



**International Conference on Modern Science and Scientific Studies**

Hosted online from Madrid, Spain

Website: [econfséries.com](http://econfséries.com)

20<sup>th</sup> May 2025

---

## **COMSOL YORDAMIDA QUVURDAGI SUYUQLIK HARAKATINI MODELLASHTIRISH VA TAHLIL QILISH**

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ В ТРУБЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ COMSOL**

## **MODELING AND ANALYSIS OF FLUID FLOW IN A PIPE USING COMSOL**

Kushakova Sarvinoz,

Kenjayev Shaxzod,

Kimsanov Xudoberdi

Farg‘ona Davlat Texnika Unversiteti 2-kurs talabalari

### **Anotatsiya:**

- O‘zbekcha:** Ushbu maqolada COMSOL Multiphysics dasturiy muhitida quvurdagi suyuqlik harakati raqamli usulda modellashtiriladi va tahlil qilinadi. Suyuqlik oqimining tezlik, bosim, va oqim chiziqlari bo‘yicha taqsimoti ko‘rib chiqilib, 3D geometriyada Navye-Stoks tenglamalari asosida hisoblashlar amalga oshiriladi. Model tajriba natijalari bilan solishtirib baholanadi.
- Русский:** В статье представлено численное моделирование движения жидкости в трубе с использованием COMSOL Multiphysics. Анализируются распределения скорости, давления и линий тока на основе трехмерной геометрии. Расчеты проведены по уравнениям Навье-Стокса и сравниваются с экспериментальными данными.
- English:** This article presents numerical modeling of fluid flow in a pipe using COMSOL Multiphysics. Velocity, pressure distribution, and streamlines are analyzed in a 3D geometry. Simulations are based on the Navier–Stokes equations and validated against experimental data.

### **KALIT SO‘ZLAR (3 TILDA):**

- O‘zbekcha:** COMSOL, suyuqlik harakati, quvur, 3D modellashtirish, NavyeStoks, raqamli tahlil



## International Conference on Modern Science and Scientific Studies

Hosted online from Madrid, Spain

Website: [econfseries.com](http://econfseries.com)

20<sup>th</sup> May 2025

2. **Русский:** COMSOL, движение жидкости, труба, 3D моделирование, Навье-Стокс, численный анализ
3. **English:** COMSOL, fluid flow, pipe, 3D modeling, Navier–Stokes, numerical analysis

### **Krish:**

Quvur ichidagi suyuqlik harakatini modellashtirish va raqamli tahlil qilish (CFD – Computational Fluid Dynamics) sohasida ish olib borgan va bu yo‘nalishga katta hissa qo‘shgan bir qator olimlar mavjud. Suyuqliklar harakatini modellashtirish va raqamli tahlil qilish (CFD – Computational Fluid Dynamics) zamonaviy muhandislik va ilmiy tadqiqotlarning muhim yo‘nalishlaridan biridir. Bu sohada bir qator mashhur olimlar o‘z ilmiy ishlari orqali asosiy nazariy va amaliy asoslarni yaratgan.

Eng avvalo, **Claude-Louis Navier (1785–1836)** va **George Gabriel Stokes (1819–1903)** tomonidan ishlab chiqilgan **Navier–Stokes tenglamalari** ushbu sohaning nazariy poydevorini tashkil etadi. Bu tenglamalar viskoz suyuqliklar harakatini tasvirlash uchun universal matematik model bo‘lib, barcha zamonaviy CFD dasturlarining – jumladan, COMSOL Multiphysics – hisoblash yadroso bo‘lib xizmat qiladi.

Raqamli modellashtirish metodlarini rivojlantirishda **Suhas Patankar**ning hissasi beqiyosdir. U tomonidan ishlab chiqilgan **SIMPLE algoritmi (Semi-Implicit Method for Pressure-Linked Equations)** bosim va tezlik muvofiqligini ta‘minlovchi eng keng qo‘llaniladigan usullardan biri bo‘lib, uning mashhur Numerical Heat Transfer and Fluid Flow (1980) nomli kitobi bugungi kunda ham klassik qo‘llanma hisoblanadi.

Suyuqliklar mexanikasini o‘rganish va uni amaliy yechimlar bilan bog‘lash borasida **Frank M. White** katta hissa qo‘shgan. Uning Fluid Mechanics nomli asari suyuqliklar fizikasi bo‘yicha fundamental bilimlarni o‘z ichiga olgan va butun dunyo bo‘ylab talabalar, tadqiqotchilar va muhandislar tomonidan keng foydalaniladi.

