

# ანომალური დიფუზიის მოდელირება მონტე-კარლოს მეთოდის გამოყენებით

**ლუკა კეზუა, ხელმძღვანელი: ასოცირებული პროფესორი ოლეგ ხარშილაძე**

ელ-ფოსტა: [luka.kezua913@ens.tsu.edu.ge](mailto:luka.kezua913@ens.tsu.edu.ge)

ფიზიკის დეპარტამენტი, რადიოფიზიკა და ფიზიკური პროცესების მოდელირება, ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი, ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ი.ჭავჭავაძის გამზირი 3, თბილისი 0179, საქართველო.

## ანოტაცია

1827 წელს შოტლანდიელმა ბოტანიკოსმა რობერტ ბრაუნმა შენიშნა, რომ ნაწილაკები სითხეში მოძრაობენ ქაოსურად სხვადასხვა მიმართულებით. 1905 წელს ალბერტ აინშტაინმა, ხოლო 1906 წელს მარიან სმოლუხოვსკიმ აჩვენეს, რომ დიდ დროებზე ბრაუნის ნაწილაკის საშუალო კვადრატული გადაადგილება დროის პირველი ხარისხის პროპორციულია. ამ ტიპის დიფუზიას *ნორმალური დიფუზია* ეწოდება. მეორე მხრივ, ანომალური დიფუზია, რომელსაც სხვადასხვა რთულ სისტემაში ვხვდებით, განსხვავებით ჩვეულებრივი დიფუზიისგან, ავლენს არაწრფივ დამოკიდებულებას დროზე:  $\langle x^2 \rangle \propto t^\alpha$ ,  $\alpha \neq 1$ , სადაც:

თუ  $\alpha < 1$  გვაქვს *სუბდიფუზია* - ნაწილაკები ბრაუნის ნაწილაკზე ნელა ვრცელდებიან;

თუ  $\alpha > 1$  გვაქვს *სუპერდიფუზია* - ნაწილაკები უფრო სწრაფად ვრცელდებიან, ვიდრე ნორმალური დიფუზიისას.

მოხსენებაში მოკლედ მიმოვიხილავთ ანომალურ დიფუზიას და წარმოვადგენთ მონტე-კარლოს მეთოდის გამოყენებით მიღებულ მოდელირების შედეგებს. აგრეთვე განვიხილავთ ანომალური დიფუზიის მაგალითებს და გამოვიტანთ დიფუზიის კოეფიციენტებს თითოეულ შემთხვევაში. ამასთან, ვაჩვენებთ, თუ როგორი გავლენა აქვს „მეხსიერების ეფექტს“ შემთხვევით პროცესზე.

დიფუზიას ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს სხვადასხვა ფიზიკურ, ბიოლოგიურ და საფინანსო სტოქასტურ პროცესში. მისი მნიშვნელობის გამო, მსგავსი მოდელების გააზრება დაგვეხმარება სხვადასხვა რთული სისტემის გაანალიზებაში და ასევე გაუხსნის გზას უფრო ღრმა კვლევებს აღნიშნულ საკითხთან დაკავშირებით.

**საკვანძო სიტყვები:** ანომალური დიფუზია, მოდელირება, მონტე-კარლოს მეთოდი, სტოქასტური პროცესი.

## ლიტერატურა

[1] მ. მირიანაშვილი, „ზოგადი ფიზიკის კურსი“. ნაწილი მეორე. თბილისი, 1966.

[2] გ.მაჭარაშვილი. მონაცემთა ანალიზი. თბილისი, 2022.

[3] Tutorial on Monte Carlo Simulation of Photon Transport in Biological Tissues. Steven L. Jacques. Vol. 14, No. 2, 1 Feb 2023, Biomedical Optics Express.

[4] მ.გომიაშვილი. სამაგისტრო ნაშრომი. „ბრაუნის მოძრაობის მოდელირება“. თბილისი 2023.