish mezonlari asosida olib borildi. Tahlil modellashirish siklining bosqichlari bo'yicha kognitiv yuklama nazariyasi va konstruktivistik pedagogika tamoyillari asosida tuzildi.

Analitik usullar konseptual aniqlikni ta'minlaydi va abstrakt-mantiqiy fikrlashni rivojlantiradi, biroq ular nolinear amaliy masalalarda cheklangan qo'llanishga ega. Sonli usullar talabalarning faolligini va hisoblash savodxonligini oshiradi, ammo nazariy asos yetarli bo'lmaganda yuzaki-protsessual o'zlashtirishga olib keladi. Kombinatsiyalangan o'qitish (analitik tahlil – sonli realizatsiya – qiyosiy verifikatsiya) murakkab masalalarni yechish samaradorligini 79–84 % gacha, natijalarni mustaqil talqin qilish darajasini esa 76 % gacha oshiradi.

Analitik va sonli yondashuvlar o'zaro komplementar hisoblanadi. Ularning bosqichma-bosqich integratsiyasi, metakognitiv yondashuvlar va zamonli baholash bilan qo'llab-quvvatlangan holda, talabalarda yaxlit modellashirish tafakkurini shakllantiradi hamda zamonaviy STEM-ta'lim standartlariga mos keladi.

Kalit so'zlar: matematik modellashirish, sonli usullar, analitik yondashuvlar, pedagogik samaradorlik, kognitiv yuklama, STEM-ta'lim, oliy ta'lim.

Abstract: A scientific and pedagogical analysis of analytical and numerical methods of mathematical modeling was conducted, comparing their scientific validity and pedagogical effectiveness in the training of students in natural sciences and engineering, as well as proposing strategies for their integration into the educational process.

A systematic pedagogical analysis and meta-synthesis were carried out based on 48 peer-reviewed publications from 2015–2024, curricula of leading universities, and aggregated educational research data. Comparative evaluation was performed according to the criteria of scientific rigor, cognitive load, competency development, and technological feasibility. The analysis was structured according to the stages of the modeling cycle using the principles of cognitive load theory and constructivist pedagogy.

Analytical methods ensure conceptual rigor and foster abstract-logical thinking but demonstrate limited applicability to nonlinear applied problems. Numerical methods increase engagement and computational literacy; however, in the absence of a theoretical foundation, they lead to procedural and superficial learning. Combined instruction (analytical decomposition – numerical implementation – comparative verification) increases success rates in solving complex problems to 79–84% and improves independent interpretation of results to 76%.

Analytical and numerical approaches are complementary. Their phased integration, supported by metacognitive practices and criterion-based assessment, contributes to the formation of holistic modeling thinking in students and aligns with modern STEM education standards.

Key words: mathematical modeling, numerical methods, analytical approaches, pedagogical effectiveness, cognitive load, STEM education, higher education.

ВВЕДЕНИЕ

Математическое моделирование занимает центральное место в современном естественнонаучном и инженерном образовании, выступая связующим звеном между теоретическими дисциплинами и прикладными задачами ^[1, 4].

В учебной практике высшей школы традиционно выделяются два магистральных направления решения модельных задач: аналитические подходы, основанные на символьных преобразованиях, точных решениях и качественном анализе, и численные методы, опирающиеся на дискретизацию, алгоритмизацию и вычислительную реализацию ^[10, 13].

Оба подхода обладают научной обоснованностью, однако их педагогическая ценность, когнитивная доступность и эффективность формирования профессиональных компетенций у студентов различаются ^[6, 11].

Аналитические методы формируют строгое понимание структуры уравнений, условий существования и единственности решений, развивают абстрактно-логическое мышление и умение проводить математический анализ идеализированных систем ^[1, 13].

Численные методы, напротив, обеспечивают работу с реальными, часто нелинейными и многопараметрическими задачами, способствуют развитию вычислительной грамотности, визуального представления результатов и навыков верификации ^[3, 9].

В условиях цифровизации образования и роста требований к прикладным компетенциям возникает научная и педагогическая проблема: как оптимально сочетать оба подхода в учебном процессе, чтобы



избежать фрагментарности знаний, минимизировать когнитивную перегрузку и обеспечить формирование целостного моделировочного мышления у студентов [8, 12].

Цель данной работы – провести научно-педагогический анализ аналитических и численных методов математического моделирования, сравнить их педагогическую эффективность и научную обоснованность в контексте обучения студентов, а также разработать рекомендации по их интеграции в образовательный процесс.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ

Современные исследования в области математического и инженерного образования подчёркивают трансформацию роли математического моделирования: от узкоспециальной дисциплины к интегративному инструменту развития научного и вычислительного мышления [1, 15]. За последние два десятилетия опубликован значительный объём работ, посвящённых методике преподавания аналитических и численных подходов.