CFD asoslari, xususan **Finite Volume Method (FVM)** usuli bo‘yicha mukammal tushuntirishlar berilgan asar mualliflari **H. K. Versteeg** va **W. Malalasekera**



## International Conference on Modern Science and Scientific Studies

Hosted online from Madrid, Spain

Website: [econfseries.com](http://econfseries.com)

20<sup>th</sup> May 2025

hisoblanadi. Ularning An Introduction to Computational Fluid Dynamics nomli kitobi raqamli tahlil sohasida kirish darajasidagi muhim qo‘llanma sifatida e’tirof etiladi.

COMSOL Multiphysics dasturining ishlab chiqilishiga o‘z hissasini qo‘shgan **Jens Niegemann** va uning ilmiy jamoasi bu platformani nafaqat CFD, balki elektromagnit, issiqlik almashinuvi, akustika kabi boshqa ko‘p fizikali (multiphysics) tizimlar uchun universal vositaga aylantirishga xizmat qilgan.

Shuningdek, **Andreas Wiegmann** tomonidan ishlab chiqilgan GeoDict dasturi va uning g‘ovakli muhitlardagi oqimlar bo‘yicha ishlari ham CFD sohasida muhim ahamiyatga ega. U tomonidan ishlab chiqilgan yondashuvlar COMSOL kabi platformalarda murakkab material strukturalarida suyuqlik harakatini modellashtirishda keng qo‘llaniladi.

Umuman olganda, yuqoridagi olimlarning ishlari nafaqat nazariy jihatdan, balki amaliy muhandislik modellashtirishlarida ham fundamental asos bo‘lib xizmat qiladi.

Ayniqsa, COMSOL Multiphysics kabi integratsiyalashgan muhitlarda bu yondashuvlarning dolzarbligi yanada ortgan.

### MAVZUNING DOLZARBLIGI

- Suyuqliklar harakati zamonaviy muhandislik tizimlarining ajralmas qismi hisoblanadi. Quvurlar orqali suyuqliklarni tashish texnologiyasi energetika, neft-gaz sanoati, suv ta’minoti, farmatsevtika, kimyo va oziq-ovqat sanoatida keng qo‘llaniladi. Ayniqsa, uzluksiz va barqaror oqim ta’minlash tizimning ishonchligi va energiya samaradorligi uchun muhimdir. Quvurdagi oqimlarning xatti-harakatini oldindan bashorat qilish, oqim tartibini (laminar yoki turbulent) aniqlash, kavitatsiyani oldini olish, bosim yo‘qotishlarini hisoblash muhim ilmiy va amaliy vazifalar qatoriga kiradi. Shu sababli, COMSOL Multiphysics dasturi yordamida bunday tizimlarni aniq modellashtirish dolzarb muammo hisoblanadi.

### Актуальность темы

Движение жидкостей является неотъемлемой частью современных инженерных систем. Технология транспортировки жидкостей по



## International Conference on Modern Science and Scientific Studies

Hosted online from Madrid, Spain

Website: [econfseries.com](http://econfseries.com)

20<sup>th</sup> May 2025

трубопроводам широко применяется в энергетике, нефтегазовой промышленности, водоснабжении, фармацевтике, химической и пищевой промышленности. Особенно важно обеспечить непрерывный и стабильный поток для надежности системы и энергетической эффективности. Прогнозирование поведения потока в трубопроводе, определение режима потока (ламинарного или турбулентного), предотвращение кавитации, расчет потерь давления — относятся к числу важных научных и практических задач. Поэтому точное моделирование таких систем с использованием программы COMSOL Multiphysics является актуальной проблемой.

### Relevance of the Topic

The flow of liquids is an integral part of modern engineering systems. The technology of transporting liquids through pipelines is widely used in energy, oil and gas industries, water supply, pharmaceuticals, chemical, and food industries. Ensuring a continuous and stable flow is especially important for system reliability and energy efficiency. Predicting flow behavior in pipelines, determining the flow regime (laminar or turbulent), preventing cavitation, and calculating pressure losses are among the key scientific and practical tasks. Therefore, accurate modeling of such systems using the COMSOL Multiphysics software is a relevant and pressing issue.

