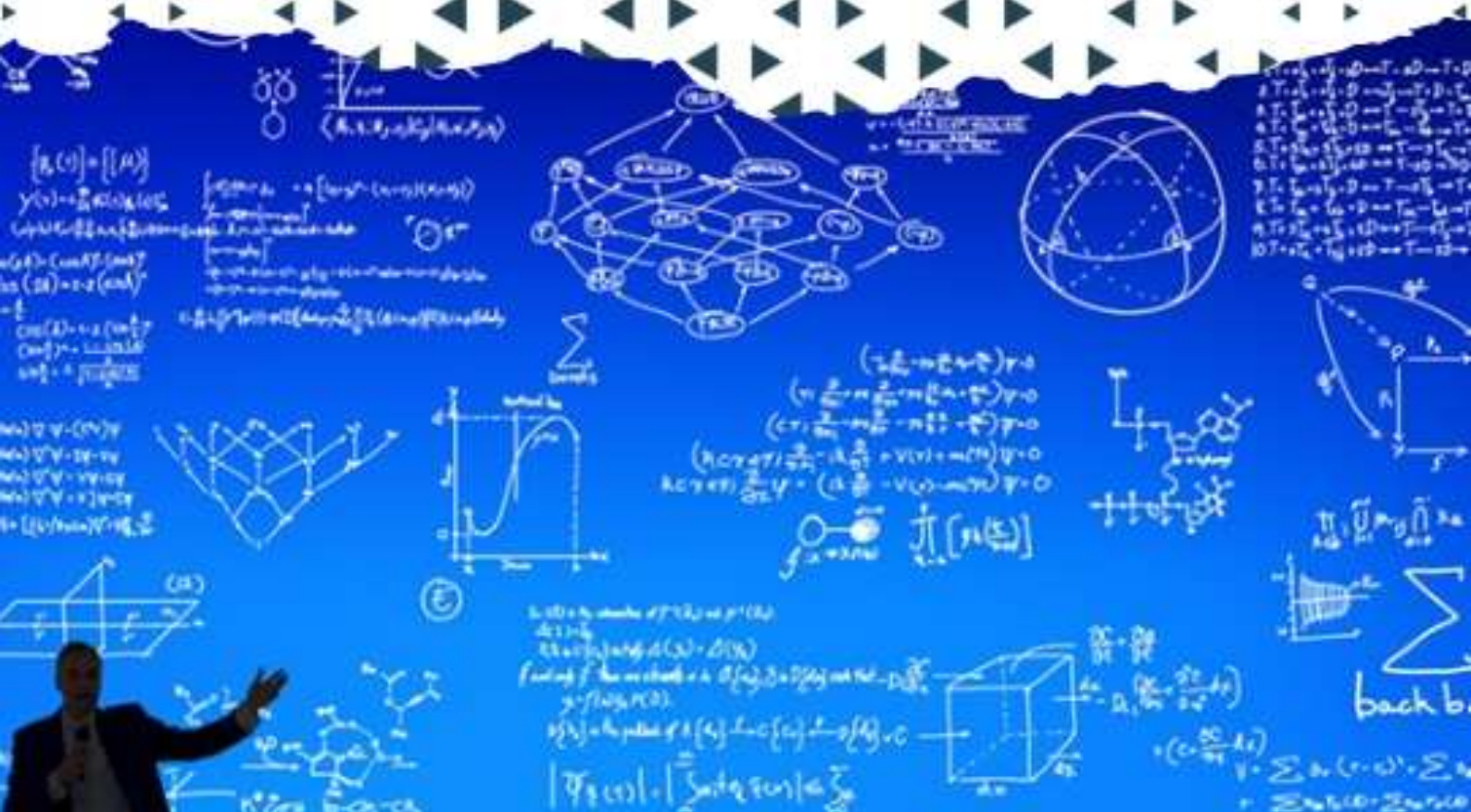




INNOVATIVE WORLD
Ilmiy tadqiqotlar markazi

ZAMONAVIY ILM-FAN VA TA'LIM: MUAMMO VA YECHIMLAR ILMIY-AMALIY KONFERENSIYA



+998335668868

<https://innoworld.net>

Google Scholar doi

zenodo

OpenAIRE

2025



**«INNOVATIVE WORLD» ILMIY TADQIQOTLARNI QO'LLAB-
QUVVATLASH MARKAZI**

**«ZAMONAVIY ILM-FAN VA TADQIQOTLAR: MUAMMO VA
YECHIMLAR» NOMLI 2025-YIL № 5-SONLI ILMIY, MASOFAVIY,
ONLAYN KONFERENSIYASI**