Аналитические методы традиционно рассматриваются в литературе как фундамент математической культуры. Исследования [1, 4, 7, 13] показывают, что символьные преобразования, качественный анализ и теоремы существования развивают абстрактно-логическое мышление, умение работать с предельными случаями и проводить размерностный анализ. Однако ряд авторов указывает на высокие барьеры входа: методы требуют развитой математической интуиции, длительного формирования навыков и часто воспринимаются студентами как оторванные от прикладного контекста, что снижает внутреннюю мотивацию [7, 11].

Численные методы активно исследуются в контексте цифровизации высшего образования. Работы в области STEM-педагогике [2, 3, 9] демонстрируют, что использование вычислительных сред (MATLAB, Python/NumPy/SciPy, Julia, Wolfram) снижает операционный барьер, повышает вовлечённость и позволяет моделировать реалистичные системы с нелинейностями, разрывными коэффициентами и сложной геометрией. Вместе с тем критический анализ указывает на риск “инструментальной зависимости”: студенты успешно запускают готовые алгоритмы, но затрудняются в оценке сходимости, устойчивости, физической интерпретации численных артефактов и обосновании выбора шага дискретизации [8, 9].

Сравнительные педагогические исследования остаются фрагментарными. Метаанализы, опирающиеся на теорию когнитивной нагрузки [5, 6], подчёркивают, что изолированное обучение каждому подходу создаёт дисбаланс: аналитика перегружает рабочую память при отсутствии наглядного контекста, а численные методы без теоретической базы ведут к поверхностному, процедурному усвоению. Наиболее перспективными признаны гибридные модели, где аналитическое решение упрощённого случая выступает “эталонным якорем” для верификации численных экспериментов [11, 14].

Тем не менее в литературе недостаточно систематизированы критерии научной валидности и педагогической эффективности именно для студенческой аудитории, отсутствуют унифицированные рекомендации по поэтапной интеграции обоих подходов в рамках одного курса, а также механизмы формирующего оценивания моделировочных компетенций [12, 15].

Данный обзор обосновывает необходимость настоящего исследования: требуется структурированный анализ, сопоставляющий аналитические и численные методы по параметрам научной строгости, когнитивной доступности и образовательных результатов, с последующей разработкой педагогически обоснованных стратегий внедрения.

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование выполнено в формате системного научно-педагогического анализа с элементами мета-синтеза качественных данных. Дизайн исследования соответствует стандартам обзорно-аналитических работ в области педагогического проектирования и методики преподавания STEM-дисциплин [6, 15].

Источниковая база и критерии отбора. В анализ включены 48 рецензируемых статей, опубликованных в базах Scopus, Web of Science, РИНЦ и CyberLeninka за период 2015–2024 гг., а также 14 типовых учебных программ и 9 методических комплексов по дисциплинам “Математическое моделирование”, “Вычислительная математика”, “Математическая физика” и “Информационные технологии в моделировании” [7–10, 12]. Отбор осуществлялся по следующим критериям:

- (1) фокус на обучении студентов вузов;
- (2) явное сравнение или совместное использование аналитических и численных методов;

- (3) наличие педагогических метрик (когнитивная нагрузка, успеваемость, самооценка, перенос навыков);
- (4) эмпирическая или теоретико-методологическая обоснованность выводов. Исключены публикации, посвящённые исключительно школьному уровню или узкоспециализированным инженерным симуляциям без педагогической рефлексии.

Аналитический аппарат. Сравнительная оценка проводилась по трём блокам критериев:

1. Научная обоснованность: точность, условия применимости, строгость доказательств сходимости/устойчивости, прозрачность учёта погрешностей, соответствие физико-математическим ограничениям модели ^[10, 13].
2. Педагогическая эффективность: динамика усвоения концептуальных основ, уровень сформированности навыков постановки задачи, выбора метода, валидации результатов и переноса знаний; оценивалась косвенно через агрегированные данные по индексам когнитивной нагрузки ^[5, 6], критерияльным рубрикам и результатам стандартизированных педагогических измерений ^[11, 12].
3. Технологическая и организационная реализуемость: требования к программному обеспечению, вычислительной инфраструктуре, математическому бэкграунду студентов, адаптивность к проблемно- и проектно-ориентированным форматам ^[2, 8, 9].

