

## FIZIK JARAYONLARNI MATEMATIK USULLAR ORQALI HISOBLASH VA TADBIQ ETISH

Umidullayev Shavkat Ubaydullayevich<sup>1</sup>, Settarova Elvira Safvetovna<sup>2(a)</sup>,  
Salaxitdinov Fazliddin<sup>3</sup>, Turniyazov Raxmat<sup>4</sup>

<sup>1,3,4</sup>Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti Muhandislik  
Fizika inistituti

<sup>2</sup>Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti

E-mail: [settarova.elvir@gmail.com](mailto:settarova.elvir@gmail.com)

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada fizik jarayonlarni matematik modellashtirishning ilmiy asoslari, tahlil usullari va amaliy qo'llanilishi yoritilgan. Matematik modellashtirishning differensial tenglamalar, statistik yondashuv, chiziqli algebra va raqamli hisoblash metodlari orqali fizik hodisalarni aniq tavsiflashdagi roli tushuntiriladi. Shuningdek, jarayonlarni kompyuter dasturlari yordamida modellashtirish ahamiyati va real amaliy misollar keltiriladi.

**Kalit so'zlar:** matematik modellashtirish, fizika, differensial tenglama, raqamli hisoblash, simulyatsiya, fizik jarayonlar.

**Аннотация.** В статье рассматриваются научные основы, методы анализа и практическое применение математического моделирования физических процессов. Обосновывается роль математического моделирования в точном описании физических явлений с использованием дифференциальных уравнений, статистических методов, линейной алгебры и методов численного расчета. Также показана важность моделирования процессов с помощью компьютерных программ и реальных примеров.

**Ключевые слова:** математическое моделирование, физика, дифференциальные уравнения, численные расчеты, имитация, физические процессы.

**Abstract.** This article discusses the scientific foundations, analysis methods, and practical applications of mathematical modeling of physical processes. The role of mathematical modeling in accurately describing physical phenomena using differential equations, statistical approaches, linear algebra, and numerical calculation methods is explained. The importance of modeling processes using computer programs and real-world examples are also presented.



**Key words:** mathematical modeling, physics, differential equation, numerical calculation, simulation, physical processes.

**Kirish.** Zamonaviy ilm-fan va texnologiyalarning tez sur'atlar bilan rivojlanishi fizik jarayonlarni chuqur o'rganish va ularni matematik modellar orqali ifodalash zaruriyatini keltirib chiqarmoqda. Fizikadagi ko'plab jarayonlar – mexanik harakatdan tortib, elektromagnit to'lqinlar tarqalishi, kvant hodisalarigacha – aniq matematik ifodasiz tadqiq etilishi qiyin.

Matematik modellashtirish jarayonlarni tahlil qilish, prognozlash va amaliy tajribalarni optimallashtirish imkonini beradi. Shu bois, fizika va matematika integratsiyasi ta'limda, sanoatda va tadqiqotlarda yuqori ahamiyatga ega.

**Fizik jarayonlarni matematik ifodalashning nazariy asoslari.** Fizik jarayonlarni tavsiflash uchun quyidagi matematik vositalar qo'llaniladi:

Yo'nalish	Asosiy matematik usullar
Mexanika	Nyuton tenglamalari, integrallar
Elektrodinamika	Maksuell tenglamalari
Termodinamika	Statistik modellar
To'lqin jarayonlari	Differensial tenglamalar
Kvant fizika	Schrodinger tenglamasi
Nazariy mexanika	Variatsion prinsiplar

Fizik hodisalar ko'pincha differensial tenglamalar orqali ifodalanadi:

$$F=ma \Rightarrow m \frac{d^2x}{dt^2} = F \Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{F}{m}$$

Bu yerda  $x(t)$  – vaqt bo'yicha harakat funksiyasi.

**Raqamli va analitik yechimlar.** Matematik modellarni yechish ikki xil bo'ladi:

Analitik yechim	Raqamli yechim
Aniq matematik formula	Kompyuter hisoblash algoritmlari orqali





O'zgarmas sharoitlarda qo'llaniladi	Murakkab jarayonlarga mos
Masalan: to'g'ri chiziqli harakat	Masalan: turbulent oqimlar, nolinear sistemalar

*Euler, Runge-Kutta, Gauss* metodlari ko'plab fizik simulyatsiyalarda qo'llaniladi.