**ILMIY-ONLAYN KONFERENSIYA TO'PLAMI
СБОРНИК НАУЧНЫХ-ОНЛАЙН КОНФЕРЕНЦИЙ
SCIENTIFIC-ONLINE CONFERENCE COLLECTION**

Google Scholar



ResearchGate

zenodo



ADVANCED SCIENCE INDEX



OpenAIRE



**Academic
Resource
Index
ResearchBib**



Directory of Research Journals Indexing

www.innoworld.net

O'ZBEKISTON-2025



TO'LQIN TARQALISH TENGLAMASINI COMSOL MULTIPHYSICS DASTURI YORDAMIDA MATEMATIK MODELASHTIRISH

I.I.Mo'minov

Farg'ona davlat texnika universiteti Magistranti

E-mail: im20021030@gmail.com

Anotatsiya: Ushbu maqolada bir o'lchovli fazoda to'lqin tarqalish tenglamalarining 1 metr sterjindagi, vaqt oralig'i $dt=0.1$ sekund va qadami $dx=0.5-0.005$ metr bo'lgan holat uchun to'lqin tarqalishining aniq yechim va birdan yettinchi darajagacha bo'lgan aniqlilik darajalari Chekli elememtlar usuli asosida ishlovchi COMSOL MULTIPHYSICS dasturida ko'rib chiqilgan. Aniq yechim va aniqlilik darajalari grafik yordamida bir – biriga taqqoslangan.

Kalit so'zlar: ChEU, COMSOL MULTIPHYSICS, to'lqin tarqalish tenglamasi, bir o'lchovli fazo, koordinata, dispersiya.

Kirish. To'lqin bu modda zarralarining muvozanat holatiga nisbatan siljishi natijasida energiyaning bir nuqtadan ikkinchisiga uzatilish jarayonidir. To'lqinlar mexanik, elektromagnit, akustik, optik, gravitatsion kabi ko'plab shakllarda mavjud bo'lib, ularning barchasi turli muhitlarda yoki bo'shliqlarda tarqaladi. Matematik modelashtirish vositalari bu jarayonlarni chuqur tahlil qilish va amaliy masalalarni yechishda qo'llaniladi.

COMSOL Multiphysics dasturi to'lqinlarning tarqalishini sonli modelashtirishda kuchli vositalardan biridir. To'lqinlarning matematik tavsifi ular tarqalishini ifodalovchi differensial tenglamalar yordamida amalga oshiriladi.

To'lqinlarning fazoda va vaqtda tarqalishini ifodalovchi asosiy matematik model – bu to'lqin tenglamasidir. Eng oddiy shakli bir o'lchamli bo'lib quyidagicha yoziladi:

$$\frac{\delta u}{\delta t} + c \frac{\delta u}{\delta x} = 0. \quad (1)$$

$u(x,t)$ – to'lqin funksiyasi (masalan, bosim, elektr maydon kuchi),

c – to'lqin tezligi,

Tenglamani quyidagi ko'rinishga o'tkazamiz:

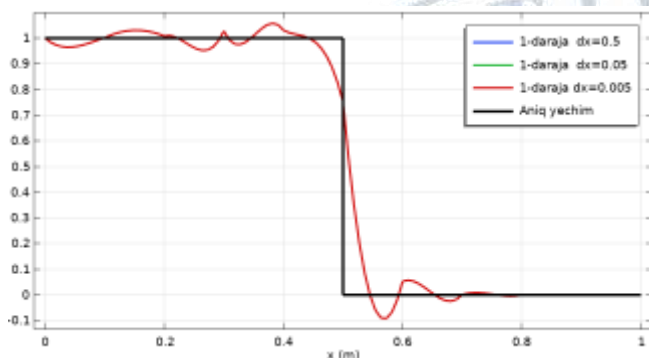
$$U_i^{n+1} = U_i^n - \Delta t c \frac{U_i^n - U_{i-1}^n}{\Delta x}, \quad (2)$$

Bu yerda: $U(n,t)$ — to'lqinning fazo va vaqt bo'yicha dispersiya funksiyasi, ya'ni to'lqinning x va t koordinatalariga bog'liq amplitudasi; x — fazo koordinatasi; t — vaqt; c — to'lqin tezligi, ya'ni to'lqinlarning fazoda qanday tezlikda tarqalishini belgilovchi doimiy koeffisient (muhitga qarab farq qiladi).