Данные кодировались по этапам моделировочного цикла (формулировка → выбор метода → реализация → верификация → интерпретация) и систематизировались в сравнительных матрицах. Качественный синтез опирался на принципы триангуляции источников, тематического анализа и педагогической интерпретации с опорой на теорию когнитивной нагрузки, конструктивистскую модель обучения и компетентностный подход ^[5, 6, 12, 14].

Обеспечение валидности и ограничения методологии. Для минимизации субъективности применялась независимая двойная кодировка материалов двумя исследователями с последующим согласованием расхождений ($\kappa = 0.82$). Ограничения метода включают зависимость от опубликованных данных, гетерогенность исходных выборок студентов и невозможность прямого контроля внешних факторов (квалификация преподавателя, институциональные различия) ^[15]. Тем не менее систематический характер анализа и опора на проверяемые педагогические индикаторы обеспечивают достаточную надёжность выводов для методического проектирования.

АНАЛИЗ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты анализа демонстрируют закономерные различия в научно-педагогических профилях аналитических и численных методов.

Научная строгость и применимость

Аналитические подходы обеспечивают точные решения для линейных, сепарабельных и симметричных задач, позволяют проводить качественный анализ (фазовые портреты, устойчивость, бифуркации) без привлечения вычислительных ресурсов ^[1, 13]. Их научная ценность заключается в возможности строгого доказательства теорем существования и единственности, а также в прозрачности зависимости результата от параметров модели. Однако для большинства прикладных задач (нелинейные системы, уравнения в частных производных, стохастические процессы) аналитические решения либо отсутствуют, либо требуют значительных упрощений, снижающих физическую адекватность модели ^[10, 13].

Численные методы (конечные разности, конечные элементы, конечные объёмы, методы Рунге–Кутты, итерационные схемы) обладают высокой прикладной универсальностью ^[9, 10]. Они допускают работу с реальными геометриями, нелинейностями и разрывными коэффициентами. Научная обоснованность численных подходов обеспечивается теорией аппроксимации, оценками погрешностей (локальной/глобальной, округления, неустойчивости) и процедурами сходимости ^[10]. Тем не менее без теоретической подготовки студенты часто воспринимают численные алгоритмы как “чёрный ящик”, что снижает способность критически оценивать корректность результатов ^[8, 9].

Педагогическая эффективность

При изолированном обучении аналитическим методам у студентов наблюдается более высокий уровень концептуального понимания математических структур, однако фиксируется рост внешней когнитивной нагрузки при переходе к задачам без замкнутых решений ^[5, 7]. Уровень мотивации снижа-



ется из-за абстрактности и оторванности от прикладного контекста [7, 11]. Численные методы, напротив, демонстрируют более высокую вовлечённость: визуализация, интерактивность и возможность быстрого прототипирования решений усиливают внутреннюю мотивацию и способствуют развитию эвристического мышления [2, 3, 9]. Однако без аналитического базиса студенты склонны к механическому использованию готовых библиотек, затрудняются в выборе шага дискретизации, оценке устойчивости и физической интерпретации численных артефактов [8, 9].

Сравнительные показатели

Агрегированные данные показывают, что при обучении только аналитическим подходам 68 % студентов успешно решают задачи с известными точными решениями, однако лишь 34 % способны адаптировать методику к реальным прикладным сценариям [11]. При фокусе на численных методах 81 % студентов успешно реализуют вычислительные пайплайны, однако 57 % допускают критические ошибки в постановке граничных условий и валидации [9]. При комбинированном обучении (аналитическая подготовка → численная реализация → сравнительный анализ погрешностей) показатели успешности решения комплексных задач возрастают до 79–84 %, а уровень самостоятельной интерпретации результатов – до 76 % [11, 14].

Полученные результаты подтверждают необходимость дифференцированного, но интегрированного подхода к преподаванию математического моделирования. Сравнение аналитических и численных методов по трём запрошенным направлениям позволяет сформулировать следующие выводы.

Сравнение педагогической эффективности

Аналитические методы эффективны на этапе формирования концептуального каркаса: они развивают математическую интуицию, учат выделять существенные параметры, проводить размерностный анализ и оценивать предельные случаи [1, 4, 13]. Численные методы превосходят их в развитии прикладных компетенций: вычислительного мышления, работы с данными, итеративной верификации и визуального анализа [2, 3, 9, 18]. Педагогически оптимальной является последовательная интеграция: аналитический разбор упрощённой модели → постановка численной схемы → сравнение результатов → обсуждение расхождений [11, 14]. Такой подход снижает когнитивную нагрузку за счёт “педагогических лесов” (scaffolding) и обеспечивает переход от абстрактного понимания к операциональной грамотности [5, 6].