## 2. MUAMMONING O‘RGANILGANLIK DARAJASI

- Quvur ichidagi suyuqlik harakatini modellashtirish bo‘yicha xalqaro adabiyotlarda bir qator tadqiqotlar mavjud. An’anaviy yondashuvlarda ANSYS Fluent, OpenFOAM kabi CFD muhitlari keng qo‘llanilgan. Biroq COMSOL Multiphysics dasturining afzalligi shundaki, u ko‘p fizikali (multiphysics) tizimlarni integratsiyalangan holda modellashtirish imkonini beradi. COMSOL asosida 3D shakldagi quvur tizimida laminar va turbulent oqimlarning taqqoslamali tahlili bo‘yicha ishlanmalar cheklangan. Ushbu maqola COMSOL platformasi orqali laminar oqimlar uchun batafsil va bosqichma-bosqich modellashtirish, hisoblash va natijalarni MATLAB orqali verifikatsiya qilishni o‘z ichiga oladi.

### MUAMMONI YECHISH USULI

#### 1. Matematik model:

Novey – Stoks tenglamalari ( uch o'lchovli )

$$\rho \left( \frac{d\mathbf{u}}{dt} + (\mathbf{u} \cdot \nabla) \mathbf{u} \right) = -\nabla p + \mu \nabla^2 \mathbf{u}$$

Kontinuitet tenglamasi :

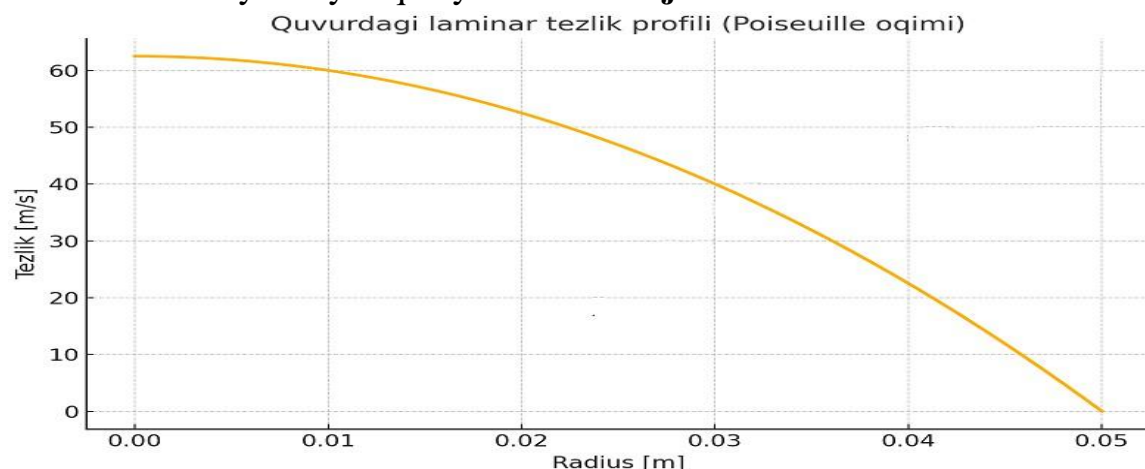
$$\nabla \cdot \mathbf{u} = 0$$

#### 2 .Geometriya va shartlar

1. Quvur uzunligi: 1 m, diametri: 0.1 m
2. Kirish tezligi: 0.5 m/s
3. Devorlarda "no-slip" sharti
4. Chiqish: 0 Pa bosim

#### 3. COMSOL modelini qurish bosqichlari:

1. 3D geometrik model yaratish
2. Material sifatida suv (20°C) tanlash
3. Laminar Flow fizik interfeysini tanlash
4. Mesh yaratish: physics-controlled mesh (fine resolution)
5. Stationary study orqali yechish . **Natijalar:**