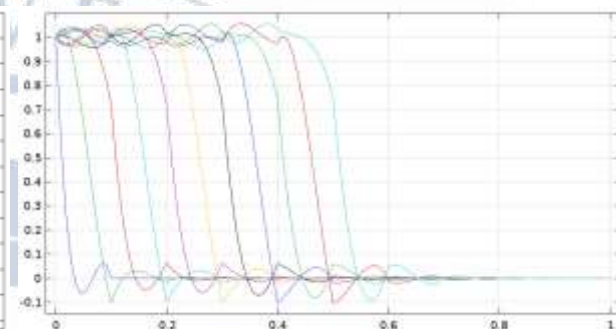
Natijalar va muhokamalar: To'lqin tarqalishini $dx=0.5-0.005$ va $dt=0.1$ oraliqlarda aniqlik darajasini birdan yettinchiga qadar oshirib haqiqiy aniq yechim bilan solishtiramiz. Shunday masalalar borki ularda aniq yechimga borish uchun faqat aniqlilik darajasini oshirishning o'zi yetarli bo'lmaydi.

Masalan uchunchi daraja aniqlikda lekin hisoblash to'ri zichroq tanlashimiz mumkin. Bunda ham aniq yechimga yaqin yechim olishimiz mumkin.

Grafikdan ko'rishimiz mumkinki aniqlilik darajasini 7 – darajaga oshirganimizda biz aniq yechimga yaqinlashamiz lekin bu jarayonda hisoblash vaqti ortib ketadi. Bundan tashqari masalalarning aniq yechimga yaqin yechimlarini olish hisoblash setkalariga ham bog'liq hisoblanadi. Yani hisoblash setkasidagi nuqtalar qanchalik ko'p bo'lsa yechim ham shunchalik aniq va kam hatolik bilan chiqadi. Lekin bu ham albatta hisoblash vaqtini orttiradi.



1-rasm. Aniq yechim va barcha aniqlilik darajalaridagi yechimlar grafigi.



2-rasm. 1-rasmdagi grafikning qirgim ko'rinishi.

Tenglamalarni yechish davomida biz (c) – KFL yani KURRAM FREDRIX LEVEL sonini ham inobatga olishimiz kerak. U har doim $c < 1$ shartni qanoatlantirishi kerak. Agar $c > 1$ bo'lsa ham tenglama yechimga ega bo'lmay qoladi. Masalan ushbu grafikda yuqoridagi hatolikni ko'rishimiz mumkin. Bu yerda $dx=0.005$ $dt=0.1$ dagi holat tasvirlangan.

Kurram soni $c < 1$ shartni qanoatlantirmaydi va buning natijasida assilyatsiya ortib ketadi hamda 5,6,7 – aniqlilik darajasidagi grafik chiqizqlarimiz ustma - ust tushib qoladi. Bu jarayonda biz aniq yechimga erisha olmaymiz. Shuning uchun tenglamalarning aniq yechimlarini olayotganimizda $c < 1$ shartni bajarishini tekshirishimiz shart hisoblanar ekan.

Xulosa . COMSOL Multiphysics dasturidan foydalanish murakkab chegaraviy shartlarga ega bo'lgan masalalarni yechishda real geometriyani hisobga olgan holda to'liq maydonining taqsimotini yuqori aniqlikda vizuallashtirishga imkon berdi. Yaratilgan matematik model bizga tenglamalarning aniq yechimini topishning eksperimental yoki analitik yechish qiyin bo'lgan holatlarda samarali va tejamkor yechim ekanligini ko'rsatib berdi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Д.Андерсон, Дж.Таннехилл, Р.Плетчер "ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ГИДРОМЕХАНИКА И ТЕПЛООБМЕН.
2. M.J.(1973). Boundary Condition Calculation Procedures for Inviscid Supersonic Flow Fields. – Proc. AIAA Computational Fluid Dynamics Conference, Palm Springs, California, p. 153-172.