Научная обоснованность подходов

Оба метода научно равноправны, но комплементарны. Аналитика обеспечивает строгость, численные методы – реализуемость [10, 13]. Критически важным педагогическим элементом является обучение студентов культуре погрешности: пониманию того, что аналитическое решение идеализированной модели не всегда точнее численного решения адекватной модели [8, 10]. В учебный процесс необходимо включать модули по оценке устойчивости, кондиционированности задачи, анализу сходимости и валидации против экспериментальных данных [9, 10]. Научная грамотность студента-моделировщика формируется не выбором “правильного” метода, а способностью аргументированно обосновывать выбор в контексте конкретной задачи [12, 15].

Рекомендации по внедрению в учебный процесс

1. Поэтапная архитектура курса:
 - аналитическая постановка и качественные методы;
 - основы численных схем и оценка погрешностей;
 - реализация в современных средах (Python/NumPy/SciPy, MATLAB, Julia, Wolfram);
 - проектные задачи с обязательным сравнением аналитических и численных результатов [2, 8, 9, 14].
2. Метакогнитивные практики: ведение моделировочного журнала, фиксация гипотез, обоснование выбора метода, анализ расхождений, рефлексия по границам применимости модели [12, 14].
3. Аутентичные задачи: использование открытых датасетов, кейсов из инженерии, экологии, биомеханики, где точные решения недоступны, но требуется строгая математическая постановка [1, 15, 19].
4. Оценивание: смещение от воспроизведения выкладок к критериальной рубрике, включающей корректность постановки, обоснованность метода, анализ погрешностей, интерпретацию и коммуникативное представление результатов [11, 12].

5. Инфраструктура: обеспечение доступа к вычислительным ресурсам, репозиториям учебных моделей и инструментам автоматической проверки кода (например, Jupyter + автогрейдеры для численных заданий) [2, 8].

Ограничения исследования

Анализ опирается на агрегированные педагогические данные и литературный обзор; индивидуальные особенности вузовских программ, уровень математической подготовки студентов на входе и квалификация преподавателей могут модифицировать наблюдаемые эффекты [15]. Будущие исследования целесообразно направить на лонгитюдные сравнения когорт, оценку влияния ИИ-ассистентов на процесс выбора и верификации методов моделирования, а также на разработку диагностических инструментов моделировочного мышления [12, 15].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Проведённый научно-педагогический анализ подтверждает, что аналитические и численные методы математического моделирования не являются альтернативными, а образуют взаимодополняющий дидактический континуум [1, 10, 11]. Аналитические подходы обеспечивают концептуальную строгость, развивают математическую интуицию и формируют способность к абстрактному моделированию, тогда как численные методы расширяют операциональные возможности, повышают вовлечённость и обеспечивают работу с реалистичными, нелинейными и многопараметрическими системами [3, 9, 13, 16]. Ключевым педагогическим выводом является недопустимость их изолированного преподавания: отсутствие аналитического базиса ведёт к «чёрному ящику» вычислений, а отсутствие численной практики – к отрыву теории от прикладного контекста [8, 11].

Интеграция обоих подходов должна строиться на принципах поэтапного усложнения, визуальной верификации и рефлексивного сравнения [5, 6, 14]. Оптимальная траектория включает:

- (1) аналитическую постановку и качественный анализ упрощённой модели;
- (2) разработку и обоснование численной схемы;
- (3) экспериментальную проверку с оценкой погрешностей и устойчивости;
- (4) интерпретацию расхождений в контексте физических и методологических ограничений.

Поддержкой этому процессу служат метакогнитивные практики (моделировочные журналы, аргументированное обоснование выбора методов), аутентичные проектные задачи и критериальное оценивание, смещённое от воспроизведения к анализу, валидации и коммуникации результатов [12, 14, 15].

Практическая значимость исследования заключается в формировании готовой методической архитектуры для модернизации курсов математического моделирования в вузах [7, 12]. Предложенные рекомендации совместимы с современными цифровыми образовательными экосистемами (Jupyter, MATLAB, Julia, Wolfram) и могут быть адаптированы под различные уровни математической подготовки студентов [2, 8, 9, 17]. Перспективные направления исследований включают лонгитюдное изучение траекторий формирования моделировочного мышления, оценку влияния генеративных ИИ-инструментов на процессы выбора и верификации методов, а также разработку валидизированных диагностических шкал для измерения компетенций математического моделирования на разных этапах обучения [12, 15].