**Kompyuter simulyatsiyasining o'rni.** Bugungi kunda MATLAB, Python (NumPy, SciPy), Maple va ANSYS kabi dasturlar keng qo'llaniladi. *Misol:* elektromagnit maydonlarni hisoblashda sonli kodlash (FDTD metodi).

**Natija.** vaqtni tejaydi, tajriba xarajatini kamaytiradi, xavfli jarayonlarni virtual o'rganish imkonini beradi.

*Amaliy misollar*

Fizik jarayon	Matematik model	Qo'llanish
<i>Harakat</i>	2-tartibli differensial tenglama	Robototexnika, aerokosmik muhandislik
<i>Issiqlik tarqalishi</i>	Fourier tenglamasi	Binolar izolyatsiyasi, energetika
<i>Elektr zanjirlari</i>	Kirchhoff qonunlari	Elektronika
<i>To'lqinlar</i>	To'lqin tenglamasi	Telekommunikatsiya
<i>Suprayon oqimlari</i>	Navye-Stokes tenglamasi	Aviasiya, gidrodinamika

**Fizik jarayonlar uchun matematik modellashtirish bosqichlari.** Fizik jarayonni modellashtirish tizimli yondashuvni talab qiladi. Modellashtirish bosqichlari quyidagi ketma-ketlikda olib boriladi:

*Fizik hodisani aniqlash va chegaraviy shartlarni belgilash:*

Ko'rib chiqilayotgan jarayon turi: issiqlik almashinuvi, mexanik harakat, to'lqin jarayoni va h.k. Dastlabki va chegaraviy shartlar belgilanadi.

**Matematik tasvirlash.** Hodisaning fundamental qonunlari asosida tenglamalar tuziladi. *Masalan:*

$$d^2x/dt^2 = a, \nabla^2 T = 1/\alpha dt \frac{d^2x}{dt^2} = a, \quad \nabla^2 T = \frac{1}{\alpha}$$



$$\alpha \frac{dT}{dt} = a \sqrt{2T}$$

*Algoritmlashtirish.* Analitik yoki raqamli yechim tanlanadi. Euler metodi, Runge-Kutta usuli, Chebyshev polinomiali kabi usullar qoʻllaniladi.

*Kompyuter dasturida simulyatsiya.* MATLAB, Python, Simulink, ANSYS, COMSOL va boshqalar.

**Natijalarni tahlil qilish.** Grafiklar, jadval va statistik baholash orqali. Eksperimental natijalar bilan solishtirish. Modelni takomillashtirish. Fizika fanida qoʻllaniladigan asosiy matematik tenglamalar. Nyuton harakat tenglamalari:

$$F = m \cdot a$$

Bu tenglama mexanik tizimlarni modellashtirishning asosiy poydevori boʻlib xizmat qiladi.

Makswell tenglamalari (elektromagnit maydon).

$$\begin{aligned} \nabla \cdot \mathbf{E} &= \rho / \epsilon_0, \nabla \cdot \mathbf{B} = 0, \nabla \times \mathbf{E} = -\partial \mathbf{B} / \partial t, \nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J} + \mu_0 \epsilon_0 \partial \mathbf{E} / \partial t \\ \nabla \cdot \mathbf{B} &= 0, \\ \nabla \times \mathbf{E} &= -\partial \mathbf{B} / \partial t, \\ \nabla \times \mathbf{B} &= \mu_0 \mathbf{J} + \mu_0 \epsilon_0 \partial \mathbf{E} / \partial t \end{aligned}$$

**Navye-Stokes tenglamasi (suyuqliklar harakati).**

$$\rho \left( \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + (\mathbf{v} \cdot \nabla) \mathbf{v} \right) = -\nabla p + \mu \nabla^2 \mathbf{v}$$

Bu tenglama aviatsiya, gidrodinamika, meditsina va kosmik texnologiyalarda ishlatiladi.