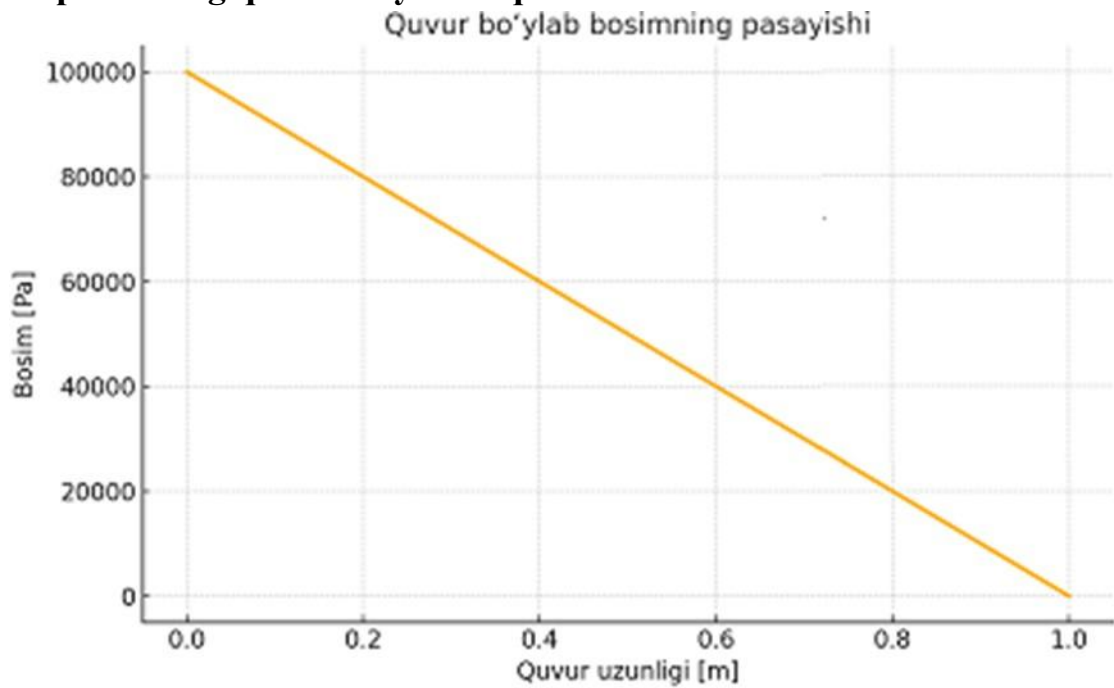
International Conference on Modern Science and Scientific Studies