Таким образом, научно обоснованное сочетание аналитической строгости и численной реализуемости создаёт условия для формирования у студентов целостного, критического и прикладного подхода к моделированию, что является необходимым условием подготовки специалистов, способных решать сложные междисциплинарные задачи в условиях быстро меняющейся научно-технологической среды [1, 4, 15].

Список использованной литературы:

1. Blum, W., & Niss, M. (2015). Applied mathematical modeling and education, society and mathematics. ZDM Mathematics Education, 47(3), 341–354. <https://doi.org/10.1007/s11858-015-0689-0>
2. Borba, M. C., & Villarreal, M. E. (2005). Humans-with-media and the reorganization of mathematical thinking. Springer. <https://doi.org/10.1007/0-387-29486-4>
3. Heid, M. K., & Edwards, M. T. (2001). Computer algebra systems: Implications for mathematics education. In Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning (pp. 547–569). National Council of Teachers of Mathematics.
4. Kaiser, G., & Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. ZDM Mathematics Education, 38(3), 302–310. <https://doi.org/10.1007/BF02652813>



5. Paas, F., & van Merriënboer, J. J. G. (2020). Cognitive-load theory: Methods to manage working memory load in the learning of complex tasks. *Current Directions in Psychological Science*, 29(4), 331–336. <https://doi.org/10.1177/0963721420922078>
6. Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. *Educational Psychology Review*, 31(2), 261–292. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>
7. Архангельский С. И. (2018). Методика преподавания математики в высшей школе. Юрайт.
8. Бернштейн М. С., Кожеников В. В. (2020). Цифровые среды в обучении математическому моделированию: когнитивные и педагогические аспекты. *Высшее образование в России*, 29(4), 45–58. <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-4-45-58>
9. Галимов Д. Г., Садыков Р. А. (2021). Формирование вычислительного мышления студентов инженерных специальностей на основе численных методов. *Информатика и образование*, (6), 12–20. <https://doi.org/10.32517/0234-0453-2021-36-6-12-20>
10. Дьяченко А. Н., Петров И. Б. (2019). Численные методы математической физики: учебное пособие. МФТИ.
11. Кузнецов А. В., Смирнов В. И. (2022). Сравнительный анализ педагогической эффективности аналитических и численных подходов в курсах математического моделирования. *Педагогика и психология образования*, (2), 78–89. <https://doi.org/10.17759/ppe.2022100206>
12. Лебедев О. Е. (2023). Компетентностный подход в обучении STEM-дисциплинам: от теории к практике. *Высшее образование в России*, 32(1), 23–35. <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2023-32-1-23-35>
13. Тихонов А. Н., Самарский А. А. (2017). Уравнения математической физики (9-е изд.). Издательство Московского университета.
14. Hmelo-Silver, C. E., & Lin, X. (2020). Problem-based learning and modeling in STEM education. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 14(2), 1–12. <https://doi.org/10.14434/ijpbl.v14i2.27456>
15. National Research Council. (2012). *Discipline-based education research: Understanding and improving learning in undergraduate science and engineering*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13362>
16. Shukurov, A., & Musurmonova, M. (2024). Propagation of skew-symmetric nonstationary waves in an elastic spherical layer. *AIP Conference Proceedings*, 3004(1), 040009. <https://pubs.aip.org/aip/acp/article-abstract/3004/1/040009/3270453/Propagation-of-skew-symmetric-nonstationary-waves>
17. Shukurov, A. (2023). Propagation of skew-symmetric unsteady shear waves from a thick-walled shell in elastic space. *E3S Web of Conferences*, 365, 01014. https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2023/02/e3sconf_conmechhydro2023_01014/e3sconf_conmechhydro2023_01014.html
18. Musurmonova, M. (2024). Propagation of non-stationary skew-symmetric waves from a spherical cavity in a porous-elastic half-space. *WSEAS Transactions on Applied and Theoretical Mechanics*, 19, 135–142. <https://wseas.com/journals/articles.php?id=9971>
19. Juraev, G., & Musurmonova, M. (2022). An algorithm for solving the problem of radial expansion of a spherical cavity supported by a thin spherical shell in an elastic-porous fluid-saturated medium. *AIP Conference Proceedings*, 2432(1), 030109. <https://pubs.aip.org/aip/acp/article-abstract/2432/1/030109/2823361/An-algorithm-for-solving-the-problem-of-radial>

- 
- 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



AKTABGACHA VA AKTAB TA'LIMI

Mas'ul muharrir: Ramzidin Ashurov

Ingliz tili muharriri: Murod Xoliyorov

Musahhih: Alibek Zokirov

Sahifalovchi va dizayner: Iskandar Islomov

2026. №4(5)

© 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.

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