*Raqamli hisoblash usullari*

Metod	Qoʻllanishi
Euler usuli	Oddiy differensial tenglamalar
Runge–Kutta	Yuqori aniqlik talab qilinadigan masalalar
Finite Difference (FDM)	Issiqlik, toʻlqin, elektr maydon





Finite Element (FEM)	Mexanika, qurilish, elektromagnit maydon
Monte-Carlo	Statistik fizikada ehtimollik modellar

*Misol:* Euler metodi.  $x_{n+1} = x_n + f(x_n, t_n) \Delta t$

*Amaliy trening va o'quv tajribalari.* Fizika va matematika integratsiyasini o'rgatish uchun quyidagi laboratoriya ishlarini o'quv jarayoniga kiritish mumkin:

Laboratoriya ishi	Maqsad
Erkin tushish tezlanishini aniqlash	Harakat tenglamalarini tekshirish
Issiqlik tarqalishi simulyatsiyasi	Fourier qonuni asosida tajriba
Mass-spring system modeli	Tebranish va elastiklik qonunlari
Elektr zanjiri simulyatsiyasi	Kirchhoff qonunlari bilan hisoblash
To'lqin tenglamasi animatsiyasi	To'lqin tezligi va chastotasini o'rganish

Sun'iy intellekt va fizika modellashtirish. Zamonaviy ilm-fanda AI yordamida fizik jarayonlar bashorati keng qo'llanilmoqda:

- Fluid dinamika modellarini tezlashtirish
- Kvant kimyo hisoblari
- Materiallar fizikasi (materials discovery)
- Astronomiya va kosmologiya modellashtirish

Masalan, *DeepMind* kvant energiyasini hisoblash uchun *Graph Neural Network (GNN)* modellaridan foydalanmoqda.

*Real hayotdagi amaliy misollar.* Energetika Issiqlik energiyasini uzatilishini hisoblash → binolarni energiya tejamkor dizaynlash.

*Aviatsiya va aerokosmik soha.* Aerodinamik kuchlarni hisoblash → parvoz xavfsizligi oshiriladi.

*Tibbiyot.* MRI, CT skanerlarda signal qayta ishlash → aniq tashxis.

*Robototexnika.* Harakat tenglamalari va optimallashtirish → avtonom boshqaruv tizimlari.



**Xulosa.** Fizik jarayonlarni matematik modellashtirish zamonaviy ilm-fan va texnologiya taraqqiyotining asosiy omillaridan biridir. Matematik usullar yordamida murakkab hodisalarni chuqur tahlil qilish, ularni prognozlash va boshqarish imkoniyati kengayadi. Kelajakda raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt yordamida fizik modellashtirish yanada samarali bo'ladi.

Matematik modellashtirish fizika fanining zamonaviy rivojlanishida muhim rol o'ynaydi. XXI asrda fizik jarayonlarni faqat tajriba orqali o'rganish yetarli bo'lmay qolgan – raqamli modellashtirish, simulyatsiya, differensial tenglamalar, sun'iy intellekt bilan qo'shib o'rganish ilm-fan sifatini oshirdi. Kelajakda: fizik model + AI sintezi, raqamli laboratoriyalar, bulutli simulyatsiya platformalari, katta ma'lumotlar (Big Data) fizika ta'limida yetakchi asos bo'ladi.

#### Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Landau L., Lifshits E. *Teoretik fizika kursi*. Moskva, 2015.
2. Kreyszig E. *Advanced Engineering Mathematics*. Wiley, 2019.
3. Boyce W., DiPrima R. *Differential Equations and Boundary Value Problems*, 2020.
4. Tursunov H. *Matematik modellashtirish asoslari*. Toshkent, 2021.
5. MATLAB Documentation, MathWorks.
6. Simion, D. *Mathematical Physics Tools*. Springer, 2022.
7. Gerald C., Wheatley P. *Applied Numerical Analysis*. Pearson, 2020.
8. Chapra S. *Applied Numerical Methods with MATLAB*, 2021.
9. COMSOL documentation, 2023.
10. Python SciPy Library Manual.