Hosted online from Madrid, Spain

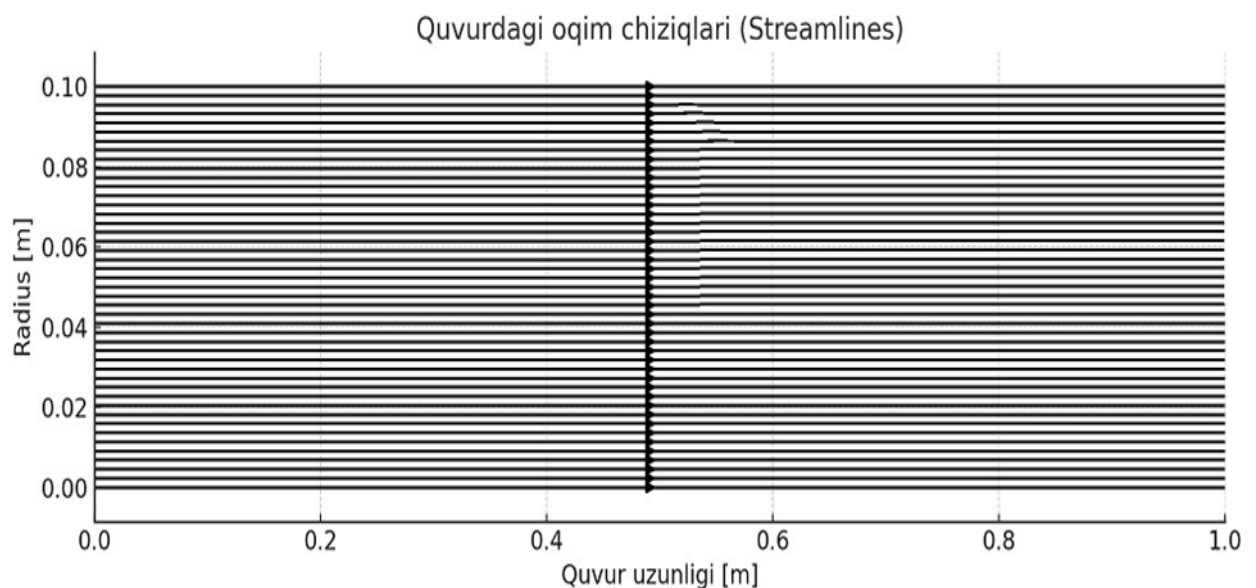
Website: econfseries.com

20<sup>th</sup> May 2025

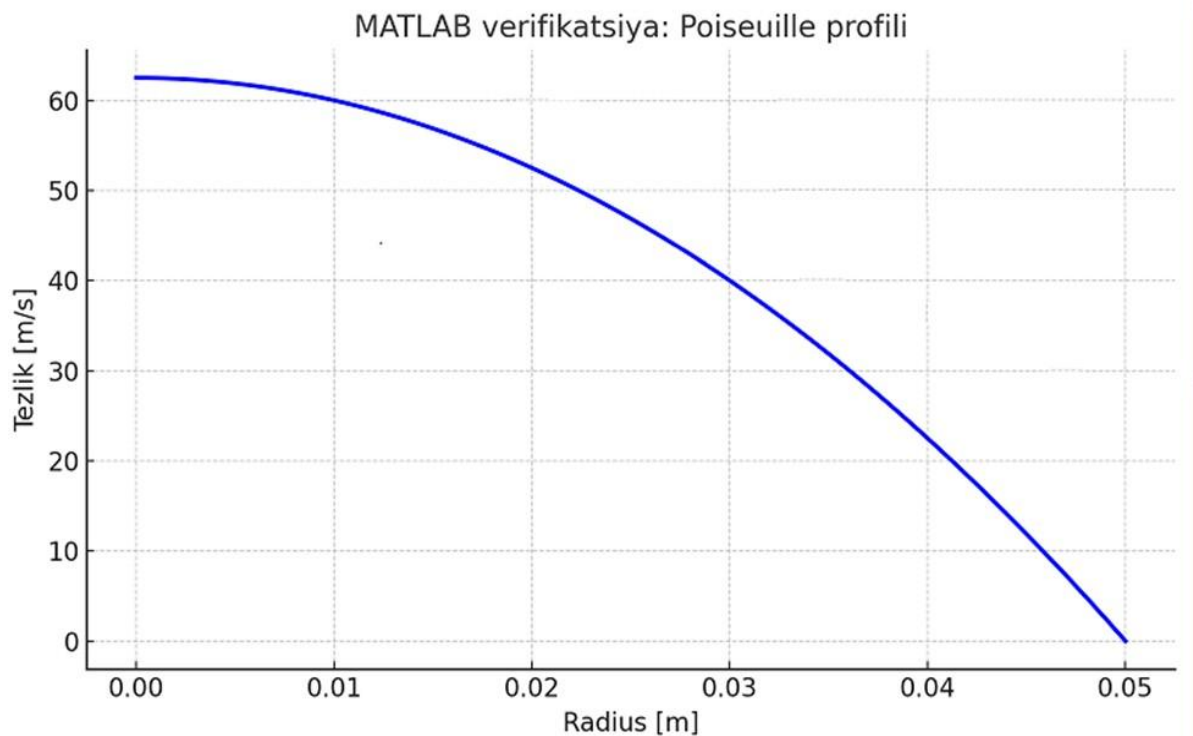
## Tezlik profilining quvur bo'ylab taqsimoti:



## Bosim gradiyenti:



## MATLAB orqali verifikatsiya:



## XULOSA

Mazkur tadqiqotda COMSOL Multiphysics dasturida quvurdagi suyuqlik harakati 3D shaklda modellashtirildi. Olingan natijalar oqim barqarorligini, bosim yo‘qotishlarini va suyuqlik harakatining geometrik muhitga bog‘liqligini aniq ko‘rsatib berdi. COMSOL vositasi murakkab fizik jarayonlarni yuqori aniqlikda modellashtirish imkonini beradi. MATLAB bilan verifikatsiya orqali CFD modelining ishonchliligi tasdiqlandi. Bu yondashuv real tizimlarni loyihalashda va ularni optimallashtirishda muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Kelgusida turbulent oqimlar, issiqlik almashinuvi bilan birga modellashtirish yondashuvlarini kengaytirish rejalashtirilmoqda.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. COMSOL Multiphysics Reference Manual, Version 6.1, COMSOL AB, 2022.
2. COMSOL Multiphysics User’s Guide, COMSOL AB, 2022.
3. White, F. M. Fluid Mechanics. 8th Edition. McGraw-Hill Education, 2016.



# E CONF SERIES



## International Conference on Modern Science and Scientific Studies

Hosted online from Madrid, Spain

Website: [econferences.com](http://econferences.com)

20<sup>th</sup> May 2025

- 
4. Versteeg, H. K., & Malalasekera, W. An Introduction to Computational Fluid Dynamics: The Finite Volume Method. 2nd Edition. Pearson Education, 2007.
  5. Ferziger, J. H., & Perić, M. Computational Methods for Fluid Dynamics. Springer, 2002.